



**TMMOB**  
**İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI**

# **11. ULAŞTIRMA KONGRESİ**

**27 - 29 Mayıs 2015**

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Sedad Hakkı Eldem Salonu  
Fındıklı / İstanbul



ULAŞTIRMA  
KARARLARININ  
EKONOMİYE,  
DOĞAYA,  
ÇEVREYE, KENT VE  
ÜLKEYE ETKİLERİ  
KONUSUNDA  
TOPLUMUN  
BİLİNÇLENDİRİLMESİ  
ULAŞTIRMA  
KARARLARINA  
HALKIN KATILIMI

## **BİLDİRİLER KİTABI**

Düzenleyen:  
TMMOB İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI  
İSTANBUL ŞUBESİ



**TMMOB  
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI  
İSTANBUL ŞUBESİ**

Mumhane Cad. No: 21 Karaköy / İSTANBUL

**Tel** : (0212) 293 20 00 (Pbx)

**Faks** : (0212) 232 09 12

**E-posta** : istanbul@imo.org.tr

**Web** : <http://istanbul.imo.org.tr>

**Facebook**: [www.facebook.com/imoistanbulsube](http://www.facebook.com/imoistanbulsube)

**Twitter** : <http://twitter.com/imoistanbulsube>

**ISBN No** : 978-605-01-0722-7

**İMO Yayın No** : E/15/04

Baskı Tarihi: Mayıs 2015

Baskı:

**MAYA BASIN YAYIN MAT. TİC. LTD. ŞTİ.**

Davutpaşa Cad. Güven İş Merkezi No: 83 A Blok-56 Topkapı 34010 İST.

**Tel:** (0212) 638 64 08 Pbx **Fax:** (0212) 638 64 09

**E-posta:** [maya@mayadergi.com](mailto:maya@mayadergi.com)



## DÜZENLEME KURULU

Güngör EVREN  
Ergun GEDİZLİOĞLU  
Zerrin BAYRAKDAR  
H. Onur TEZCAN  
Selim DÜNDAR  
Bülent TATLI  
Ayhan EMEKLİ  
Rezan BULUT  
Funda KILINÇ SUVAKÇI

## BİLİM VE DANIŞMA KURULU

Abdurrahman KILIÇ  
Adem EREN  
Adnan AKYARLI  
Ahmet AKBAŞ  
Ahmet BULUT  
Ali TOPAL  
Ali Payidar AKGÜNGÖR  
Atakan AKSOY  
Atıla ALPÖGE  
Aybike ÖNGEL  
Ayda Şafak AĞAR  
Ayhan İNAL  
Ayşen ERGİN  
Azime TEZER  
Baha Vural KÖK  
Banihan GÜNAY  
Betül ŞENGEZER  
Beyza ÜSTÜN  
Burak GÖKTEPE  
Burak ŞENGÖZ  
Bülent TATLI  
Cemal GÖKÇE  
Cenk OZAN  
Cumhur AYDIN  
Cüneyt ELKER  
Çiğdem ÇÖREK  
Doğan HASOL  
Ela BABALIK

Elif SERTEL  
Emine AĞAR  
Ergin TARI  
Ergun GEDİZLİOĞLU  
Erhan ÖNCÜ  
Fulin BÖLEN  
Füsun ÜLENGİN  
Gökdeniz NEŞER  
Gökmen ERGUN  
Gülây MALKOÇ  
Güldem CERİT  
Gülen ÇAĞDAŞ  
Güngör EVREN  
H. Onur TEZCAN  
Hakkı KİŞİ  
Halim CEYLAN  
Haluk GERÇEK  
Haluk İbrahim ÖZMEN  
Hande DEMİREL  
Hediye TÜYDEŞ YAMAN  
Hilmi Berk ÇELİKOĞLU  
Hüseyin CEYLAN  
Hüseyin AKBULUT  
İlgaz CANDEMİR  
İlgın GÖKAŞAR  
İsmail Hakkı ACAR  
İsmail ŞAHİN  
Kemal Selçuk ÖĞÜT

Mehmet SALTAN  
Mehmet TANYAŞ  
Mehmet YILMAZ  
Meltem SAPLIOĞLU  
Meriç Hatice GÖKDALAY  
Mert ÇUBUKÇU  
Mete ORER  
Muhteşem KAYNAK  
Murat ÇELİK  
Mustafa ILICALI  
Mustafa KARAŞAHİN  
Mustafa ÖZUYSAL  
Nadir YAYLA  
Necati KULOĞLU  
Nejat TUNCAY  
Nevzat ERSAN  
Nevzat ERSELCAN  
Nil GÜLER  
Nuh BİLGİN  
Olçay KINCAY  
Olçay TÜNAY  
Orhan ALANKUŞ  
Osman Kaan EROL  
Osman Nuri ÇELİK  
Özdemir AKYILMAZ  
Özgür BAŞKAN  
Özkan ŞENGÜL  
Perviz AHMEDZADE

Rahmi GÜÇLÜ  
Reşat BAYKAL  
Rıdvan ÖZEL  
S. Pelin ÇALIŞKANELLİ  
Sadettin ÖZEN  
Selim DÜNDAR  
Serdal TERZİ  
Serhan TANYEL  
Serkan TAPKIN  
Seval SÖZEN  
Sevtap YILMAZ DEMİRKALE  
Soner HALDENBİLEN  
Süreyya Yücel ÖZDEN  
Tansel TİMUR  
Turgut ÖZDEMİR  
Tülay KILINÇASLAN  
Yalçın ALVER  
Yalçın YÜKSEL  
Yavuz DUVARCI  
Yetiş Şazi MURAT  
Yıldırım ORAL  
Yıldız SEY  
Yusuf KAĞAN DEMİR  
Yusuf ZORBA  
Yücel CANDEMİR  
Zekai GÖRGÜLÜ  
Zerrin BAYRAKDAR

**TMMOB**  
**İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI**  
**44. DÖNEM YÖNETİM KURULU ÜYELERİ**

NEVZAT ERSAN - BAŞKAN  
ŞÜKRÜ ERDEM - II. BAŞKAN  
BÜLENT TATLI - SEKRETER ÜYE  
CİHAT MAZMANOĞLU - SAYMAN ÜYE  
TANSEL ÖNAL - ÜYE  
AYŞEGÜL BİLDİRİCİ SUNA - ÜYE  
NECATİ ATICI - ÜYE

**TMMOB**  
**İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI İSTANBUL ŞUBESİ**  
**44. DÖNEM YÖNETİM KURULU ÜYELERİ**

CEMAL GÖKÇE - BAŞKAN  
MURAT SERDAR KIRÇIL - SEKRETER ÜYE  
NUSRET SUNA - SAYMAN ÜYE  
İSMAİL UZUNOĞLU - ÜYE  
CÜNEYT ESKİMUMCU - ÜYE  
SADIK DUMAN - ÜYE  
BAYKAL HANCIOĞLU - ÜYE

**SPONSORLAR**

**Ana Sponsor**



ALSİM ALARKO SANAYİ TESİSLERİ VE  
TİCARET A.Ş.

[www.alsimalarko.com.tr](http://www.alsimalarko.com.tr)



**Destekleyen Sponsor**



EMAY ULUSLARARASI  
MÜHENDİSLİK ve MÜŞAVİRLİK A.Ş.

[www.emay.com](http://www.emay.com)

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖNSÖZ - Cemal GÖKÇE</b> .....	9
<b>SUNUŞ - Güngör EVREN</b> .....	11
<b>Ulaştırma Planlaması ve Yatırımları Sorunsalı İstanbul'un Yaka Geçişleri Örneği</b> .....	13
İsmail ŞAHİN	
<b>Ankara-İstanbul Arası Yüksek Hızlı Tren Projesinin ve İşletmesinin Açmazları, Eksikleri ve Sıkıntıları</b> .....	27
İshak KOCABIYIK	
<b>Demiryolu Hemzemin Geçitleri Risk Ölçüm Modeli</b> .....	35
Serkan Erdoğan, Ayhan Dikmen	
<b>Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Eğitiminde Açık Deniz Stajlarında Karşılaşılan Sorunlar Üzerine Bir Araştırma</b> .....	43
Barış KULEYİN	
<b>Bir Deniz Ulaşımı Öyküsü: Bodrum Deniz Ulaşım A.Ş.</b> .....	57
H. Rüştü TEZCAN, Arif YILMAZ	
<b>Karayollarının Çevresel Zararlarını İndirgemek İçin Yöntemler Anadolu Yakası D-100 Otoyolu Örneği</b> .....	67
Esin Ö. AKTUĞLU AKTAN, Nilgün Ç. ERKAN	
<b>İstanbul Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı Kalkış Gece Gürültüsü Haritalama Çalışması</b> .....	77
Oya KESKİN, Sevtap YILMAZ	
<b>İzmir Aliğa Limanında Gemilerin Limanda Bekleme Süresi Boyunca Karbon Salımlarının Hesaplanması ve Bu Salımın Sistem Dinamikleri Yaklaşımıyla İncelenmesi</b> .....	87
Murat BAYRAKTAR, A. Güldem CERİT	
<b>Sinyalize Kavşaklarda Sürücü Davranışlarına Bağlı Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi</b> .....	95
Serhan TANYEL, S. Pelin ÇALIŞKANELLİ	
<b>Sinyalize Dönel Kavşakların Performanslarının Farklı Senaryolar Altında İncelenmesi</b> .....	105
Ziya ÇAKICI, Yetiş Şazi MURAT	
<b>Sinyalize Yol Ağlarında Bağ Kapasite Artırımı ve Sinyal Optimizasyonu Problemlerinin Eşzamanlı Çözümü</b> .....	117
Özgür BAŞKAN, Cenk OZAN	

<b>Küçük Ölçekli Kentlerde Işıklı Kavşaklarda Başlangıç Zaman Kaybı ve Doymun Akım Değerinin Belirlenmesi.....</b>	<b>129</b>
Ayşe POLAT, Gürcan SARISOY, Kemal Selçuk ÖĞÜT	
<b>İstanbul'da Otobüs Durak Ceplerinin Kullanımının İrdelenmesi.....</b>	<b>139</b>
Göker AKSOY, Sami Cankat TANRIVERDİ, Hüseyin Onur TEZCAN, Kemal Selçuk ÖĞÜT	
<b>Türkiye'de Lojistiğin Kurumsal Yapılanması .....</b>	<b>151</b>
Çağlar TABAK, Kürşat YILDIZ	
<b>Türkiye-Avrupa Ulaştırma Koridorunda Çoklu Taşımacılık Maliyetleri ve Taşıma Türü Seçimi.....</b>	<b>169</b>
Hava ALDIN, Volkan ÇETİNKAYA, D. Ali DEVECİ	
<b>Metropol Bölgelerde Lojistik Tesislerin Merkezileştirilmesi Kararının Çevresel Etkileri.....</b>	<b>181</b>
İsmail ÖNDEN, Fahrettin ELDEMİR, Metin ÇANCI	
<b>Finansal Değerleme Tekniklerinin Denizcilik Yatırım Projelerine Uygulanması: Liman İşletmeleri Üzerine Değerlendirmeler.....</b>	<b>191</b>
Onur AKDAŞ, Sadık Özlen BAŞER	
<b>Ülkemizde Düzgünsüzlük Ölçümleri ve Bazı Verilerin Değerlendirilmesi.....</b>	<b>205</b>
Ufuk KIRBAŞ, Mustafa KARAŞAHİN, Birol DEMİR, Nazan ÜNAL	
<b>Hasarsız Deneylerle Bir Sathi Kaplamalı Yol Kesiminin Performans Değişiminin İncelenmesi.....</b>	<b>213</b>
Cahit GÜRER, Mustafa KARAŞAHİN	
<b>Sathi Kaplamalarda Görülen Kusma Bozulması İçin Çözüm Önerileri .....</b>	<b>221</b>
Sedat ÇETİN, Mustafa KARAŞAHİN, Mehmet SALTAN	
<b>Öğütülmüş Araç Lastiği ve Parafin Modifikasyonunun Taş-Mastik Asfalt Kaplamanın Stabilite ve Rijitliğine Etkisi .....</b>	<b>233</b>
Baha Vural KÖK, Mehmet YILMAZ, Mustafa AKPOLAT	
<b>Tesis Yer Seçim Problemi ve Denizli Şehirlerarası Otobüs Terminali Örneği.....</b>	<b>241</b>
Görkem GÜLHAN, Halim CEYLAN	
<b>İstanbul Tarihi Yarımada'da Marmaray'dan Önceki Son Dönemde (2013 Yılı) Giren ve Çıkan Karayolu Trafikinin Dağılımı.....</b>	<b>253</b>
Mustafa Sinan YARDIM	
<b>Ulaştırma Projelerinde Katılım "İstanbul Üçüncü Köprü İncelemesi".....</b>	<b>263</b>
N. Nazlı VARLIER, Özlem ÖZÇEVİK, Sırma TURGUT	

<b>Kentiçi Ulaşım Çözömlömlerine Yönelik Uygulama Örneklöri Üzerinden İstanbul Üst Öçek Ulaşım ve Mekan Planlarının İrdelenmesi.....</b>	<b>275</b>
Bilge Ulusay ALPAY, İclal Kaya ALTAY	
<b>Yapay Olarak Yaşlandırılmış Asfalt Karışımların İlık Asfalt Karışımlarda Kullanılması .....</b>	<b>285</b>
Jülide ÖNER, Peyman Aghazadeh DOKANDARI, Burak ŞENGÖZ, Ali TOPAL, Derya KAYA	
<b>Bentonit Kullanımının Bitümlü Bağlayıcıların Reololjik Özellikleri Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması .....</b>	<b>297</b>
Erkut YALÇIN, Mehmet YILMAZ, Baha Vural KÖK, M. Ertuğrul ÇELOĞLU	
<b>İyon Işınıyla İşlenen Geri Dönüştürölmüş Polipropilenin Bitümün Fiziksel Özellikleri Üzerindeki Etkisi.....</b>	<b>307</b>
Perviz AHMEDZADE, Taylan GÜNAY, Baurzhan KULTAYEV, Ahmet Burak GÖKTEPE, Alexander FAINLEIB, Olga GRIGORYEVA, Olga STAROSTENKO	
<b>Bitüm Modifikasyonunda Stiren-Etilen-Butilen-Stiren Kullanımının Bitümlü Bağlayıcıların Orta Ve Yüksek Sıcaklık Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi.....</b>	<b>317</b>
M. Ertuğrul ÇELOĞLU, Mehmet YILMAZ, Baha Vural KÖK, Erkut YALÇIN	
<b>Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Trafik Kaza Analizi: Erzurum- Horasan Yolu Örneği .....</b>	<b>327</b>
Muhammed Yasin ÇODUR, Ahmet ATALAY, Ahmet TORTUM	
<b>Yapay Sinir Ağları ile Trafik Kazalarının Modellemesi: Erzurum İli Örneği .....</b>	<b>335</b>
Hümeyra BOLAKAR, Ahmet TORTUM, Nuriye KABAKUŞ	
<b>Takip Mesafesi Algısı, Web Tabanlı Bir Anket Çalışması .....</b>	<b>345</b>
Leyla ÜNAL, Neşe ÖZDEK, Esra SATICI	
<b>Şehirçi Yollarda Üstyapı Bozulma Değerlendirmeleri ve Ülkemizde Karşılaşılan Zorluklar.....</b>	<b>359</b>
Ufuk KIRBAŞ, Mustafa KARAŞAHİN	
<b>İstanbul'daki T-Kavşaklarda Üçgen Görüş Alanlarının İrdelenmesi .....</b>	<b>369</b>
Gürcan SARISOY, Mazdak SADEGHPOUR, Kemal Selçuk ÖĞÜT	
<b>Ülkemiz Karayollarında Kar ve Buz Mücadelesi Yönetimi İçin Yeni Bir Maliyet Hesabı Önerisi .....</b>	<b>379</b>
Ahmet Fatih KIĞILI, Mustafa Sinan YARDIM	
<b>Korumasız Yol Kullanıcılarının Güvenliği.....</b>	<b>391</b>
Selim DÜNDAR, Özgün ARIN	
<b>Trafik Kazaları Sonucu Oluşan Yangınların Karayolu Tünelleri Üzerindeki Etkileri ve Yangına Karşı Süreli Koruma Sağlayan Edilgen (Pasif) Yangın Koruma Yöntemleri .....</b>	<b>401</b>
N. Özgür BEZGİN	

<b>Ankara Yenimahalle-Şentepe Teleferik Hattının Anket Dayanaklı Değerlendirilmesi.....</b>	<b>411</b>
Mine POLAT, Mustafa TANIŞ	
<b>Toplu Ulaşım Talebi Analizinde Akıllı Kart Verilerinden Yararlanılması.....</b>	<b>425</b>
Mustafa ÖZUYSAI, Alper DERİ, Aylin KALPAKCI, Pelin ÇALIŞKANELLİ	
<b>Toplu Taşımada Minibüsten Otobüse Geçişin Konfor ve Çevre Açısından Değerlendirilmesi ..</b>	<b>437</b>
Duygu EROL, Hüseyin CEYLAN	
<b>Çevre ve Toplum Yaşamına Duyarlı Kentsel Yaklaşımlar Bağlamında Yaya Erişimi ve Yürünebilirlik (Kadıköy Örneği).....</b>	<b>447</b>
Cenk HAMAMCIOĞLU, Oya AKIN	
<b>Farklı Erişilebilirlik Hesap Yöntemleri ile Erişilebilirliğin Hesaplanarak Yöntemlerin Birbirleriyle Karşılaştırılması: İstanbul Örneği .....</b>	<b>457</b>
Sabahat TOPUZ KİREMİTÇİ, Haluk GERÇEK	
<b>Kent Makroformu Ulaşım Sistemi İlişkisi: Erzurum Örneği.....</b>	<b>467</b>
Doğan DURSUN, M.Yasin ÇODUR	
<b>Kentiçi Ulaşım Uygulamalarında Dönüşüm ve Mekansal Muhayyile.....</b>	<b>477</b>
A. Serap TUNÇER	
<b>Arazi Kullanım Uyumlu Ulaşım Planlaması (AKUUP) Neden Mümkün Olamıyor? Sebep ve Makro Öneriler .....</b>	<b>489</b>
Yavuz DUVARCI, Nursen KAYA EROL	
<b>Başka Diyarlar, Tanıdık Sorunlar, Farklı Bakışlar: Küçük Bir Kentin Ulaşım Sorunları ve Kent Kurguları.....</b>	<b>501</b>
Seher BAŞLIK, Levent ÖZAYDIN, Orhan DEMİR, Mehmet Rifat AKBULUT, Salih Yekta KARAKULAK, Özlem ÜNVER, Seda İNANÇ, Güher KOÇ, Muharrem GÜRBÜZ	
<b>Tehlikeli Madde Taşımacılığı Güzergâh Planlaması İçin Karar Destek Modeli Önerisi .....</b>	<b>515</b>
Serhan KARABULUT, Ebru V. ÖCALIR AKÜNAL	
<b>Küçük Kentlerde Otopark Planlaması ve Yönetimi: Artvin Kent Merkezi Örneği.....</b>	<b>525</b>
Mustafa ÖZEN, Mustafa Sinan YARDIM	
<b>Boğaziçi Üniversitesi'nde Bisiklet Kullanımının Yaygınlaştırılması .....</b>	<b>539</b>
Ilgın GÖKAŞAR, Murat BAYRAK, Onur KALAN	
<b>Ulaşım Planlama Destek Sistemi Olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Ege Üniversitesi Ulaşım Ana Planı Örneği.....</b>	<b>549</b>
Mehmet Metin MUTLU, Yalçın ALVER	
<b>Kentiçi Ulaşımında Araç Paylaşımının İncelenmesi-Sakarya Üniversitesi Örneği .....</b>	<b>559</b>
Zeliha Çağla ÇAĞLAR, Kemal Selçuk ÖĞÜT	

# ÖNSÖZ

Ulaştırma konusu yaşamımızın önemli parçalarından birini oluşturuyor. Toplumsal yaşamın içinde bulunan sosyal ve ekonomik konular da ulaştırma sistemlerinden önemli ölçüde etkileniyor. Bu noktada hızlı kentleşme, sanayileşme, göç ve nüfus artışı gibi konular yeni bir sosyal ortamın oluşmasına da katkı yapıyor.

1950'li yıllara kadar ulaştırma sistemimizin omurgasını demiryolu oluştururken, daha sonraki dönemde ve bugün ulaştırma sisteminin ana omurgasını karayolu taşımacılığı oluşturmaktadır.

Bu kapsamda ulaştırma sistemleri bir bütün olarak ülkemizin ve kentlerimizin genel yapısını etkilemektedir. Ulaştırma sistemiyle ilgili olarak verilen kararların olumlu veya olumsuz olması toplumun sosyal, siyasal, ekonomik, çevresel, ekolojik ve kültürel dinamiklerini de önemli ölçüde farklılaştırıyor.

1950 sonrası dönemde karayolu ulaştırmasına bağlı olarak gelişen ulaştırma sistemimiz, giderek dışa bağımlı hale geliyor. Karayoluna olan bağımlılık her geçen gün yaşam alanlarının biraz daha tükenmesine neden oluyor. Bu durum, toplumsal yaşamı olumsuz olarak etkilediği gibi, yaşam kalitesinin daha fazla düşmesine neden oluyor. Bu durum toplumumuzun yeni bir çevre sorunuyla baş başa kalmasına da neden oluyor. **“Ulaştırmada Sistem Bütünlüğü”** konusunda bugüne kadar önemli çalışmalar yapılmış olmasına rağmen ne yazık ki, ulaştırma sistemlerinde bir bütünlük sağlanamamıştır. Odamız ve Şubemiz bugüne kadar **“Sistem Bütünlüğü”** konusunda yapılan çalışmalara her zaman öncülük etmiştir.

**“11. Ulaştırma Kongresi”** de bu anlayışımızın bir sonucu olarak yapılmaktadır. **27-29 Mayıs 2015** tarihlerinde yapılacak olan Ulaştırma Kongresinde her zaman olduğu gibi **“Ulaştırma Kararlarının Ekonomiye, Doğaya, Çevreye, Kent ve Ülkemize Etkileri Konusunda Toplumun Bilinçlendirilmesi, Ulaştırma Kararlarına Halkın Katılımı”** konusu bir kez daha tartışma konusu yapılacaktır.

Bugün ülkemizde ve kentimizde yapılan ulaştırma yatırımları, var olan plan hükümlerine ve sürdürülebilir gelişme ilkelerine aykırı olarak yapılmaktadır. Ulaştırma konusu **“bir arazi kullanımı”** konusudur. Bugün neredeyse moda haline getirilmiş olan **“proje bir anlayışla”** yatırım kararları alınmakta, plan hükümleri ve kentsel planlama anlayışı yok sayılmaktadır. Kentsel yaşamı ve çocuklarımızın yaşam kalitesini önemli ölçüde sorun haline getiren **“günübirlik”** uygulamalarla gelecek kuşakların yaşam alanları önemli ölçüde daraltılmaktadır.

İstanbul'un kuzeyine **üçüncü bir köprüünün yapılması, üçüncü havaalanı**, boğazı deniz altından iki yaka ile birleştirecek ve içinden sadece motorlu araçların geçeceği **“Boğaz Tüp Tünel Projesi”**, İstanbul'un kuzeyini yapılaşmaya açacak olan **Kanal projesi, iki yakaya iki kent ve kentsel dönüşüm projeleri** İstanbul'u yeni bir göç baskısı altına alacak; İstanbul'un

nüfusunu **25 milyona**, Trakya'nın nüfusunu **45 milyona** çıkaracaktır. Bu durum, yaşanmaz bir İstanbul ve yaşanamaz bir bölgenin ortaya çıkmasına neden olacaktır.

Altını çizdiğimiz bu ve benzeri projeler kentleşme ve **sürdürülebilir ulaşım** ilkelerine aykırıdır. 2009 yılında yürürlüğe girmiş olan "**İstanbul Çevre Düzeni Planında**" yeri olmayan "**bilim dışı projelerdir**". Önce bu projelerin yapılmasına karar verilmiş, sonra da "**yasal çerçevesi**" oluşturulmaya çalışılmıştır. Toplumsal fayda, kamu yararı ve sosyal eşiklerin aşılması bakımından **İstanbul'a** yapılabilecek "**büyük bir kötülüktür**". Bu projeler "**rant**" projeleridir.

Açıkçası "**Ulaştırma alanında yapılan yatırımlar araçların taşınmasına göre değil, insanların erişimlerini kolaylaştıracak şekilde yapılması gerekmektedir. Kent mekanları otomobiller için değil, insanların kullanımına göre düzenlenmelidir**" öngörüsü, sürekli olarak gündem dışı tutulmaktadır.

Böylesi bir ortamda Odamız adına düzenlediğimiz "**11. Ulaştırma Kongresi**" günümüz ve geleceğimiz adına büyük bir önem taşımaktadır.

"**Çevre Koruma ve Geliştirme**" üzerine kurulu olmayan, "**insanı odak noktasına**" almayan bir "**ulaştırma sistemi**" sürdürülebilir değildir.

Açıkçası "**kentleri otomobillere uydurmak yerine, otomobilleri kente uydurmak, sürdürülebilir ulaştırmanın ana halkası**" olarak tanımlanmaktadır.

**27-29 Mayıs 2015** tarihlerinde yapılacak olan "**11. Ulaştırma Kongresi**"nin gerçekleştirilmesinde önemli bir katkı sağlayan başta **Prof. Dr. Güngör EVREN** olmak üzere, düzenleme kurulumuzun diğer üyelerine, bilim kurulu üyelerine, kongremizi bildirileriyle zenginleştiren değerli katılımcılara, ayrıca; maddi ve manevi desteğini esirgemeyen tüm kurum, kuruluş ve kişilere en içten teşekkürlerimizi sunuyoruz. **20 Mayıs 2015**

**Cemal GÖKÇE**

TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası

İstanbul Şube Başkanı



# SUNUŞ

TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi tarafından Ulaştırma Kongresi'nin on birincisi 27-29 Mayıs 2015 tarihlerinde Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi'nde gerçekleştirilecektir. İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi başlangıcından bu yana, ulaştırma kongrelerinde ülkemizin ve İstanbul'un sorunlarını bilimsel olarak değerlendirerek çözümler geliştirmeyi amaçlamıştır.

Bundan önceki ulaştırma kongrelerinde yerel ve merkezi yöneticilerin dinleyici olarak ve bildiri sunarak kongrelerimize katılmaları son derece doğal ve sevindiriciydi. Son dönemlerde -katılım şöyle dursun- kongremizi engelleyici eşzamanlı karşı toplantılar düzenlenmesi ve kongre sonuçlarının görmezlikten gelinmesi üzücüdür.

Giderek artan çılgın, plan dışı yatırımların ve bilim dışı günü birlik kararların artmasının belirtilen tavırla ilgili olduğunu düşünmemek olası değildir.

Kongrelerin genel kurgusunda, sorunlara bilimsel yöntemlerin ışığında çözüm aranırken, temel nitelikteki yanlışlıklara karşı kararlı bir tutum sergilenmiştir.

Ama geldiğimiz bu aşamada, ülkemiz ve özellikle İstanbul'da plan dışı yatırım projeleri ve uygulamalar telâfisi mümkün olmayan niteliktedir. Bunun yanında, İnşaat Mühendisleri Odası'nın da içinde bulunduğu meslek odaları ve sivil toplum örgütlerinin hukuki başvuruları üzerine yargı tarafından verilen yürütmeyi durdurma ve iptal kararlarına uyulmaması kaygı vericidir.

Özetlenen ortam nedeniyle **11. Ulaştırma Kongresi'nin ana konusu : "Ulaştırma Kararlarının Ekonomiye, Doğaya, Çevreye, Kent ve Ülkeye Etkileri Konusunda Toplumun Bilinçlendirilmesi - Ulaştırma Kararlarına Halkın Katılımı"** olarak belirlenmiştir. Kongre sonunda yapılacak olan Forum'da da **"Doğaya ve Çevreye Zararlı Plan Dışı ve Yanlış Ulaştırma Kararlarına Karşı Hukuk Güvencesi"** üzerinde durulması gereği ortaya çıkmıştır.

11. Kongre'de 4'ü çağrılı olmak üzere 54 bildiri sunulacaktır. Kongre, tartışma ortamını oluşturacak olan Forum ile sona erecektir. Kongre çalışmalarının ve sonuçlarının yararlı olmasını diliyoruz.

Bildirileri sahiplerine, Bilim ve Danışma Kurulu üyelerine ve katılımları, görüş, öneri ve eleştirileriyle kongrenin değerini artıran katılımcılara da katkıları için içten teşekkürlerimizi sunuyoruz.

**Prof. Dr. Güngör EVREN**

Kongre Düzenleme Kurulu Başkanı



# Ulaştırma Planlaması ve Yatırımları Sorunsalı İstanbul'un Yaka Geçişleri Örneği

**İsmail ŞAHİN**

Yıldız Teknik Üniversitesi, Davutpaşa Kampüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü  
Ulaştırma Anabilim Dalı, 34210 Esenler / İstanbul  
Tel: (212) 383 51 80  
E-Posta: sahin@yildiz.edu.tr

## Öz

İstanbul'un yakaları arasındaki geçiş projeleri daima tartışılmıştır. Karar vericilerin öncelikle uyguladığı projelerin planlama süreçleri yeterli kapsam ve ayrıntıda ele alınmadığı ya da tamamen atlandığı için, çoğu büyük uygulamanın sonuçları olumsuz olmuştur. Bugünün ulaştırma/trafik sorunlarının altında, büyük ölçüde geçmişteki yanlış kararlar yatmaktadır. Yakalar arasındaki geçişlerde ağırlık karayolu ulaştırmasına verilmiş, toplu taşıma bileşeni geleneksel otobüs hizmetleriyle sınırlı tutulmuştur. Boğaz köprüleri kendi taleplerini yaratarak orta vadede kapasitelerini tüketmiştir. Yeni kapasite arzı-talep üretimi-tıkanıklık kısır döngüsü (sorunsal), yeni kapasite istemlerini körüklemiştir. Son zamanlarda, yakalar arasındaki toplu taşıma talepleri, orta seviye kapasiteli ve düşük hizmet düzeyli Metrobüs ile karşılanmaya çalışılmaktadır. Yakalar arasındaki geçiş sorunlarını aşmaya dönük beklentilerle inşaatına başlanan Marmaray ise kısa bir güzergâhta tıkanıp kalmıştır. Bu çalışmada, yaka geçişlerindeki projeler planlama süreçleriyle birlikte ele alınmakta, yatırım öncelikleri değerlendirilmekte ve geçişlerde yaşanan darboğazların aşılması için öneriler sunulmaktadır. Ulaştırma hizmetlerinin sunulması sürecinde rol alan kurumların ve bireylerin, sorunlara gerçekçi çözümler getirmesi konusundaki sorumluluk paylaşımlarına da değinilmektedir.

**Anahtar sözcükler:** Metrobüs, Marmaray, Üçüncü köprü, Avrasya tüneli projesi, ulaştırma planlaması, kurumsal ve bireysel sorumluluk.

## Giriş

İstanbul Boğazı yakın çevresiyle birlikte dünyada eşine az rastlanır güzellikte bir coğrafyadır. Bu coğrafya; denizi, suyu ve verimli topraklarıyla binlerce yıldan beri insan yerleşimlerine ev sahipliği yapmaktadır. Uygarlıkların gelişmesiyle birlikte bölgenin coğrafi konumu önemini daha da artmış; dünyanın diğer coğrafyalarında olduğu gibi İstanbul da misafirperver ev sahipliğini gelen uygarlıklardan esirgememiştir. Geçmişten günümüze bu topraklara gelip yerleşenleri, bıraktıkları izlerle tanıyor ve değerlendiriyoruz. Günümüzden geçmişe bakarak çıkarabileceğimiz dersler, bu bağlamda, gelecek hayallerimiz için önemli ipuçları veriyor. Gelecek için geçmişten çıkardığımız dersler, bugünün gereksinimleri ve gelecek öngörülerini, bir bütünlük içinde ele alınmalıdır. Aslında, planlamanın olağan gelecek kurgusu içinde, bugünün gereksinimleri geçmişteki gelecek öngörülerinde (planlarında) tanımlanmış olmalıdır.

Bir uygarlık aracı olan planlama, neden–sonuç ilişkilerine dayanan bir akılcı çıkarım sürecidir. Ülkemizdeki sosyal, ekonomik ve politik dinamikler, uzun erimli olması gereken ulaştırma planlaması çalışmalarını, çoğunlukla, bugünün ya da kısa erimli gereksinimlerin karşılanmasına odaklıyor. Planlama geçmişi uzun olmayan ülkemizde, karar vericiler genellikle bugünün gereksinimlerine odaklanan yatırım kararları almayı tercih ediyorlar. Ulaştırma sorunlarıyla baş etmekte zorlanan yerel yönetimler, geçmişteki planlama eksikleri ve hatalarının yarattığı eski/yeni sorunlarla boğuşmakta; ancak, uyguladıkları bilim ve akıl dışı karar süreçleri nedeniyle, hem kendilerini hem de kent halkını kırılsın güç bir kısır döngüye (sorunsala) mahkûm etmektedirler.

Rasyonel ulaştırma planlamasını, sürdürülebilirliğin ekonomik kalkınma, sosyal adalet/eşitlik ve çevresel koruma sacayakları üzerine oturttuğumuzda, iki ana paydaş öne çıkar: Toplum ve doğa. Sacayakların ilk ikisi toplum ya da insan, üçüncüsü ise doğa ile doğrudan ilişkilidir. Ulaştırma planlamasının ürünleri olan ulaştırma yatırımları, karar vericiler (politikacılar) ve bu kararları uygulayanlar (yatırım kaynaklarına yön veren bürokratların oluşturduğu kamu yönetimi ve -genel anlamda- yüklenicilerden oluşan özel sektör) ile emeğini ulaştırma hizmetlerinin üretilmesinde kullanan ve bu hizmetlerden yararlanan konumundaki halk/insanlar, toplumun bileşenleri arasındadır. Ulaştırma yatırımlarının ölçeği (boyutları) çok büyük olduğundan, geniş coğrafyalardaki doğayı (insan topluluklarını da içine alan canlı ve cansız yaşamı) ve içinde oluşmuş dengeleri doğrudan etkiler. Uygarlık ya da ekonomik kalkınma, toplum ve doğa ilişkilerini, gereksinimlerini ve haklarını, bilimin ve aklın süzgecinden geçirdiği ölçüde, yaşamın bütününde rasyonel sonuçlar doğurabilir. Ulaştırma gereksinimlerinin karşılanmasında, genel anlamda, insan ve doğa arasındaki ilişki, uzun vadede bir uzlaşma yerine çelişkiye dönüştüğünde, kaybedenin insan olacağı kesindir; çünkü doğa, kendi dengesi içinde “nedensiz” varlığını sürdürürken, yaşama, “nedenleriyle” değer katmaya çalışan insanın, doğa dengeleri olmaksızın bunu başarabilmesi çok zordur ya da yeni paradigmalarda/düzenler üretmesi gerekir. Sürdürülebilirlik temelindeki kalkınma süreçleri, bu bakımdan, topluma ve doğaya danışmayı, gereksinimlerini ve önerilerini dinlemeyi/göz önünde bulundurmamayı, etki–tepki ya da neden–sonuç mekanizmalarından nasıl etkilendiklerini, bilimin aydınlığında incelemeyi gerektirir. Ulaştırma projelerinin hayata geçirilme sürecinde, toplumun içindeki paydaşların kurumsal sorumluluk ve bireysel sosyal sorumluluk davranışları da, bu bağlamda, sorgulanmalıdır.

Bu çalışmada, İstanbul’da yaka geçişlerine ilişkin ulaştırma planlaması ile yatırım kararları ve uygulamaları, yukarıda anlatılan kapsamda ele alınmaktadır. Geçmişteki yatırım örneklerinden (Boğaziçi Köprüsü ve Fatih Sultan Mehmet Köprüsü) “ne umduk ne bulduk” bakışıyla çıkarılan derslerden yararlanarak, güncel yatırım örneklerinden Karayolu Boğaz Geçiş Tüneli Projesi (Avrasya Tüneli projesi), Üçüncü Köprü ve Kuzey Marmara Otoyolu için, beklenen neden–sonuç ilişkileri değerlendirilmektedir. Ayrıca toplu taşıma sistemleri olan Metrobüs ve Marmaray projelerine de değinilmektedir.

## **Yakalar Arası Geçiş Serüveni ve Planlama**

İstanbul’un iki yakası arasında denizyoluyla yapılan geçişlere, 1973 yılında İstanbul Boğazı’nın üstünde Boğaziçi Köprüsünün açılmasıyla karayolu geçişi ve 2013 yılında İstanbul Boğazı’nın altında Marmaray hattının (Anadolu yakasında Ayrılık Çeşmesi ve Avrupa yakasında Kazlıçeşme arasında) kısmen açılmasıyla demiryolu geçişi eklendi. Bu geçişlere yenilerini ekleyecek projeler halen inşa edilmektedir. İstanbul Ulaşım Ana Planı, İUAP (2011), 2023 yılında iki yaka arasındaki yolculukların, kent genelindeki yolculukların

%11'i olacağını öngörmektedir. Yakaları geçen taşıtlar içindeki ağır taşıtların oranının da bu mertebede olması beklenmektedir. Yakalar arasındaki trafik, kent gelindeki trafiğin küçük sayılabilecek bir bölümünü oluştursa da, bazı kesimler tarafından potansiyel fayda alanı olarak görülmektedir. Kamu yararı kisvesi altında burada yapılan ulaştırma yatırımları, geçiş sorunlarını zaman içinde ötelemekte ve büyütmektedir. Yakalar arasında bugüne kadar yapılan karayolu yatırımlarından önce raporlanan gerekçeler daima benzerlik göstermiştir: Trafik tıkanıklığını çözmek!

Boğaziçi Köprüsü ve Çevre Yollarına ilişkin bir değerlendirme raporu De Leuw, Cather and Company tarafından hazırlanır ve 1956 Mayıs'ında Karayolları Genel Müdürlüğü'ne teslim edilir. 13 yıl sonra 1956'da hazırlanan raporu güncellemek amacıyla, De Leuw, Cather Organisation ile 1968 Nisan'ında yeniden anlaşılır (De Leuw ve diğ., 1969). Raporda, bu süre zarfında, İstanbul genelinde önemli gelişmeler olduğu, nüfus ve istihdamla birlikte trafiğe kayıtlı motorlu taşıt sayısının öngörülenin çok üzerinde bir hızla arttığı belirtilir. Kentiçi karayolu sisteminde yapılan iyileştirmelerin trafik talebini zorlukla karşılayabildiği raporlanır. Boğazı geçen taşıt trafiğinin 1954'te 880.000 iken 1967'de 3.800.000 değerini aştığı, sayılardaki bu değişimin, kent alanındaki dönüşüm hakkında fikir verdiği belirtilir. Raporda, İstanbul'daki trafik probleminin çözümü için kentiçi toplu taşıma sistem(ler)ini geliştirmek ve trafiği hızlandırmak için yeni kentiçi ekspres yollar inşa etmek önerilir. Raporda iki sistem karşılaştırılır: Köprüyle birlikte çevre yolu ve arabalı vapur hizmeti. Köprü inşa edilmezse, Boğaz'ı geçen toplam taşıt sayısı günlük olarak 1990 yılında 51.720 ve 1995 yılında 63.000 taşıt olarak tahmin edilir. Boğaziçi Köprüsü inşa edilir ve arabalı vapur seferleri kaldırılırsa, Boğazı geçen toplam taşıt sayıları günlük olarak 1990'da 70.570 ve 1995'te 87.000 olarak tahmin edilir (De Leuw ve diğ., 1969). Bu yıllarda sadece köprülerden geçen taşıt sayıları, sırasıyla, yaklaşık 186.000 ve 275.000 olarak gerçekleşir (KGM, 2015). Rapor tahminlerinin, gerçekleşen değerlerin oldukça gerisinde kaldığı görülmektedir.

İkinci Boğaz Geçişi'ne ilişkin bir fizibilite çalışması Freeman Fox ve diğ. (1977) tarafından hazırlanır. Çalışmada şu seçenekler incelenir: Boğaziçi Köprüsü'nün kuzeyinde 5 köprü seçeneği, merkezde (Üsküdar-Beşiktaş arasında) 2 köprü seçeneği, güneyde 1 karayolu tüneli (yaklaşık AVRASYA tüneli güzergâhında) ve 5 demiryolu seçeneği (bazı seçenekler önerilen köprülerle birlikte, seçeneklerden biri batırma tüp olarak yaklaşık MARMARAY güzergâhında). Fizibilite çalışmasında, yük taşımacılığı ön plana çıkmakla birlikte, kentiçi trafik sorunlarıyla ilgili çeşitli değerlendirmeler de yapılmaktadır. Geliştirilen trafik modeli, ikinci bir geçişin gerçekleştirilmemesi halinde, Boğaziçi Köprüsü'nü geçen taşıt sayısının 1980'lerin başında 130.000 taşıt ve 1995 yılında 290.000 taşıt değerine ulaşacağını öngörmüştür. İkinci geçişin Boğaziçi Köprüsü'nün kuzeyinde bir yerde inşa edilip 1982 yılına kadar hizmet vermeye başlaması durumunda, iki köprüden 1982 yılında toplam 138.000 taşıt ve 1995 yılında 256.000 taşıt geçeceği tahmin edilmiştir. İkinci bir geçişin gerçekleştirilmesi durumunda gerçekleştirilmeme durumuna göre talep tahminindeki azalma ilginçtir. Bu yıllarda sadece köprülerden geçen taşıt sayıları, sırasıyla, yaklaşık 94.000 (sadece Boğaziçi Köprüsü) ve 275.000 olarak gerçekleşmiştir (KGM, 2015). Bu sayıların tahminlerle tutarlı olduğu kabul edilebilir.

İstanbul'un iki yakası arasında Boğaziçi Köprüsü'nün 1973 yılında hizmete girmesinin ardından, ikinci birleştirme 1988 yılında açılan Fatih Sultan Mehmet Köprüsü ile gerçekleşir. Bu karayolu bağlantılarından ilki üzerinde kurulan ve kapasitesi orta düzeyde olan lastik tekerlekli toplu taşıma sistemi Metrobüsün, Avcılar-Zincirlikuyu arasındaki hattı, 2009 yılında Anadolu yakasında Söğütluçeşme'ye kadar uzatılır. İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanı Kadir Topbaş, açılıştan kısa bir süre sonra, Metrobüs taşıtlarında ve istasyonlarında

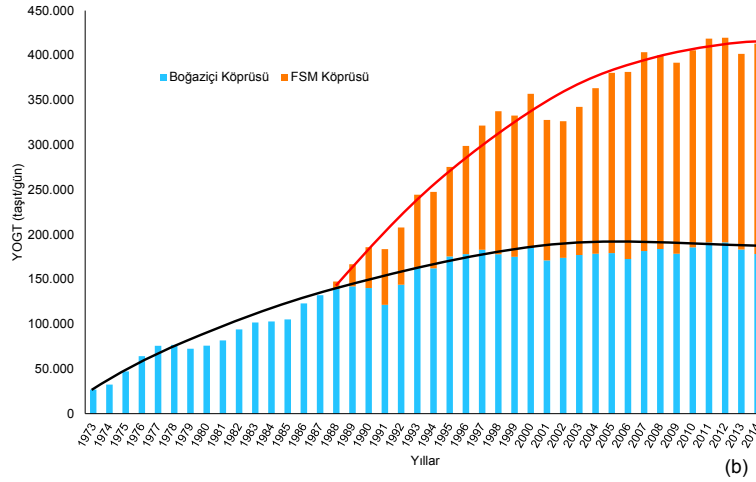
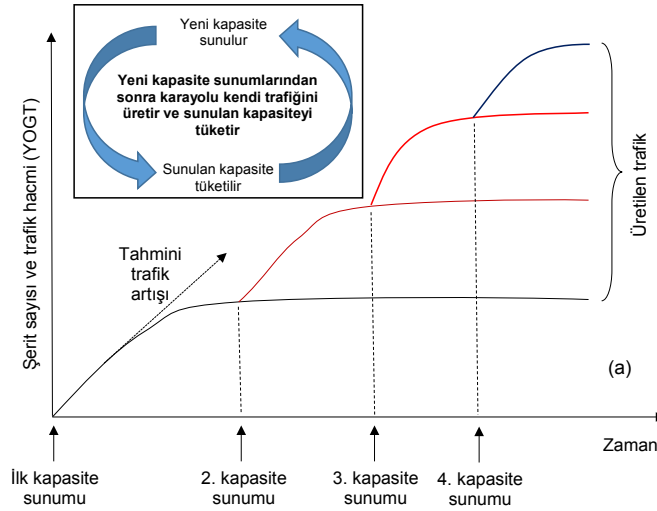
yaşanan yoğunluklar ve hizmetlerdeki aksamaların ardından, “Metrobüs hattı artık kapasitesinin çok üstüne çıktı, metro hattına dönüştürme çalışmalarımız var” demecini vermiştir. Metrobüsün hizmet ömrünü tamamlamadan kapasitesine kısa sürede erişmesi, otobüslerde ve peronlardan sunulan hizmet düzeyinin kalabalık nedeniyle oldukça düşük seviyede olması ve bu özellikleri nedeniyle kullanıcılarda toplu taşıma hizmetleriyle ilgili olumsuz sayılabilecek bir algı yaratması, yerel yönetimin benimsediği ulaştırma politikasının gerçek yaşamdaki somut sonuçlarıdır.

Ulaştırma Eski Bakanı Binali Yıldırım Marmaray teftiş gezisi sırasında yaka geçişleri hakkında şunları söyler: 2015’te köprü trafiği kalmayacak. Marmaray, oto tüp geçidi (Avrasya tüneli) ve üçüncü köprü de yapılıncaya bu geçişler sorun olmaktan çıkacak (Yıldırım, 2013). Ulaştırma Bakanı’nın değindiği üç projenin yaka geçişlerindeki etkileri hakkında başka neler söylendiğine göz atmakta yarar vardır. Rahmetli Mimar Oktay Ekinci, Marmaray metro hattının hizmete girmesiyle birlikte, İstanbul’un iki yakası arasındaki geçişlerin rahatlayacağını ve üçüncü bir karayolu köprüsünün (geçişinin) gereksizliğinin yaşanarak görüleceğini savunuyordu (Ekinci, 2005). İnşaatı halen devam eden Avrasya tünelinin Çevre ve Sosyal Etki Değerlendirmesi (ÇSED) raporunda, projenin sağlayacağı faydalar hakkında şunlar belirtilmektedir: Avrasya Tüneli, Boğazı geçen üçüncü bir yol aracılığı ile mevcut yoğunluğu hafifletmeye katkıda bulunmak için tasarlanmıştır. Bu altyapı ile iki yaka arasındaki yolculuk süresinin 100 dakikadan 15 dakikaya düşeceği tahmin edilmekte, yolculuk süresindeki bu azalmanın getirdiği ekonomik faydalar yanında, yakıt tüketimi ile ilişkili sera gazı ve diğer egzoz salımlarında ve gürültü kirliliğinde önemli azalmalar meydana gelmesi beklenmektedir (Avrasya, 2011). Önceki Karayolları Genel Müdürlerinden Atalay Coşkunoglu, inşaatı halen devam eden üçüncü köprü’nün güzergâhı hakkında şu görüşleri dile getirmiştir: Garipçe–Poyrazköy güzergâhındaki üçüncü köprü projesi büyük orman tahribatına yol açacak, buralardaki yerleşmeleri devlet önleyemeyecektir. Bağlantı yolları için 100–150 metre genişliğinde, 80–90 kilometre uzunluğunda bir orman alanının açılması gerekecektir. Bu arada su kaynakları da kirlenmiş olacaktır. Üçüncü köprü güzergâhı uygun değil. Bu köprü’nün İstanbul’un iç trafiğine hizmet edeceği düşünülemez. Bir süre sonra etrafında kendi yerleşimlerini ve trafiğini yaratacak. Yani İstanbul trafiğini çözmeyecek, bu trafiğe yeni yük getirecek (Coşkunoglu, 2010).

Şimdi özellikle inşaatları devam eden karayolu geçişlerinin beklenen sonuçlarını ele alıp, projelerle ilgili değerlendirmeler yapalım.

### **Yakalar Arası Yeni Geçişlerde Beklenen Son**

Yeni karayolu kapasitesi sunumunun ardından, bu kapasitenin hızla tüketilmesiyle birlikte artan trafik tıkanıklığının, yeni kapasite sunumlarını gündeme getirmesi, bilinen bir kısır döngüdür. Şekil 1’de bu kısır döngü olgusu resmedilmiştir. Yeni bir kapasite sunulduğunda, tıkanıklık oluşuncaya kadar trafik hacmi büyümesini sürdürür, sonra büyüme oranı azalır ve dengeye gelir; bu durum Şekil 1(a)’da eğrilerin bir süre sonra yatay hale gelmesiyle gösterilir. Trafik hacminin artması sürecinde geleceğe dönük yapılan talep tahmini, daha çok kapasiteye gereksinim duyulduğunu işaret eder. Ancak, trafik hacmi eğrisinin sonraki süreçte yatıklaşma/denge eğilimine gireceği bu tahminde göz ardı edilir. Her yeni kapasite sunumunda (örneğin, yeni şeritler eklenmesi halinde), tahmin edileceği gibi, yeni bir trafik büyümesi/üretimi süreci yaşanır ve trafik hacmi Şekil 1(a)’daki gibi üst üste katlanarak büyür (Litman, 2015). Bu gerçek, Şekil 1(b)’de görüldüğü üzere, birinci ve ikinci Boğaz geçişlerinde İstanbul’da yaşanmıştır. Yeni geçişlerin yakalar arasındaki trafiği büyütmesi, geçmiş deneyimlerin ışığında, kaçınılmazdır.



Şekil 1 a) Yeni kapasite sunumu ve trafik hacminin artması; b) Boğaziçi ve Fatih Sultan Mehmet Köprüleri örneği

## Yakalar Arasındaki Geçişlerin/Projelerin Değerlendirilmesi

### Metrobüs

Yeni inşa edilen bir ulaştırma altyapısının hizmet ömrünü doldurmadan kısa sürede kapasitesine erişmiş olması, toplu taşıma planlaması açısından başarılı bir örnek olarak kabul edilemez. Metrobüs'ün bu noktaya gelmesinin başlıca sebebi, hattın planlama sürecinin atlanıp tasarımıyla işe başlanmasıdır. Fizibilite etüdü hazırlanmayan bir projenin vereceği sonuç şansa bırakılır. İstanbullular olarak, böylece, “nur topu” gibi (talep bakımında obez), buna karşın kapasitesi yetersiz “yepyeni” bir toplu taşıma sistemine sahip olduk. Üstelik taşıma kapasitesi arttırılmayan, hizmet düzeyi her geçen gün kötüleşen bir toplu taşıma sistemine mahkûm edildik. Çünkü sistem, hem geometrik hem de işletim bakımından sınırdaki bir tasarıma sahiptir. Taşıtların doluluğu zirve saatlerde %100'ün çok üzerinde olup, bu haliyle çekici bir algı/imağ görüntüsü vermekten oldukça uzak bir toplu taşıma sistemidir. Metrobüs türü toplu taşıma sistemleri, talep-kapasite dengesinin sağlanabildiği koridorlar için, yapım süresi kısa ve yapım maliyeti görece düşük olduğundan, cazip bir sistem olabilir; ancak,

İstanbul 1. Çevreyolu koridoruna uymadığı kesindir. Bu sonuca gelinmesinde, karar vericilerin, 1. Çevreyolu koridorunu yeterince tanımadığının da rolü olduğu düşünülmektedir.

Birinci Çevreyolu koridoru İstanbul'un en kalabalık koridorlarından biridir. Bu koridorun planlanmasındaki çıkış noktası, kenti doğu-batı doğrultusunda yayarak, çok merkezli bir yapıya kavuşturmakta ve bu hedefe büyük ölçüde ulaşılmıştır. Koridorun iki yanında konut, ticaret, sanayi vd. işlevli çok sayıda ve kalabalık merkezler oluşmuştur. Bu koridorda Metrobüs gibi orta seviye kapasiteli değil, metro gibi yüksek kapasiteli bir toplu taşıma sistemi hizmet vermeliydi. Birinci Çevreyolu İstanbul'daki yaka geçişlerinde bir "arzu hattı" konumundadır. Yakalar arasındaki yüksek kapasiteli raylı sistem yatırımlarında bu koridor öncelikli olarak değerlendirilmeye alınmalıydı. Bu bakımdan, Marmaray ikinci öncelikli bir koridor görünümündedir.

## **Marmaray**

Tamamlandığında İstanbul'un Anadolu yakasında Gebze ve Avrupa yakasında Halkalı terminal istasyonları arasında, yaklaşık 76 km uzunluğa sahip kentiçi ve anahat ulaştırma işlevlerine sahip bir raylı sistem olarak hizmet verecektir. Marmaray projesinin tamamlanamama nedeninin "çanak çömlek" olmadığı anlaşılmıştır. Planlama sürecindeki vahim hatalar ve bu süreçte üretilen projenin işlevsiz olmaması, projenin tıkanma noktasına gelmiş olmasındaki başlıca etmenlerdir. İki yakada çift hatlı olan demiryollarını üç hatta çıkarma girişimi, buna karşın batırma tüp ve bağlantı tünellerinin çift hat olarak inşa edilmesi, Haydarpaşa ve Sirkeci merkez garlarının işlevsiz kılınması, kamulaştırma güçlükleri, koridor boyunca çok sayıda tarihi ve kültürel varlığın yıkılarak yok edilecek olması, koridor yakınındaki kentsel altyapı tesislerinin yer değiştirme (deplasman) sorunları, Marmaray projesinin planlama sürecinde yeteri kadar incelenmemiş, ancak yapım sürecinde yüz yüze kalınmış büyük sorunlar olarak varlığını sürdürmektedir.

Marmaray planlarında iki yakadaki demiryolu hatları üç hat ve batırma tüp ise (bağlantı tünelleriyle birlikte) iki hat olarak tasarlanmıştır. Yakalardaki hatlardan ikisinin kentiçi toplu taşıma trenlerine ve kalan tek hattın da kentler arası yolcu ve yük trenlerine hizmet vermesi planlanmıştır. Bize göre bu bir planlama hatasıdır. Çünkü iki yakada üç hat üzerinden gelen tren trafiği, sadece iki hatta sahip tüpte/tünelde bir darboğaza girmeye çalışacaktır (karayolunda üç şeridin iki şeride düşmesi gibi). Yakalardaki üçüncü hat, koridor boyunca kamulaştırmalarla birlikte çok sayıda tarihi istasyon, tünel vd. yapıların yıkılmasını gerektirmektedir. Tarihi mirasın korunması bakımından bu durum kabul edilemez. Üstelik planlanan üçüncü hatta işletilmesi beklenen şehirlerarası yolcu ve yük anahat tren trafiği talebinin hattın sunabileceği kapasitenin çok üzerinde olacağı kuvvetle muhtemeldir. Bu planın getireceği yıkım, sağlayacağı faydadan çok daha fazla olup, vazgeçilmesinde ve diğer seçeneklerin araştırılmasında yararlar vardır (Şahin, 2013).

Marmaray bu sorunlarla baş başa bırakılmışken, diğer karayolu geçişleri inşaatlarının hızla sürüyor olması da manidardır. Muhtemelen, Marmaray'dan çok sonra başlayan bu karayolu projeleri Marmaray'dan önce hizmete sokulmuş olacaktır.



## Üçüncü Köprü ve Kuzey Marmara Otoyolu

Kuzey Marmara Otoyolu (3. Boğaz Köprüsü dâhil), İstanbul Boğazı ile Kocaeli ve Trakya yarımadalarının kuzeyinde inşa edilen, ortasında çift hatlı bir demiryolu bulunan 2x4 şeritli bir karayolu projesidir. Proje, İstanbul'un kuzeyinde yer alan ormanlık alanlar ve su havzalarının içinden/yakınından geçtiği için çok tartışılmakta ve güzergâhına karşı çıkılmaktadır. Bu tartışmalar ve karşı çıkışlar projenin işlevi (hizmet edeceği şey) ile de ilgilidir. Üçüncü köprü'nün planlanması ve konumu hakkında ilgililer geçmişte aşağıdaki görüşleri raporlamışlardır.

2000'lere girdiğimiz yıllarda Karayolları 17. Bölge Müdürlüğü tarafından hazırlanan "İstanbul 3. Çevreyolu Güzergâhının Tespiti Konusunda Rapor" adlı çalışmada beş koridor incelenmiştir. Bunlardan en kuzeydeki Anadolukavağı–Sarıyer arasındaki 5. Koridor için raporda yer alan ifadeler aynen şöyledir: *Etüt edilen koridor, şehrin çok kuzeyinden geçmesi nedeniyle, şehiriçi trafiğine katkısı hiç yoktur... Orman alanları ve su kaynaklarının, İstanbul dâhilinde kalan bölümü üzerinde çok büyük olumsuz etkileri olacaktır. Halen İstanbul'un en önemli içme suyu kaynakları olan Elmalı Barajı, Alibey Barajı ve Sazlıdere Barajı ile Belgrad Ormanları içerisindeki bentler bu projeden direkt olarak etkilenenecektir.* Bugün inşaatı süren 3. Boğaz Köprüsü, yukarıda değinilen seçeneğin yaklaşık 5 km kuzeyinde yer almakta, belirtilen sakıncaların tümünü fazlasıyla taşımaktadır. 2008 yılında İBB tarafından hazırlanan 1/100 bin ölçekli İl Çevre Düzeni Planı Raporu'nda 3. Köprü önerisi, "tepeden inme merkezi projeler" arasında bulunmaktadır. Raporda çevresel sürdürülebilirlik için şu saptamalar yapılmaktadır: *İstanbul'un sahip olduğu su havzaları ve orman alanları başta olmak üzere, kentin yaşam destek sistemlerini oluşturan ve Karadeniz sahillerine paralel olarak uzanan yatay kuzey eksenindeki ekolojik değerlerin ekonomik girişimlere korumacı bir yaklaşımla kapalı tutulması gerekmektedir.* Rapor, kentin gelişmesini batı ve doğu kanatlara doğru sürdürmesini önermektedir.

Yürütülmekte olan projenin Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirmesi (ÇSED) raporunda projenin olumsuz etkileri şöyle listelenmektedir:

- Özellikle korunan alanlarla ilgili olarak ekoloji ve biyolojik çeşitlilik, ağaç kaybı, ormanlık yaşam alanları, yaşam alanları arasında parçalanma ve bağlantıların azalması;
- Arazi kullanımı değişiklikleri–bunların bazıları projenin dolaylı bir sonucu olarak ortaya çıkacaktır;
- Güzergâh üzerindeki bazı noktalarda işletme aşaması ile ilgili gürültü etkileri;
- Bazı görüş açılarındaki görsel etkiler;
- Özellikle arazi kullanımındaki değişiklikler ve kontrolsüz iç göçün sonucu ile ilgili olarak sosyoekonomik etkiler;
- İnşaat faaliyetleri sırasında ortaya çıkacak veya hasar görececek bilinmeyen mevcut arkeolojik bulgu potansiyeli.

Projenin potansiyel faydaları olarak ise şunlar belirtilmektedir:

- Özellikle yeni ormanların yaratılması ve mevcut ormanlar içinde değişen yönetsel uygulamalarla ilgili olarak ekolojik canlanma, yaşam alanları yaratılması ve etki azaltma işlemleri için olanaklar;
- İlginç bir köprü tasarımı ve duygulu ve yüksek kaliteli manzara çalışmalarından elde edilecek görsel faydalar;

- İstanbul'un kuzey kesimlerindeki yeni altyapı ve erişimle ilgili olarak artan istihdam, ekonomik etkinlikler ve ulusal bağlantılar.

Raporda belirtilen olumlu ve olumsuz etkiler birlikte değerlendirildiğinde, projenin çevresel olumsuz etkilerinin kaçınılmaz olduğu anlaşılmaktadır. Hem inşaatın getirdiği doğa tahribatı hem de arazi kullanımında beklenen değişimlerle birlikte yeni insan yerleşimlerinin oluşturacağı tahribatlar, kaçınılmaz ve geri döndürülemez görünmektedir. Arazi kullanımındaki değişimler kentin kuzeyindeki yerleşmeleri, dolayısıyla nüfusu arttıracaktır. Bu durum, kentin doğal kaynakları için eşik değerlerin zaman içinde hızlanarak aşılması anlamına gelmektedir. Özellikle karayolu geçişi, arazi kullanımında ve nüfus artışıdaki etkilerle birlikte kendi trafiğini yaratacaktır. Projenin konumu itibarıyla İstanbul'un yaka geçişlerindeki trafik sorunlarına çare olması beklenmemektedir, zaten raporda da bu konuya değinilmemektedir. Karayolu yapısının, İstanbul bağlantılı ve kenti transit geçen ağır taşıtlar (yük taşıtları) tarafından kullanılacağı ve köprüden günde 135.000 taşıtın geçiş yapacağı raporlanmıştır. Mevcut köprülerdeki ağır taşıt trafiği ve yeni koridordaki raylı sistem bağlantısı dikkate alındığında, belirtilen trafik hacminin sadece ağır taşıtlarla sağlanabilmesi olanaklı görünmemektedir.

### **Karayolu Boğaz Tünel Geçişi (Avrasya Tüneli) Projesi**

Projenin internet sitesinde yayımlanan Çevre ve Sosyal Etki Değerlendirmesi (ÇSED) raporundan proje hakkında çeşitli bilgiler yer almaktadır. Anadolu yakasında D-100 karayolunun Göztepe mevki ile Avrupa yakasında Kennedy Caddesi Kazlıçeşme mevki arasında inşa edilen Karayolu Boğaz Tünel Geçişi (Avrasya) projesi, yaklaşık olarak 15 km uzunluğundadır. Denizin altındaki tünel iki katlı olup, her katında iki şerit bulunmaktadır. Tünelin uçlarına bağlanan mevcut karayolları (D-100 ve Kennedy Caddesi) genişletilecektir. Tüneldeki trafik hacminin, günlük sayılarla, açılış yılı kabul edilen 2015'te 80 bin ve 2023 yılında 130 bin düzeyine ulaşması beklenmektedir. Bu trafiğin %96'sının otomobil kalanının minibüs olacağı öngörülmektedir. ÇSED raporu kapsamındaki trafik etütleri, Avrupa ve Asya yakalarında tünele bağlanan ana yollarda (sırasıyla, Kennedy Caddesi ve D-100 karayolu) trafiğin önemli düzeylerde artacağını, bağlantı yollarında ise kısmi değişimler olacağını göstermektedir.

Çevre ve Orman Bakanlığı, projenin 2007 yılındaki planlanma sürecinde, projenin o tarihte yürürlükte olan 2003 tarihli mevzuat (ÇED Yönetmeliği) kapsamında olmadığına karar verir. Projenin gerçekleştirilmesi sırasında ise 2008 yılı mevzuatı yürürlükte ve buna göre proje mevzuat kapsamındadır. Proje kararının önceki bir tarihte alındığı gerekçesiyle, proje için ÇED (Çevre Etki Değerlendirmesi) gerekli değildir kararı verilir; ancak, proje yapımı ve uygulamasının tüm diğer çevresel mevzuata uygun olması gerektiği belirtilir. Proje için finansman sağlamak amacıyla başvuru uluslararası kredi kuruluşları, projenin etki değerlendirmelerini dikkate almaktadır. Kredi kuruluşları düzenlemelerine ve Avrupa Birliği normlarına göre, bu proje ÇED hazırlanması gereken proje türüne girmektedir. Yayımlanan ÇSED raporunda proje ile ilgili şu ifadeler yer almaktadır: **Ön inceleme süreci, proje için eksiksiz bir ÇSED'in gerekli olduğunu göstermiştir ve kredi kuruluşları projeyi, Kategori A olarak nitelendirmiştir. Kategori A kapsamına giren projeler ilgili mevzuatta şöyle tanımlanır: Önemli ölçüde olumsuz sosyal veya çevre etki potansiyeline sahip projeler olup, etkileri; çeşitli, geri döndürülemez ve kaçınılmazdır** (<http://www.ifc.org/>).

**Kredi kuruluşlarının proje ile ilgili bu çarpıcı ön değerlendirmesine rağmen, projenin olumsuz etkilerinin neler olduğuna ve bu etkilerin nasıl azaltılacağına ilişkin ÇSED raporunda herhangi bir açıklama yer almamaktadır.**

1/100 bin ölçekli İl Çevre Düzeni Planı, öncelikle Tarihi Yarımada olmak üzere kentin tarihi dokularında lastik tekerlekli araç trafiğinin azaltılması, yaya ulaşım akslarının oluşturulmasını önermektedir. İstanbul Ulaşım Ana Planı (İUAP, 2011), egzoz salımını minimize edecek alternatifler geliştirerek Tarihi Yarımada'da yer alan tarihi ve kültürel varlıkların korunması gerektiğini belirtmektedir. İnşaatı sürmekte olan Avrasya tüneli projesi bittiğinde, otomobiller Tarihi Yarımada'yı güneyden istila edecektir. Tünelin Cankurtaran semtindeki ağzından giren ve çıkan motorlu binek taşıtları, hem ağırlaştıracağı trafik tıkanıklığı hem de egzoz salımlarıyla Tarihi Yarımada'nın bütününe çok olumsuz etkileyecektir. Yolculuk süresinde beklenen azalma (100 dakikadan 15 dakikaya), tünelin tıkanmayacağı, yani tünelin giriş ve çıkışlarına yakın kavşaklarda oluşması muhtemel darboğazlar sebebiyle uzayan taşıt kuyruklarının tüneli tıkamayacağı kabulüyle yapılmış olup, gerçekçi görünmemektedir. ÇSED kapsamındaki trafik etütleri, Tarihi Yarımada içindeki yollarda ve tünelin bağlantı yollarında kayda değer bir iyileşmeden söz etmemekte, hatta bazı yollardaki trafiğin artacağını ve buna bağlı gürültü ve hava kirliliğinde artışlar beklendiğini belirtmektedir.

Yüklenici şirket proje portföyüne bir deniz altı ulaştırma tüneli inşaatını dâhil ederek tanınırlığını arttırmak isteyebilir; bu olağan bir istektir. Şirket, geçiş ücretli bir karayolu projesini yüklenerek kazanç elde etmek isteyebilir; bu da olağandır. Ancak, burada, olağan dışı görünen kararlar ve yaklaşımlar göze çarpmaktadır. Bu olağandışılıklardan bazıları şunlardır: Motorlu taşıtlardan arındırılmak istenen Tarihi Yarımada'ya bağlanan bir karayolu tüneli projesi gerçekleştirmek. Trafiği zaten tıkalı olan bu bölgeye yüksek kapasiteli yeni bir karayolu altyapısı yerleştirmek. Yaka geçişlerinde yeni kapasite sunumlarının kendi trafiğini yaratarak, geçiş koşullarının ve yaka içlerindeki trafik tıkanıklığının daha da şiddetlenmesine yol açması kesin olan bir projeyi sahiplenmek (yatırımın yapımcı şirket için kazançlı olabilmesi, ancak diğer karayolu geçişlerinin tıkalı olmasına bağlıdır). Gürültü, hava kirliliği ve trafik kazalarında beklenen artış nedeniyle dışsal maliyetleri yüksek bir projeyi hayata geçirmek. Avrasya projesiyle ilgili olarak beklenen bu olumsuz gelişmeler, toplumsal faydaların göz ardı edildiğini, kişisel (parasal ve politik) faydaların öne çıktığını göstermektedir.

Karayolu trafiğini teşvik edecek ve (diğer geçişlerde yaşandığı gibi) hizmet ömrünü doldurmadan kapasitesine erişecek olması, projenin sürdürülemez olduğunun göstergesidir. Bu projeyi sürdürülebilir özelliklere sahip bir altyapıya dönüştürmek olanaklıdır. Bu dönüşüm; yakalar arasındaki otomobil kullanımını azaltmanın bir başlangıcı olacak, Tarihi Yarımada'yı otomobil istilasından koruyacak ve olumlu çevresel ve sosyal etkileriyle örnek teşkil edecektir. **Gelin, Karayolu Boğaz Tünel Geçişini (Avrasya tüneline) açılışından itibaren kullanıcılarına ücretsiz geçiş hakkı veren bir BİSİKLET YOLU olarak hizmete açalım.** Geometrik özellikleri bisiklet kullanımına uygun olan tünelin, giriş ve çıkışlarında, toplu taşıma sistemiyle bütünleşik bisiklet parkları kuralım; gerekirse tünelin içinde bisiklet bantları oluşturalım; kullanıcıların geçiş kartları kayıtlarından yararlanarak, örneğin yılda 100 geçiş yapanlara ödül olarak bisiklet ve toplu taşıma taşıtlarında yıllık serbest geçiş hakkı verelim. Yapılacak bu teşviklerle, tüneli kullananların sayısı, aksi durumdaki otomobil kullanıcıları sayısından kat be kat daha fazla olacaktır.

## Ulaştırma Politikaları ve Planlamasında Yeni Yaklaşımlar

Ülkemizdeki ulaştırma planlaması çalışmaları çok eskiye dayanmaz. Yapılan planların uygulandığı da söylenemez. Bu durum, yönetim anlayışındaki ciddiyet düzeyinin bir göstergesidir. Plan bir gelecek kurgusudur; nasıl bir gelecek istendiğinin karşılıkları plan kurgusu içinde yer alır. Gelecek konusunda toplumda uzlaşma bulunmaması ve/veya kişisel çıkar hesapları, karar vericileri uzun vadeli plan yapmaktan alıkoyar. Ülkemizde durum böyleyken, planlama geçmişi uzun sayılabilecek ülkelerde, yeni ulaştırma planlaması paradigmaları tartışılmakta ve kademeli olarak uygulanmaktadır.

Trafik mühendisliği ve planlaması konularında uzman İngiliz Stephen Plowden 1972 yılında yayımladığı *Trafiğe Karşı Şehirler (Towns against Traffic)* kitabında şu saptamaları yapar. Trafik mühendisliğinin geleneksel yaklaşımı, trafik talebinin tümünün karşılanması gerektiği yönündedir. Hâlbuki artan karayolu arzı, sürücülerin iştahını kabartıp otomobil talebini tetikler. Genel olarak, trafik miktarı, katlanılabılır tıkanıklık düzeyi tarafından kontrol altında tutulur. Plowden, Amerikalı bir trafik mühendisine atfen, yolculuk talebi ve trafik tıkanıklığının karayolu arzıyla doğrudan bağlantılı olduğu gözlemini dile getirir: “Trafik mühendisliğinde gözlemlendiği üzere, yeni caddeler ve karayolları ile yol sistemine kapasite eklediğinde, daha çok motorlu taşıt bunu neredeyse hemen tüketmeye başlar. Yeni yollar ile kat edilen daha uzun taşıt kilometreler Amerika Birleşik Devletlerinde hep el ele yol almıştır (Schiller ve diğ., 2010).

Günümüzde ulaştırma planlamasının alışlagelmiş (geleneksel) yaklaşımı, yerini sürdürülebilir ulaştırma planlamasına bırakmaktadır. Yeni paradigma; planlama, politika ve hareketlilik yönetimini bir bütünlük içinde ele alır, ayrıca mevcut yapıların onarılması, canlandırılması ve yenilenmesi üzerinde durur. Çizelge 1’de alışlagelmiş ve sürdürülebilir ulaştırma planlaması yaklaşımları ana hatlarıyla karşılaştırılmıştır (Schiller ve diğ., 2010).

**Çizelge 1** Alışlagelmiş ve sürdürülebilir ulaştırma planlamasının karşılaştırılması

<b>Alışlagelmiş (Geleneksel) Ulaştırma</b>	<b>Sürdürülebilir Ulaştırma</b>
Hareketlilik ve nicelik üzerinde durulur (daha çok, daha hızlı)	Erişilebilirlik ve nitelik üzerinde durulur (daha yakın, daha iyi)
Bir tür üzerinde durulur (tek türülük, otomobilleşme)	Çoğulluk üzerinde durulur (çok türülük)
Türler arasında iyi bağlantılar pek yoktur	Türler arası bağlantılar öne çıkar (türler arası aktarma)
Eğilimleri dikkate alır	Zararlı eğilimleri durdurup, tersine çevirme yaklaşımını benimser
Planlar ve inşaatlar beklenen talep tahminlerine dayanır (öngör ve altyapı inşa et)	Tercih edilen gelecekte planlama ve altyapı sunumuna tersten yönelir (danış ve karar ver)
Yolculuk talebine karşılık yolları genişletir	Ulaştırma veya hareketlilik talebini yönetir
Sosyal ve çevresel maliyetlerin çoğunu göz ardı eder	Tüm maliyetleri planlama ve altyapı sunumuna dâhil eder
Ulaştırma planlaması çoğunlukla yalıtılmış olup, çevresel, sosyal ve diğer planlama alanlarından kopuktur	Ulaşırılmayı diğer ilgili alanlarla birlikte ele alan bütünlük planlama vurgulanır

Yeni ulaştırma planlaması paradigması dñyanın çeşitli kentlerinde uygulanmaya başlanmıştır. Aşağıda bu uygulamalara ilişkin bazı örnekler sunulmaktadır.

### **Cheonggye Otoyolunun yıkılması ve Cheonggyecheon Irmağını yeniden canlandırma projesi**

Seul kentini diğerlerinden ayıran, “yolculuk üretimini tersine çeviren” uygulamayı yürüten en belirgin örnek olmasındır. Bu örnek, kültürel anlamı da olan Cheonggyecheon Irmağına yeniden hayat vermek için, kentin tam ortasında günde 168.000 taşıtın üzerinden geçiş yaptığı 5,8 km uzunluğundaki dört şeritli Cheonggye otoyolu ve altındaki karayolunun yıkımıyla ilgilidir. Otoyol güzergâhı, yürütölen çalışmayla, gezip eğlenilen bir mesire yerine dönüştüröldü. Tüm bunlar trafikte belirgin bir tıkanma yaşanmadan gerçekteşti, hatta kentteki ulaştırma planlaması yaklaşımı, toplu taşımaya ve motorsuz ulaştırma türlerine öncelik verme yönünde değişti. Bu proje, trafiğin bir sıvıdan çok gaz gibi davranış sergilediği fikrinin büyük ölçekli bir örneğidir. Hâlbuki trafik mühendisleri ve ulaştırma planlamacıları, geleneksel olarak, bunun tersini düşünecek şekilde eğitilirler: Karayolu trafiği hacmini daima muhafaza eder ve engellendiğinde ya da içinde bulunduğu “kabın” kapasitesinden daha fazla büyümesine izin verildiğindeyse, her şeyin üzerinden taşıp akan bir sıvı gibi davranır. Bir kenti onarmanın ve yenilemenin (ya da kentsel dönüşümün) en radikal biçimi, bir kentiçi otoyolunu tamamen yıkmaktır. Bugüne kadar yaşanan deneyimler göstermiştir ki; trafik kendine sunulan alanı doldurmak için genişleme/yayıma eğilimindeyken, alan ortadan kaldırıldığında, bir sıvıdan çok gaz gibi davranır, kabından taşmamak için süner/küçölür (Schiller ve diğer., 2010).

Burada değinilen Seul kenti uygulaması, türünün tek örneği değildir. Örneğin, ABD Portland’da bir karayolu kent merkezindeki Tom McCall Parkı için, San Francisco şehir merkezindeki Embarcadero otoyolu deniz kenarını yeniden canlandırmak için kaldırılmış ve Milwaukee’de 1,6 km uzunluğundaki Park East otoyolundan vazgeçilmiştir. Tüm bu karayolu kaldırma projeleri, kent arazisinin değerlenmesi üzerinde olumlu etkiler yaratmış ve yakın çevresinde yeni gelişme alanları oluşturmuş, ayrıca uygulandığı kentin fiziksel ve sosyal çevresini iyileştirmiştir (Schiller ve diğer., 2010).

### **İstanbul’da Uygulanan Ulaştırma Planlaması Paradigması**

İstanbul’un yakaları arasında kullanılan Boğaziçi ve Fatih Sultan Mehmet Köprüleri, alışılagelmiş/geleneksel deneyimi tekrarlar nitelikte sonuçlar doğurmuştur: Sunulan karayolu altyapı kapasitesi hızla tüketilmış, trafik tıkanıklığını aşmak için yeni kapasite talepleri dile getirilmeye başlanmıştır. Yakalar arasında yeni inşa edilen geçişlerin, deneyimlenenden farklı sonuçlar doğurması beklenmemelidir.

Ölkemizdeki ulaştırma yatırımları uygulamalarının öne çıkan bir yanı, kararların otoriter bir yaklaşımla alınmasıdır. Karar vericilerin, helikopterle keşif yaparak güzergâh belirlemesi, kapsamlı projelere ÇED muafiyeti getirilmesi, fizibilite raporları (hatta tasarımları) hazırlanmadan ya da tamamlanmadan projelerin hayata geçirilmesi, yatırımlara plansız karar verilmesi ya da mevcut planlara aykırı uygulamalar yapılması, yap–işlet–devret uygulamalarında yüklenici lehine hazinenin yatırım risklerini üstlenmesi, verilebilecek örnekler arasındadır. Tüm bu uygulamalar, bilimsel karar verme sürecinin işletilmediğinin, keyfi ya da çıkara dayalı kararlar alındığının kanıtlarıdır. Bu uygulamalar, ölkemizdeki geçerli ulaştırma paradigmasının tanımlayıcı unsurlarıdır. Buradan, ölkenin ve insanların yararına sonuçlar çıkması beklenmemelidir.

## Sonuçlar ve Öneriler

**Kent/ulaştırma planlaması**, artık, uygun arazi kullanım uygulamalarıyla ulaşım gereksinimlerini ortadan kaldıran veya azaltan, toplu taşıma kullanımını teşvik eden ve bisiklet ile yaya türlerine öncelik veren bir sürece dönüşmektedir. Dünyada, toplu taşımanın, eşitlikçi ve sürdürülebilir ulaştırma türü olduğu fikri yaygınlaşmaktadır.

**Yatırım kararları**, makul seçeneklerin nesnel olarak tanımlandığı ve incelendiği bilimsel karar verme süreçlerinin bir çıktısı olmakta, halkın süreçlere katılımı, günümüz demokratik toplumlarında, tamamlayıcı bir bileşen kabul edilmektedir.

Günümüzde, şirketlerin, kamu yararı tartışmalı proje ihalelerine girmesini önleyebilecek “**kurumsal sorumluluk**” uzmanlarına gereksinimleri vardır. Girişilecek işler meslek etiği ve sürdürülebilirlik ölçütleriyle değerlendirilmelidir.

İnşaat Mühendisliği “uygarlık yaratan” meslek olarak da tanımlanır. Ancak, ülkemizde geri döndürülemez çevre ve sosyal yapı tahribatlarına yol açma potansiyeli bulunan projeler de İnşaat Mühendisleri eliyle gerçekleştirilmektedir. Toplumsal gereksinimlerin karşılanmasından çok rant sağlamaya dönük bu projeler, “yaratma” yerine “yok etme” işlevine sahip olduğundan, bu tür projeleri hayata geçiren meslek mensuplarının, **bireysel sosyal sorumluluk** ve **meslek yemini** kapsamında, işlevlerini gözden geçirmeleri yerinde olacaktır. Meslek odalarının açtıkları hukuk davalarının konusu olan projelerde görev alan meslek mensuplarının, bağlı oldukları Odalar ile ilişkileri de bu bağlamda ayrıca değerlendirilmelidir.

Tıptaki **obeziteyle mücadele** ve doğum kontrol yöntemlerinden esinlenmek gerekir. Tıkanmış karayolu ağına kapasite eklemek trafiği arttırır; tıpkı kilolu birinin önüne iştah kabartan yiyecekler koyup yemesini teşvik etmek gibi. Mevcut kapasite kaynaklarını en iyi kullanmak ve gereksiz yolculukların yapılmasını caydırmak trafik talep yönetimiyle sağlanabilir; tıpkı potansiyel doğurganlığı doğum kontrol teknikleriyle sınırlandırıp, mevcut kaynakların var olanlar arasında daha adilce tüketilmesini sağlamak gibi.

## Kaynaklar

AECOM (2013) Kuzey Marmara Otoyolu (3.Boğaz Köprüsü dâhil) Projesi için Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirmesi (ÇSED). AECOM-TR-R599-01-00, 2 Ağustos 2013.

Avrasya (2011) Avrasya Tüneli Projesi Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirmesi, İstanbul. <http://www.avrasyatuneli.com/>

Coşkunoğlu, A. (2010) Radikal. <http://www.radikal.com.tr/Radikal.aspx?aType=HaberYazdir&ArticleID=999605>

De Leuw, Cather Organisation (1969) Istanbul Peripheral Highway and Bosphorus Bridge Projects. Prepared for Republic of Turkey, Ministry of Public Work, General Directorate of Highways.

Ekinci, O. (2005) Köprüde Marmaray paniği. Cumhuriyet 21 Mart 2005.

Freeman Fox & Partners, Botek A.Ş. (1977) Feasibility Study for a Second Bosphorus Crossing. Prepared for Republic of Turkey, Ministry of Public Work, General Directorate of Highways, 17th Division Directorate.

İUAP (2011) İstanbul Ulaşım Ana Planı. İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İstanbul.

KGM (2015) Boğaziçi Köprüsü ve Fatih Sultan Mehmet (FSM) Köprüsü geçiş sayıları raporları. Karayolları Genel Müdürlüğü, 1. Bölge Müdürlüğü, İstanbul.

Litman, T. (2015) Generated Traffic and Induced Travel, Implications for Transport Planning. Victoria Transport Policy Institute, Kanada.

Schiller, P.L., Bruun E.C., ve Kenworthy J.R. (2010) An Introduction to Sustainable Transportation – Policy, Planning and Implementation. Earthscan Ltd. UK.

Şahin, İ., “Haydarpaşa ve Sirkeci Garlarının Marmaray Hattıyla Bütünleştirilmesi”, Cumhuriyet Bilim Teknoloji (CBT), Sayı 1390, s. 2, 8 Kasım 2013.

Yıldırım, B. (2013) Hürriyet PAZAR eki. 17 Mart 2013.





# Ankara-İstanbul Arası Yüksek Hızlı Tren Projesinin ve İşletmesinin Açmazları, Eksikleri ve Sıkıntıları

**İshak KOCABIYIK**

Birleşik Taşımacılık Çalışanları Sendikası  
Genel Örgütlenme ve Eğitim Sekreteri  
0533 2127775  
ishakkocabiyik@gmail.com

## Öz

Ankara-İstanbul arası yüksek hızlı tren hattı yapımı ve işletilmesi 1970’li yıllardan bu yana projelendirilen ve realize edilmeye çalışılan bir hedeftir.

70’li yılların ünlü “Ayaş Hattının” çeşitli gerekçelerle terk edilmesinden sonra mevcut hattın rehabilitasyonu gündeme gelmiş bu rehabilitasyon projesi bugünkü “yüksek hızlı tren hattının” temelini oluşturmuştur.

Aslında ulusal demiryolu ağının kesintisizliğini sağlamak üzere tanımlanan “Marmaray Projesi” ise ilginç bir şekilde şehir içi ulaşımını güya çözecek bir projeye dönüştürülmüş, bu şekliyle de hızlı trenlerin karşıya geçişlerine olanak sağlayan bir proje olarak eklenmiştir.

Yine bu projelerle beraber Haydarpaşa Garı işlevsizleştirilerek tren trafiğine kapatılmış, liman araziyle beraber bir rant projesine dönüştürülmek istenmiştir.

Ankara-Eskişehir arası 13 Mart 2009, Eskişehir-Pendik arası ise 25 Temmuz 2014 tarihinde işletmeye alınan bu hatta pek çok sorun yaşanmış ve yaşanmaktadır.

Proje hızının 250 km/saat olmasına karşın işletme hızının ortalama konvansiyonel bir tren hızına ancak ulaşabilmesi, trafik yönetim ve güvenlik sistemlerinin çeşitliliği ve teknolojik olarak geriliği, yol kontrollerinin her zaman gerektiği gibi yapılmaması, zaman zaman yüksek hızlı tren hattından çıkarak eski konvansiyonel hatta girmesi gibi sorunlar bu hatta kapasitenin çok altında sayıda ve düşük hızda tren çalıştırılmasını gerekli kılmaktadır. Bu da “yüksek hızlı tren hattı” ve “yüksek hızlı tren işletmeciliği” diye sunulan projenin açmazlarını, sıkıntılarını yapısal hale getirmektedir.

*Anahtar Kelimeler:* Hız, Hızlı Tren, Yüksek Hızlı Tren,

## Giriş

Anadolu topraklarında demiryolu yapımı ve işletmeciliğinin tarihi 160 yıla yakındır. 159 yıllık bu tarih ve yaşanmışlık demiryolu işletmeciliğine bir kurumsallık kazandırmıştır. Türkiye'nin en köklü kurumlarından biri olma özelliği taşıyan TCDD bu kurumsallığın yanı sıra bir kimlik, kişilik ve kültürde oluşturmuştur.

Bu kurumsal kimlik ve kültür oluşturmalarının en büyük etkenlerinden biri, bütün ülke topraklarına yayılmasının yanı sıra işletmeciliğin bir “entegre” tesis olarak sürdürülmesinden de kaynaklanmaktadır. Bu kültür demiryolu işletmeciliğinin bir bütün olarak değerlendirilmesini, bütünlüklü bir yönetim anlayışını ve böylelikle çalışanların aidiyet duygusunu geliştirmiştir.

Bu özelliklerinin yanı sıra yolcu ve yük taşımacılığında “kamu hizmeti” nin, “kamu yararı” nın öne çıkarılması, bütün yetersizliğine rağmen “kamusal alan” tarifinin içine girmektedir.

Geldiğimiz aşamada, Türkiye'nin son entegre kurumlarından olan TCDD 2013 yılı Nisan ayında yapılan bir yasal düzenleme ile “altyapı” ve “işletmecilik” olarak ikiye ayrılmış işletmecilikle görevlendirilen şirket piyasa koşullarına göre çalışacak ve artık özel sektör demiryolu işletmeciliği yapabilecektir.

Bu yeni durum demiryolu işletmeciliğini nasıl şekillendirecek bilinmez denilse bile, bugüne kadarki özelleştirme deneyimleri ve dünyadaki örnekler olumlu sonuç verilmediğini göstermektedir.

Bu ayrışma ve özelleştirme ve piyasaya dahil olma süreci başladığından beri de hızlı tren, yüksek hızlı tren, prestij trenleri gibi kavramlarda gündelik hayatımıza girdi, kullanılır oldu. Nihayetinde 2009 yılında Ankara-Eskişehir, 2010 yılında Ankara-Konya, 2014 yılında da Ankara-İstanbul (Pendik) arası (TCDD'nin açıklamasıyla) yüksek hızlı tren işletmeciliği başladı.

Peki bu sürece nasıl geldik?

Türkiye’de TCDD’nin yeniden yapılandırma çalışmaları 1995 yılında Dünya Bankasının hibe kredisi ile bulunan Booz Allen Hamilton ve CANAC firmaları tarafından raporlar hazırlanmış, bu iki firmanın hazırladığı raporlar resmi anlamda kabul edilmemesine rağmen raporda söylenenler yıllar içinde adım adım uygulanmıştır.

Bu raporların pek çok ortak yanı vardır. Raporlar:

- Zarar eden hatların kapatılması,
- Zarar eden trenlerin kaldırılması,
- Prestij trenleri/hızlı tren çalıştırılması

Tespitlerinde ortaklaşarak ortak alanlarını bu noktalar oluşturmuştur. Raporların ve çalışmaların bu tespiti ve yönelimi ile başlayan süreç bugüne gelmiştir.

Türkiye'nin ilk hızlı tren projesi olan Ankara-İstanbul Sürat Demiryolu” bu serüvenin dışında tutulsa bile hikayemizin kırılma noktalarının belirginleşmesi açısından önemlidir.

## **Ankara-İstanbul Arası (Yüksek) Hızlı Tren Projelerinin Tarihçesi/Geçmişi**

### **Ankara-İstanbul Sürat Demiryolu Projesi**

1975 yılında yatırım programına alınan bu proje Ankara-İstanbul arasında yeni bir güzergah çizerek 576 kilometre olan uzunluğu, 416 kilometreye indirmek, hızı da 260 kilometre saate çıkararak Ankara-İstanbul arası seyahat süresini 2 saate indirmeyi amaçlamaktaydı.

Projenin tamamlanabilmesi için Altyapı Genel Müdürlüğünce belirtilen rakam 2,8 Milyar \$ olup yine Altyapı Genel Müdürlüğünün rakamlarına göre projenin tamamlanması ile yılda ortalama 350 Milyon \$ gelir beklenmektedir.

Proje 1980’li yıllara kadar Türkiye’nin övünç projesi olarak itibar görmesine karşı 1980’li yıllardan itibaren yatırım programlarında neredeyse iz bedeli ile yer almaya başlamıştır.

Siyasi iktidar anılan yıllarda otoyol yapımına öncelik vermiş bunu gölgede bırakacak her türlü yatırımı ise ertelemiş ve aksatmıştır.

Böylelikle Türkiye’nin ilk “sürat demiryolu projesi” tamamlanmayan yatırımlar çöplüğünde yer almıştır.

### **Ankara-İstanbul Rehabilitasyon Projesi**

Sürat demiryoluna getirilen en büyük eleştirilerden biri projenin çok pahalıya gerçekleşecek olmasıdır.

Ülkemizin bu projeye çar çur edecek kaynağının olmadığı söylenmekte ancak plansız, programsız, hesapsız otoyol projeleri hızla sürmektedir.

Artık Ankara-İstanbul arasında da trenlerin hızlanmasını sağlayacak bir iyileştirme yapmanın zamanı gelmiştir. Zaten birkaç sene sonra başlayacak olan yeniden yapılandırma çalışmalarının adresi ve sihirli sözcüğü “hız”dır

1994 yılından itibaren TCDD’nin yatırım programlarında “Ankara-Haydarpaşa Mevcut Demiryolunun İyileştirilmesi Projesi” yer almaya başlar. Ancak 1994 yılından itibaren yatırım programlarında boy göstermeye başlayan bu proje o günden günümüze ekleriyle birlikte 4 önemli değişiklik aşaması geçirmiştir. Bu değişiklikler:

*”Ankara-Haydarpaşa Mevcut Demiryolunun İyileştirilmesi Projesi” Adıyla Projenin İlk Hali  
Projede Yapılan Değişiklik: Hız 200 Km/Saat  
Ara Durak: Hızlandırılmış Tren  
Son Halimiz: Hız 250 Km/Saat*

### ***”Ankara-Haydarpaşa Mevcut Demiryolunun İyileştirilmesi Projesi” Adıyla Projenin İlk Hali***

Proje gündeme geldiğinde mevcut hattın neredeyse üçte biri çift hatlı ve tamamı sinyalizasyonu ve elektrifikasyonu bitmiş durumdadır.

Hattın geometrik standartının düşük olması hızın ancak azami 120 km/saate kadar çıkmasına izin vermektedir. Seyir süresi 8 saat civarındadır.

Proje bittiğinde hız 160 km/saate çıkarılacak, yatar gövdeli tren setlerinin işletmeye alınması ile hem seyahat konforu sağlanacak hem de süre 4.5 -5 saate düşürülecektir. Projede, 150 km lik varyant, 65 km lik 2. hat yapımı, hattın tamamının üstyapısının iyileştirilmesi yer almıştır.

4 yılda tamamlanacak projenin maliyeti 240 Milyon \$dır.

### ***Projede Yapılan Değişiklik: Hız 200 Km/Saat***

Yeniden yapılanma çalışmaları kendini göstermeye başlar. 160 km lik hız yetersiz görülmeye başlar. Böylelikle proje hızının 200 km/saat olmasına karar verilir.

Projenin ilk bölümü Esenkent-Eskişehir (206 Km) arasındır. Proje maliyeti 402 Milyon \$ dır.

Projenin ikinci bölümü İnönü-Mekece (99 Km) arasındır. Proje maliyeti 550 Milyon \$ dır.

Projenin üçüncü bölümü Mekece-Köseköy (75 Km) arasındır. Proje maliyeti 450 Milyon \$ dır.

Projenin tamamlanmasından sonra TCDD'nin yük taşımacılığındaki payının %5, yolcu taşımacılığındaki payının ise %17 ye çıkacağı öngörülmüştür.

Projenin ilk bölümü olan Esenkent - Eskişehir kesiminin temeli 08.06.2003 tarihinde Başbakan Recep Tayyip Erdoğan tarafından atılır. Başbakan temel atarken “projenin tamamının 5 Aralık 2005 tarihinde biteceğini” açıklar.

### ***Ara Durak:Hızlandırılmış Tren***

“Hız” demiryolu işletmeciliği açısından büyümlü bir kelimeye dönüşmüştür. Bir kere telaffuz eden vazgeçmemektedir.

Hızın artması için gerekirse bütün güvenlik unsurları, önlemleri ihmal edilebilir, yok sayılabilir. Demiryolu işletmeciliği açısından bu yok saymanın kaza demek olduğu pek acı biçimde öğrenildi.

Ufak tefek kimi yerlerde yapılan yol tamirata ve travers değişimi ile sefere yeni konan trenlerin hızı 160 km/saate çıkarılır.

Bilim insanlarının bütün uyarılarına rağmen trenler işletmeye verilir.

Çok değil 50 gün sonra Pamukova’da Yakup Kadri treni yoldan çıkar. Sonuç: 41 yurttaşımız hayatını kaybeder.

### ***Son Halimiz: Hız 250 Km/Saat***

Bütün bu aşamalar “hızlı tren” üzerinden tarif edilmiştir. Oysa eğer 250 km/saat olursa yüksek hızlı tren denebilecektir.

Bunun üzerine projede yer alan hız Bakanlar Kurulu kararı ile artırılarak 250 km/saat yapılır.

Artık proje TCDD ve Ulaştırma Bakanı tarafından “dünyanın 8. Yüksek hızlı tren işleticisi olacağız” denilerek anlatılmaktadır.

Seyahat süresi 3.5 saate inecektir.

Her ne kadar TCDD yatırım programında projenin adı “Ankara-İstanbul Hızlı Tren” ise de yönetim ve siyasi iktidar ısrarla “yüksek hızlı tren” demektedir.

## İşletmeye Açılan Proje

Proje hızlı tren projesine dönüştükten sonra 2005 de işletmeye açılacağı ilan edilen Ankara-İstanbul Hızlı Tren Projesinin Ankara-Eskişehir arası 13 Mart 2009 tarihinde, Ankara-İstanbul (Pendik) ise 25 Temmuz 2014 tarihinde işletmeye açılmıştır. Bu açıktan 5 sene önce işletmeye alınan Ankara-Eskişehir hattı açılıştaki pek çok eksiğe rağmen büyük bir şans eseri herhangi bir can kayıplı kaza olmadan eksikliklerini bir ölçüde gidermiştir. Bu oturmuşluğa rağmen doğrudan tren trafiği ile ilgili olmasa da pek çok eksikliği barındırmaktadır. 25 Temmuz 2014 tarihinde açılan Eskişehir-Pendik bölümü ise gerek trafik, gerek emniyet gerekse de yolculuğun son durağı açısından ciddi zafiyet ve sıkıntı içermektedir.

Şu anda Ankara-Eskişehir (karşılıklı 5 sefer), Ankara-Konya (karşılıklı 7 sefer), Ankara-İstanbul(Pendik) (karşılıklı 5 sefer), İstanbul(Pendik)-Konya (karşılıklı 1 sefer), parkurlarında hızlı tren işletmeciliği yapılmaktadır. Hızlı tren seferleri 10 setlik tren dizileriyle yapılmaktadır.

Bu parkurlarda aynı zamanda Pendik-Arifiye bölgesel trenleri ve Pendik-Eskişehir arasında Pamukkale Ekspresi çalışmaktadır.

## Eksikler, Yanlıklar, Sıkıntılar

\*Ankara-İstanbul Hızlı Tren Projesi İşletmeye Açılmasına Rağmen Bitmemiş Bir Projedir.

Yatırım programında projenin başlama tarihi 1994, bitiş tarihi ise 2017 olarak gözükmektedir. Yani işletmeye açılan hat bitmemiş, tamamlanmamış bir hattır.

Bu durum TCDD'nin Resmi Gazetede yayınlanan yatırım programında açıkça görülmektedir. Projenin bitiş tarihinin 2017 olmasının yanı sıra projenin parasal gerçekleşmesi %75 düzeyindedir. 2015 yılında ayrılan ödenek ise çok azdır.

ANKARA-İSTANBUL HIZLI TREN	Başlama Bitiş Tarihi	Proje Tutarı	Harcama	2015 Yılı Ödeneği
Kayaş-Ankara-Sincan	2010-2017	1.048.767.000	117.027.000	57.400.000
Sincan-Esenkent	2005-2009	122.749.000	122.749.000	
Esenkent-Eskişehir	1994-2010	1.848.528.000	1.848.528.000	
Eskişehir Gar Geçişi	2005-2015	230.500.000	224.653.000	5.847.000
Eskişehir -İnönü	2005-2014	171.403.000	171.403.000	
İnönü-Vezirhan	2005-2016	1.921.347.000	1.861.944.000	58.000.000
Vezirhan-Köseköy	2005-2016	2.990.004.000	2.107.428.000	278.370.000
Köseköy-Gebze	2005-2016	514.642.000	186.483.000	70.000.000
AYB Müşavirlik Hizmeti	2009-2016	19.915.000	16.635.000	2.000.000
Hızlı Tren Setleri	2005-2010	451.099.000	451.099.000	
Hızlı Tren Depo Yapımı	2005-2016	593.963.000	228.733.000	180.000.000
<b>TOPLAM</b>		<b>9.912.917.000</b>	<b>7.336.682.000</b>	<b>651.617.000</b>

\*Ankara – İstanbul Yüksek Hızlı Tren hattının Eskişehir - Pendik kısmının trafiğinin tamamının görülebileceği, takip edilebileceği bir trafik yönetim sistemi yoktur. Yani Eskişehir ve Ankara’da bulunan Trafik Kumanda Merkezlerinden tren hareketlerinin görülebildiği, gerektiğinde işlem ve talimatların verilebildiği fiziki bir durum henüz oluşturulmamıştır.

Bu hattaki tren trafiği:

Ankara—Eskişehir arası ERTMS sistemiyle Ankara merkezden  
Eskişehir- Karaköy ERTMS sistemiyle Ankara merkezden  
Karaköy- Bilecik CTC sistemiyle Eskişehir merkezden  
Bilecik-Alifuatpaşa ERTMS sistemiyle Ankara merkezden  
Alifuatpaşa-Köseköy CTC sistemiyle Eskişehir merkezden  
Köseköy-Gebze TMİ sistemiyle İzmit merkezden  
Arifiye Gar içinde de yerel kumanda merkezinden idare edilmektedir.

Burada da çok açıkça görülmektedir ki tren Ankara’dan Pendik’e gelene kadar dört ayrı el değiştirmektedir. Özellikle Köseköy-Gebze ( yaklaşık 60 km mesafe) arasında trafik TMİ sistem dediğimiz ve teknolojik hiçbir alt yapının olmadığı bir sistemle çalıştırılmaktadır.

\*Eskişehir- Pendik arasında kullanılan sinyalizasyon ve emniyet sistemleri henüz tamamlanmamış olup bazı noktalarda hiçbir emniyet sistemi bulunmamaktadır.

Hattın sinyalizasyon sistemi birden fazla değişik, bazı kesimlerde çok eski sistem kullanıldığından büyük bir tehlike yaratmaktadır

\*Yüksek Hızlı Tren işletmeciliği yapan ülkelerin tamamında, bu trenlerin hatları sadece hızlı trenlerin kullanabildiği son derece korunaklı olarak ihata altına alınmış, çevresel dış etkilerden en az düzeyde etkilenecek şekilde oluşturulmaktadır. Oysaki bu hatta bazı noktalarda güzergâh YHT ve konvansiyonel trenlerce ortak kullanılacaktır

\*İzmit Pendik arasında üçüncü hat çalışmaları devam ettiğinden ciddi şekilde çalışan trenler için tehlike doğurmaktadır.

\*Yüksek Hızlı Tren setlerinin bakım ve onarımına ilişkin depo yapımı daha yeni başlamıştır. Dolayısıyla YHT setlerinin bakım ve onarımının yapılacağı bir yer yoktur.

\*Proje hızı 250 km dir. Oysa Eskişehir-Pendik arası pek kısa bir mesafede bu hıza ulaşılmakta, diğer yerlerde ise konvansiyonel tren hızına bile ulaşılmamaktadır.

\* Güzergâhtaki sorunlar nedeniyle hızlı tren hattı ve konvansiyonel hat arasında geçişler olmaktadır. Bu durumda Ankara-İstanbul arası 3.5 saat olarak açıklanan süre tutmamaktadır.

\*Haydarpaşa Garının ranta kurban edilme niyetiyle kapatılması ile beraber hızlı trenlerin son durağının neresi olacağı, hangi trenlerin Marmaray’la karşıya geçeceği hala belli değildir. Son durak olarak kullanılan Pendik İstasyonu fiziki olarak yetersizdir. Haydarpaşa Garı dışında herhangi bir gar ya da istasyonun hızlı tren trafiğine cevap vermeyeceği açıktır.

\*Marmaray tam anlamıyla faaliyete geçtikten sonra yük ve yolcu trenleri ancak gece 01.00 ile 05.00 saatleri arasında karşıya geçebilecektir. Bu durumda nasıl bir trafik olacağı TCDD yönetimi tarafından açıklanmamakta sadece “hızlı trenlerin kesintisiz devam edeceği” açıklanmaktadır. Bu açıklamaların gerçekte ilgisi yoktur.

\*Hızlı Tren hattında yük ve yolcu treni çalışıp çalışmayacağı işletmeye açılmasına rağmen belli değildir. Çalıştırılması halinde hattın bakımının nasıl yapılacağı meçhuldür.

\*Pendik'e gelen yolcunun İstanbul'un diğer bölgelerine dağılımı konusunda yaşanacak sıkıntıları giderme konusunda bir çalışma yapılmamıştır.

\*Bütün dünyadaki uygulamalara göre yüksek hızlı tren hatları bağımsız ve uluslar arası kuruluşlarca akredite olmalıdır. Bu hattın 250 km/saat hızlılık bir akreditesi yoktur. TCDD bu hat için akreditasyon alamamaktadır.

\*Ulaştırma Bakanlığı, TCDD yönetimi, yapımcı firma arasında bir eşgüdüm olmadığı, gerek hattın yapımı, gerekse de işletmeciliği konusunda yapılan açıklamalardan anlaşılmaktadır. Örneğin TCDD YHT'de yük treni çalıştırılmayacağını açıklarken Sayın Bakan çalıştırılacağını söylemektedir. Bu tür çelişkiler bu projenin siyasi ranta kurban edileceğinin göstergesidir.

\*Mevcut hızlı tren setleri ihtiyacı karşılamamaktadır.

\*Eskişehir-Pendik arası yüksek hızlı tren hattının 128 km.si konvansiyonel hattır. Bilecik hattındaki 26 nolu tünelin çökme ve kayma nedeniyle kapatılması üzerine güzergah konvansiyonel hat kullanılmaktadır. Bu dünyanın hiçbir yerinde yoktur.

\*Hızlı trenin Ankara-İstanbul arasındaki yolcu taşımacılığının %80'ini karşılayacağı açıklanmıştır. Buradan hareketle Ankara-İstanbul arası yolcu taşımasının günlük 50.000 kişi olacağı söylenmektedir. Oysa bu projenin fizibilitesi toplam yolculuğun 25 bin kişi olduğu ve bunun yaklaşık 20 bin kişininin hızlı trenle taşınacağı üstünden yapılmıştır. Ve açıklanan tren sefer sayısı 11 geliş 11 gidiş olmak üzere toplam 22 trendir. Bu seferlere Konya-İstanbul ve Ankara-Eskişehir arası çalışan 12 tren dahildir. Bu trenlerin tamamen dolu gittiğini varsaysak bile günlük taşınan yolcu sayısı 10.000 civarında kalmaktadır. Üstelik bilet ücretleri projenin fizibilitesinde bulunan başabaş fiyatının altındadır.

## **Sonuç**

Ankara-İstanbul hızlı tren hattının maddi büyüklük açısından kamu yatırımları içinde önemli bir yer tuttuğu gerçektir. Kamu gelirleri yani bizlerin vergileri ile yapılan bu harcamanın sonunda demiryolu işletmeciliğine ve ulaşım kamusal olarak yarar sağlaması ve bu yönde diğer modlara da etki yapması beklenmektedir. Oysa işletmeye açıldığından bu yana bu yönde fayda sağlaması bir yana demiryolu işletmeciliğine ciddi darbe vurmuştur. Ülkemizin en büyük iki kenti arasında demiryolu ulaşımı kesilmiştir. Şimdi bile tam anlamıyla sağlanmamaktadır.

Demiryolu ağının büyük bir kısmında (yaklaşık %80) tek hat işletmeciliği yapıldığı ve yolcu trenleri için işletme hızının 50 km/saat olduğu dikkate alınırca hızlı tren projelerinin demiryolu ulaşımını geliştirmeyeceği ve kamu yararı oluşturmayacağı ortaya çıkmaktadır.

Biran önce bu yanlışlardan dönülerek ülkenin gerçek ihtiyacını tespit eden ve gelecek projeksiyonu çizen bir ulaşım ana planı yapılarak buna uygun ulaşım projelerinin oluşturulması temel olmaktadır.

## **Kaynakça**

TCDD 2014, 2015 Yatırım Programı

TCDD İstatistik Yıllıkları

Raylı Taşımacılıkta Yeni Yönelim: Hızlı Tren. Kocabıyık İshak, Şirvan Şamil, Çelik Ömer, 7. Ulaştırma Sempozyumu İMO Yayınları





# Demiryolu Hemzemin Geçitleri Risk Ölçüm Modeli

**Serkan Erdoğan, Ayhan Dikmen**

TCDD 3. Bölge Emniyet Yönetim Sistemi Müdürlüğü Atatürk Caddesi No=121/A  
Alsancak/Konak-İzmir  
Tel:0 505 278 03 31  
altanaltu@gmail.com

TCDD 3. Bölge Emniyet Yönetim Sistemi Müdürlüğü Atatürk Caddesi No=121/A  
Alsancak/Konak-İzmir  
Tel:0 505 562 42 34  
dikmenayhan@gmail.com

## Öz

Demiryolları Kaza Türleri içerisinde yer alan “Hemzemin Geçit Kazaları” gerek maddi, gerekse manevi açıdan büyük kayıplara yol açmaktadır. Hemzemin geçitlerde meydana gelen bu tür olumsuzlukların en aza indirilebilmesi için, ölçülebilir parametreler ile birlikte kontrol edilebilir-izlenebilir hale getirilmesi gerekmektedir. Bunun için her bir hemzemin geçitte kaza oluşma olasılığını içerecek bir Risk Ölçüm Modeli oluşturulmalı ve bu doğrultuda yapılacak çalışmalar ve alınacak önlemler şekillendirilmelidir.

**Anahtar sözcükler:** Hemzemin Geçit; Kaza Riski; Risk Ölçüm Modeli; Geçit Kazaları

## Giriş

Demiryolu sektöründeki ortalama hızların ve demiryolu hatlarındaki trafik yoğunluğunun son yıllarda önemli oranda artış göstermesi sonucu yeni ve daha büyük riskler ortaya çıkmıştır. Ayrıca trafik yoğunluğunun artmasından dolayı tren seferleri arasındaki güvenlik açısından faydalı olan zaman aralıkları da önemli ölçüde azalmıştır. Demiryollarının alışlagelmiş güvenli seyahat imajının kaybedilmemesi ve risklerin belirli sınırlar içerisinde tutulabilmesi için yeni emniyet stratejilerine ve metotlarına ihtiyaç duyulmaktadır (Deniz, 2010).

Ülkemizde de demiryollarının serbestleştirilmesini içeren yeni Demiryolu Kanunu ile piyasaya girecek yeni aktörlerle altyapı yöneticisi olan TCDD arasındaki ilişkilerde uyumsuzlukların-anlaşmazlıkların başında geleceği konulardan biri olan Hemzemin Geçit Kazaları bu yönüyle de üzerinde çalışılması gereken konulardan biridir.

## Hemzemin Geçit Kazaları

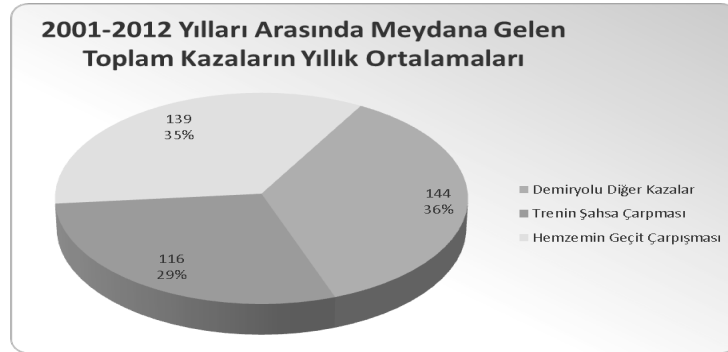
Hemzemin geçit Kazaları, Bir demiryolu aracı ile hemzemin geçidi kullanan bir veya daha fazla karayolu aracının veya hemzemin geçidin diğer kullanıcılarının (örneğin yayalar - hayvanlar - diğer nesnelere) çarpışması olarak tanımlanmaktadır (Kozak, 2012).

Hemzemin geçitler, işletme bakımından ve fiziksel karakterleri bakımından farklı iki ulaştırma modu olan demiryollarının ve karayollarının kesiştiği kısımlardır. Bu nedenle de kazaların en fazla oluşabileceği kesimlerdir.

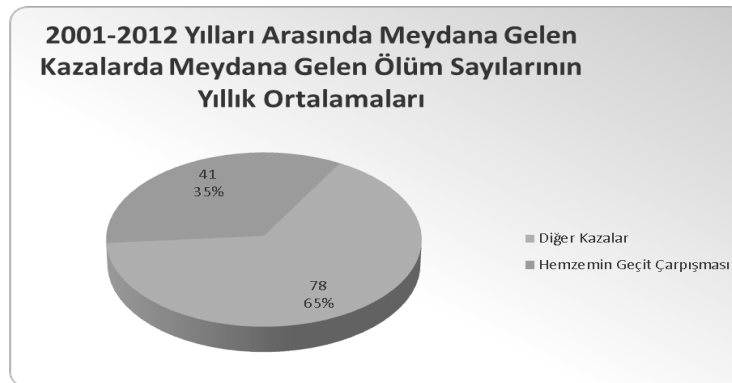
Demiryollarında 2013 Yılı Kaza İstatistiklerine bakıldığında (Tablo-1) Hemzemin Geçit Kazalarının önemini görmek mümkündür. Son 10 yıl içerisinde meydana gelene demiryolu kazaları içerisinde, Hemzemin Geçit Kazaları yaklaşık %35’lik bir paya sahiptir. Demiryolu kazaları sonucu ölü ve yaralı sayılarında ise Hemzemin Geçitlerde meydana gelen kazalar sonucu ölü ve yaralı sayısı oranı %50 civarında yer almaktadır. (Şekil 2-3)

Tablo 1 Ulaştırma Bakanlığı Demiryolları Kaza İstatistikleri-2013.

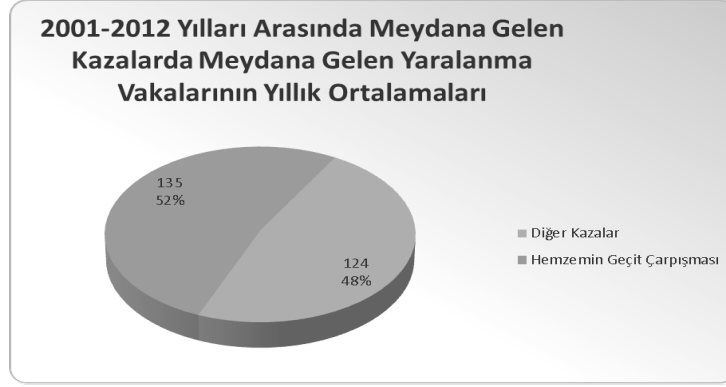
KAZA ŞEKLİ VE SONUCU	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
TOPLAM KAZA	636	478	556	555	522	455	394	386	299	194	177	147
KAZA SAYISI	195	137	186	194	170	169	157	175	131	82	79	58
TRENİN ŞAHSİ ÇARPMASI	195	152	173	147	158	129	98	93	83	66	56	45
HEMZEMİN GEÇİT ÇARPIŞMASI	246	189	197	214	194	157	139	118	85	46	42	44
TOPLAM ÖLÜ SAYISI	165	129	162	218	153	101	108	111	89	69	71	55
YOLCU	11	6	8	46	10	6	1	9	7	3	1	3
PERSONEL	0	3	1	4	0	0	1	1	1	2	2	2
TRENİN ŞAHSİ ÇARPMASI	105	77	99	91	100	67	63	64	43	39	32	27
HEMZEMİN GEÇİT ÇARPIŞMASI	49	43	54	77	43	28	43	37	38	25	36	23
TOPLAM YARALI SAYISI	385	326	299	467	273	246	204	247	303	142	112	101
YOLCU	123	48	57	206	51	41	28	91	47	41	14	18
PERSONEL	8	24	19	13	7	1	6	7	9	8	11	17
TRENİN ŞAHSİ ÇARPMASI	91	79	68	57	59	58	27	35	44	29	26	19
HEMZEMİN GEÇİT ÇARPIŞMASI	163	175	155	191	156	146	143	114	203	64	61	47



Şekil 1 Kazaların yıllık ortalamaları.



Şekil 2 Kazalardaki ölüm sayılarının yıllık ortalamaları.



Şekil 3 Kazalardaki yaralanma sayılarının yıllık ortalamaları.



Şekil 4: Hemzemin Geçit Kazalarındaki ölüm/yaralanma oranları.

Şekil 4 incelendiğinde; hemzemin geçitlerde meydana gelen kazalar da ölüm/yaralanma oranı kaza başına en az bir ölüm/yaralanma olduğu görülmektedir. Şekil 4 'den anlaşılacağı üzere hemzemin geçit kazalarının birey yaşamına olan olumsuz etkisi açıkça görülmekte bu nedenle risk analizleri yapılırken tehlikenin şiddet bileşeninin etkisi ön planda tutulmalıdır.

Öte yandan Hemzemin Geçit Kazalarının maddi boyutu da düşünüldüğünde, Demiryolu Emniyeti konusunda hemzemin geçitlerin yeri ve önemi hiç kuşkusuz tartışılmaz boyuttadır (Saplıoğlu ve diğ., 2006).

Hemzemin Geçit Kazalarının yarattığı bu olumsuz etkilerin, ancak detaylı ve sistematik bir yaklaşımla bertaraf edilmesi zorunluluğu doğmaktadır.

## Hemzemin Geçit Kaza Riski

Demiryollarında yer alan tüm hemzemin geçitler potansiyel birer tehlikedir. Ancak her geçidin aynı oranda risklere sahip olduğu söylenemez. Risk; bir tehlikenin gerçekleşme olasılığı ile gerçekleştiği takdirde yaratacağı etkinin bir sonucudur (Yıldırım ve diğ., 2010). Hemzemin geçit kazalarının gerçekleşmesi sonucu yarattığı etki, aynı kategorize de değerlendirilse bile, her hemzemin geçitte kaza gerçekleşme olasılığı farklılık gösterecektir. Bu sebeple her hemzemin geçitteki kaza riskinin aynı olması beklenemez. Hemzemin geçitlerdeki kaza riskinin farklılaşmasına sebep olan birçok etmen yer almaktadır. Bunlar 4 ana kategori başlığı altında toplanabilir.

1. Trafik Koşulları
2. Çevresel Koşullar
3. Teknik Etmenler
4. İnsan Kaynaklı Etmenler

### Trafik Koşulları

Karayolu/Demiryolu Trafik şartlarının Hemzemin Geçit Kazaları üzerindeki etkilerini aşağıdaki şekilde sınıflandırmak mümkündür.

- Demiryolu Trafik Yoğunluğu
- Karayolu Trafik Yoğunluğu
- Tren Hızı
- Geçit Kullanım Sıklığı, Aralığı
- Karayolu Şerit ve Yön Kullanımı
- Kullanan Taşıt Cinsi
- Fren Mesafeleri, İntikal süreleri

### Çevresel Koşullar

Hemzemin geçitlerdeki kaza riskinin farklılaşmasına sebep olan çevresel nedenler de şu şekilde kategorize edilebilir.

- Karayolu Görüşü
- Demiryolu Görüşü
- Kesişme Açısı
- Aydınlatma
- İşaret ve Levhaların Görünürlüğü, Farkedilebilirlik

### Teknik Etmenler

Hemzemin geçitlerin yapısı ile ilgili olan temel etmenler, aşağıdaki şekilde teknik faktörler ana başlığı altında yer almaktadır.

- Geçit Cinsi ve Yapısı
- Geçit Kot ve Konumu
- Altyapı Özellikleri
- Bariyer, Flaşör Yapısı

- Geçit Açıklığı
- Kesen Demiryolu Hat adedi, uzunluğu
- Geçit Düzenleme yapılar (Refüj, Bordür, oto Korkuluk)
- Geçit Kaplaması

### **İnsan Kaynaklı Etmenler**

Hemzemin geçitlerdeki kaza riskinin farklılaşmasına sebep olan etmenler arasında yer alan İnsan Kaynaklı Faktörlerin model üzerine yerleştirilmesi oldukça zor ve karışıktır. Bu faktörleri şu şekilde basite indirmek mümkündür.

- Kullanıcı Yaş Grubu
- Bölge Kültür Yapısı
- Bekçi Eğitim-Sertifikasyon Durumu (Bekçili-Bariyerli Hemzemin Geçitlerde)
- Bekçi Çalışma Şartları (Bekçili-Bariyerli Hemzemin Geçitlerde)

### **Geçmiş Kazaların Etkisi**

Her bir hemzemin geçitte geçmiş yıllarda yaşanmış kazalar da modül üzerinde dikkate alınmalıdır. Meydana gelmiş olan kazalar hiç kuşkusuz meydana gelme olasılığına tesir edecektir. Bu etki, bir düzeltme faktörü olarak ta kabul edilebilir.

## **Risk Ölçüm Model Kriterleri**

Ulaştırma sistemlerinin istenmeyen bir yönü de trafik kazalarıdır. Kazaların kişilere, işletmeciler kuruluşlara ve topluma verdiği zararların tahmini ve hesaplanması zordur. Sistemlerin kaza yapma olasılığı fiziksel özerklikleri ile ters orantılıdır. Fiziksel özerkliği yüksek olan yani diğer sistemlerden bağımsız işletilen türlerde kaza/yolcu-km. oranı daha düşüktür (Kozak, 2012).

Hemzemin Geçitlerde kaza risklerinin farklılaşmasına neden olan etmenler, ölçülebilir parametrelere bağlı olarak değerlendirildiğinde, ortaya risk ölçüm modeli konulmuş olacaktır. Yapılacak değerlendirme sonucu, analitik bir bağıntı içermeli günün koşulları ve belirli periyotlar dahilinde sürekli güncellenmelidir. Model, dinamik olmalı, yeni veri girişlerine imkan tanıyabilmelidir. Böylelikle Hemzemin Geçitlerde yapılacak risk analizleri kişisel öngörülerden uzaklaştırılarak, somut hesaplamalara dayanarak oluşturulan Risk Ölçüm Modeli tarafından sistematik olarak yapılmalıdır.

## **Risk Ölçüm Modeli Uygulaması**

Torbalı-Ödemiş ve Çatal-Tire Demiryolu hattı üzerinde, bekçili-bariyerli, otomatik ve serbest olmak üzere tüm geçit türlerini içeren, aynı bölge üzerinde yer alan ve kaza geçmişi olan ve olmayan olarak toplam 10 adet Hemzemin Geçit örnek olarak seçilmiş, hemzemin geçitlerdeki kaza riskinin farklılaşmasına sebep olan etmenlerin ölçüm ve tespitleri yapılmış, aşağıdaki hesaplama modülü yardımıyla risk katsayıları belirlenmiştir. (Şekil 5)

HEMZEMİN GEÇİT RİSK KATSAYISI HESAPLAMA MODÜLÜ			
Gezinti Bölmesi	Kullanan Taşıt Cinsi		Geçit Cinsi ve Yapısı
	KÜÇÜK ARAÇ: 7	günlük seyir momenti	otomatik bariyerli
	KAMYON TIR: 3	5760	Geçit Kot ve Konumu
	TRAKTÖR: 1		Düz yüzey
	MOTOSİKLET: 1		Altyapı Özellikleri
	Günlük Tren S: 5		Bariyer, Flaşör Yapısı
	Seyir Momenti	5000-10000	Geçit Açıklığı
	Tren Hızı	40-60	Kesen Demiryolu Hat adedi, uzunluğu
	Geçit Kullanım Sıklığı, Aralığı	çok az	Geçit Düzenleme yapılar (Refüj, Bordür, oto Korkuluk)
	Karayolu Şerit ve Yön Kullanımı	yoğunluk tek şerit ve yönde	Geçit Kaplaması
	Fren Mesafeleri, İntikal süreleri	Yeterli	Kullanıcı Yaş Grubu
	Demiryolu Görüşü	300-400	Bölge Kültür Yapısı
	Karayolu Görüşü	.5-7	Bekçi Eğitim-Sertifikasyon Durumu
	Kesişme Açısı	90-	Bekçi Çalışma Şartları
	Aydınlatma	Yetersiz	Geçmiş Kaza Sayısı:
İşaret ve Levhaların Görünürlüğü, Farkedilebilirlik	Yeterli		
Risk Katsayısı:			53032,78

Şekil 5 Hemzemin Geçit Risk Katsayısı Hesaplama Modülü.

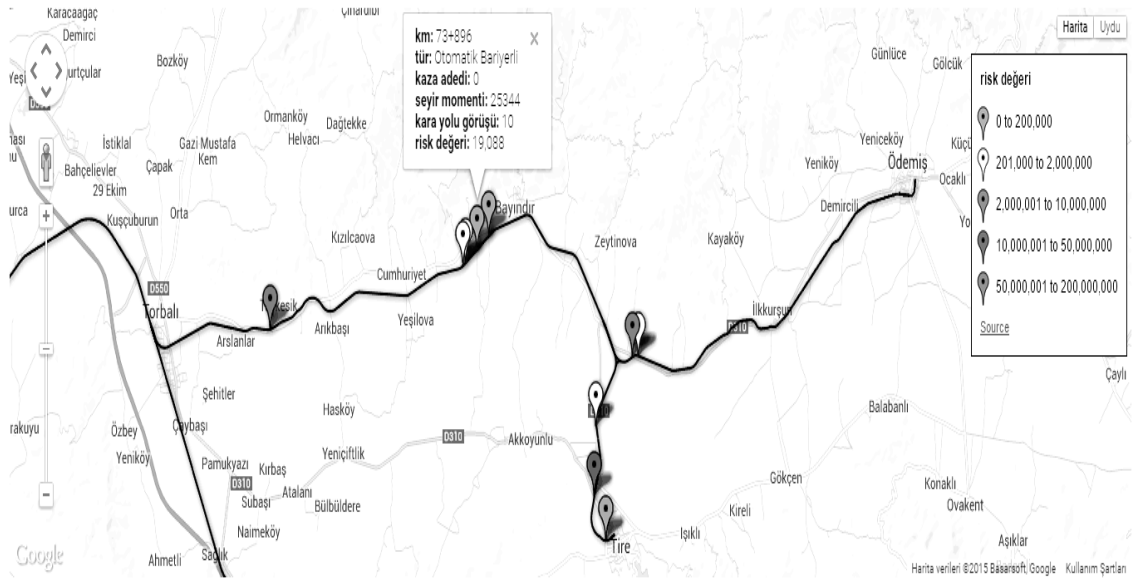
Hemzemin Geçit Risk Katsayısı Hesaplama Modülünde ortaya çıkan Risk Katsayısı; Trafik Koşulları, Çevresel Koşullar, Teknik Etmenler ve İnsan Kaynaklı Etmenlerle birlikte Geçmiş Kazaların etkisinin bileşiminden oluşmaktadır. Bu bileşenlere ait katsayılar stokastik yöntemler ile belirlenmiş olup Hemzemin Geçit Risk Ölçüm Modüle içerisinde formüle edilmiştir. Kullanıcı Hemzemin Geçit Risk Ölçüm Modülüne saha çalışması ile elde ettiği verileri girilmesi ile birlikte modül gerekli risk katsayısını kullanıcıya vermektedir. Bunu bir bağıntıyla ifade etmek gerekirse;

$$RK = Tk * Çk * Te * İKe * Gk$$

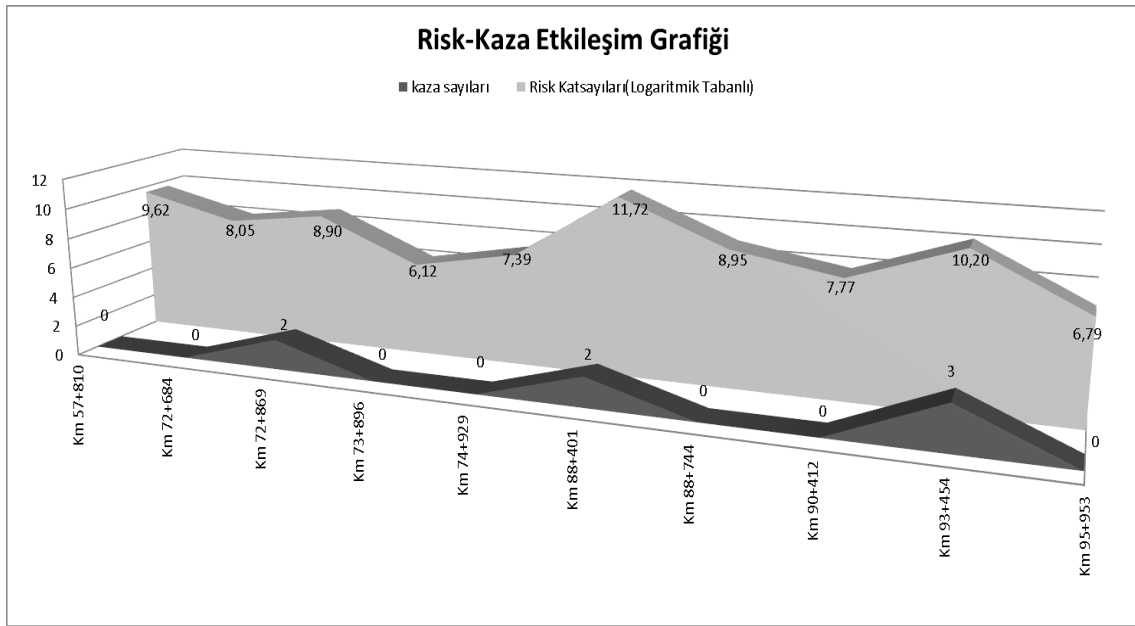
Rk=Risk Katsayısı, Tk=Trafik Koşulları, Çk=Çevresel Koşullar, Te=Teknik Etmenler  
İKe=İnsan Kaynaklı Etmenler, Gk=Geçmiş Kazaların Etkisi

Torbalı-Ödemiş ve Çatal-Tire Demiryolu hattı üzerinde belirlenen 10 adet Hemzemin Geçitlerin Hesaplama Modülü üzerinde tespit edilen Risk Değerleri, harita üzerine yerleştirildiğinde, aşağıdaki Risk-Kaza Etkileşim grafiğinde görüldüğü üzere aralarında çok sıkı bir bağın oluştuğu görülmüştür.(Şekil 6)

Risk-Kaza Etkileşim Grafiğinde, pilot bölge olarak seçilen hat kesiminde yer alan Hemzemin Geçitlerin hesaplanan risk katsayıları ile geçmiş kaza sayılarının benzer yapıda olduğu ve paralel özellik gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. (Şekil 7)



Şekil 6 Hemzemin Geçit Risk Değer Haritası.



Şekil 7 Risk-Kaza Etkileşimi.

## Sonuçlar ve Öneriler

Risk Ölçüm Modelinin mevcut hemzemin geçitlere uygulanması durumunda, her bir hemzemin geçit için bir risk değerine ulaşılarak, her bir geçitte kaza oluşma tahmini elde edilmiş olunacaktır. Böylelikle kaza yaşanması muhtemel geçitlerin ya da kaza beklenen geçitlerin öngörüsüne model sayesinde ulaşılabilecektir. Kazalar olmadan proaktif yaklaşımla gerekli müdahaleler için bir fırsat yaratması planlanmaktadır.

Risk Ölçüm Modelinin uygulanmasıyla, her bir hemzemin geçitte alınması gereken tedbirler öncelik sırasına göre belirlenebilmekte ve hemzemin geçit iyileştirme çalışmaları bu doğrultuda yönlendirme kabiliyetine sahip olunabilecektir. Hemzemin Geçitlere yapılacak Koruma Sistemlerinin (Otomatik Bariyer, Flaşör v.b) tespitinde ve konumlandırılmasında belirleyici rol üstlenebilir bir yapı oluşturulabilir. Bu sayede etkin bir yatırım-bakım harcamaları gerçekleştirmekle beraber, buna bağlı olarak uygun planlama ve programa alma konuları da gerçekçi bir hale bürünecektir.

## Kaynaklar

Kaza Araştırma ve İnceleme Kurulu. “Demiryolu, Denizyolu, Havayolu ve Karayolu Kaza İstatistikleri”. Ankara, 2013.

Deniz, O. (2010) Karayolu-Demiryolu Geçitlerinin Planlanması Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Saplıoğlu, M., Terzi, S., Karaşahin, M. (2006) Hemzemin Geçitler için Bir Kaza Tahmin Modeli Geliştirilmesi. Uluslararası Demiryolu Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s. 1211-1224, 13-16 Aralık, 2006.

Yıldırım, U. Durmuş, M.S., Kurşun, A. Söylemez, M.T., (2010) Demiryolu Hemzemin Geçitleri için Hatada-Güvenli Sinyalizasyon ve Anlaşman Tasarımı, Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı, Gebze.

Kozak M. (2012) Hemzemin Geçitlerdeki Kaplama Çeşitleri ve Güvenliğe Etkisinin Araştırılması. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi.



# Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Eğitiminde Açık Deniz Stajlarında Karşılaşılan Sorunlar Üzerine Bir Araştırma

**Barış KULEYİN**

Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi  
Denizcilik Eğitimi Anabilim Dalı  
Tel: (0232) 412 88 01  
E-Posta: baris.kuleyin@deu.edu.tr

## Öz

Gemiadamlığı her zaman meşakkatli bir meslek olmuştur. Aslında mesleğe dair sıkıntılar daha mesleğe başlamadan, eğitim sürecinde ortaya çıkmaktadır. Söz konusu eğitim sürecinin en önemli parçası olan açık deniz stajlarında; staj bulma konusundan istenilen gemi türü seçimine, yapılması gereken staj süresinden gemide stajyerlere uygulanan eğitim politikasına ve her zabitanın edinmesi gereken bilgi birikiminin sağlanabilmesine kadar birçok sıkıntı yaşanmaktadır. Türkiye’de denizcilik öğrenimi gören öğrencilerin en sancılı ve sıkıntılı dönemleri, staj bulma ve stajda alınan eğitimin kalitesi konularıdır. Bu durumun bilimsel bir yaklaşımla irdelenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, deniz ulaştırma işletme mühendisliği (DUİM) eğitimi gören öğrencilerin “açık deniz stajları” hakkındaki bakış açılarının ölçülmesi, karşılaştıkları sorunların belirlenmesi ve çözüm önerileri geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmada veri toplama aracı olarak, Demir’in (2010) çalışmasında kullandığı 38 ifadeli anket formu, denizciliğe uyarlanarak kullanılmıştır. Söz konusu anket uygulaması sonucu elde edilen verilerin analizinde, SPSS 22 paket programı kullanılarak, tanımlayıcı istatistiksel analizler, hipotez testleri için ise bağımsız örneklem t-testleri uygulanmıştır. Genel olarak ankete katılan öğrenciler; yaptığı stajın denizcilik mesleğini daha iyi tanımasını sağladığını, staj döneminde işle ilgili yaptığı hataların, mesleği öğrenmesinde faydalı olduğunu ve iş hayatında benzer hataları tekrarlamayacağını ve staj dönemi boyunca geminin farklı bölümlerinde staj yapmanın eğitici/geliştirici olduğunu düşünmektedirler. Ayrıca staj dönemi boyunca okulun ve staj yapılan kurumun verdiği desteğin yeterli olmadığını ifade etmektedirler. Bu durum açık deniz stajları konusunda daha sistematik bir yaklaşıma ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

**Anahtar sözcükler:** Deniz ulaştırması, açık deniz stajı, denizcilik eğitimi.

## Giriş

Staj, herhangi bir meslek edinecek olan kimsenin geçirdiği uygulamalı öğrenme dönemi ve bu kimsenin, meslek bilgisini arttırmak için bir kurumun bir veya birçok bölümünde çalışarak geçirdiği dönemdir (TDK, 2015). Staj, öğrencilerin eğitim-öğretim dönemlerinde edindikleri teorik bilgilerin veya laboratuvar ölçekli uygulamaların, büyük ölçekli endüstriyel üretimlerde nasıl yer aldığını gördükleri, çalışmalara aktif olarak katılarak bilgi ve becerilerini geliştirdikleri, mesleğe ilk adım attıkları önemli bir süreçtir. Okulda edinilen bilgiler genelde

teoriden öteye geçmez. Öğrenciler belli bir konu üzerinde yazılmış olan kaynakları okur, çalışırlar ama edindikleri bu bilgiyi nasıl uygulayacaklarını bilemezler. Her ne kadar bazı bölümler laboratuvar çalışmaları sunsa ve öğrencilerine pratik yapma imkânı verse de, sınıf geçmek için edinilen bilgiler uygulanmadıklarından, bir süre sonra unutulmaya mahkûmdurlar. Staj süreci öğrencilere bilgiler hala tazeyken pratik yapma ve bu bilgileri uygulamaya geçirme imkânı sunmaktadır. Bu noktada özellikle denizcilik sektöründe çalışacak öğrencilerin stajlarının önemi bir kez daha öne çıkmaktadır. Açık deniz stajı, denizcilik fakültelerindeki ve yüksekokullarındaki dört yıllık öğretim süresi boyunca yapılması gereken 12 aylık staj dönemidir. Staj dönemi; öğrencilerin teorik derslerde öğrendiklerini uygulama imkânı sunmaktadır.

Dört yıllık fakülte ve yüksekokulların DUİM bölümlerindeki öğrenciler, bir yıllık İngilizce hazırlık eğitiminden sonra, STCW (Standards of Training Certificate and Watchkeeping-Gemi Adamlarının Eğitim, Belgelendirme ve Vardiya Tutma Standartları) Sözleşmesinin (ITF, 2010: 31-32) öngördüğü ve Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı'nın (UDHB) onayladığı A-II/1 (IMO, 2013) müfredat programına göre eğitim görmektedir (UDHB, 2015). Bu eğitimleri sırasında öğrenciler liman seferi dışında çalışan 500 GRT'dan büyük gemilerde 6 ayı köprüüstünde eğitim olmak üzere toplam 12 aylık açık deniz stajı eğitimini tamamlamak zorundadır. Açık deniz stajı, dayandığı uluslararası kurallarla belirlenen, DUİM mesleki becerilerini kazanmaları ve mesleki eğitimlerini istenilen doğrultuda yürütebilmeleri için bir yol gösterici eğitim olarak uygulanmaktadır. Dokuz Eylül Üniversitesi (DEÜ) Denizcilik Fakültesi Staj Yönergesi'ne göre, açık deniz stajı deniz ulaştırma işletme mühendisleri öğrencileri için ikinci yarıyıl sonunda 2,5 ay dördüncü yarıyıl sonunda 2,5 ay ve beşinci yarıyıl sonunda 7 ay olmak üzere toplam 12 ay olarak yapılmaktadır (DEÜ, 2015).

Çalışmanın ilk bölümünde yöntem, veri toplama araçları, evren, örneklem ve kısıtlar yer almaktadır. İkinci bölümde veri analizi ve çalışmanın bulguları sunulmaktadır. Üçüncü ve son bölümde ise araştırmanın sonuçları bulunmaktadır. Çalışmada açık deniz stajı yapan öğrencilerin staja yönelik algılarına ilişkin bir araştırma yapılmıştır. Araştırma açık deniz stajına çıkacak öğrencilerin staj bulmalarındaki zorlukların belirlenmesi ve staj dönemindeki zorlukların önüne geçilebilmesi konularında öneriler sunmayı amaçlamıştır.

## 1.Araştırmanın Yöntemi

Araştırmanın yöntemi veri toplama araçları, örneklem grubu ve kısıtlar olmak üzere üç alt başlıkta incelenmektedir.

### 1.1. Araştırmanın Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada veri toplama aracı olarak, “açık deniz stajları” değerlendirmeleri için bir anket formu kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan anket formu, Demir'in (2010) çalışmasında kullandığı anket formunun denizciliğe uyarlanmasıyla oluşturulmuş toplam 38 ifadeli (**Tablo 1**) bir anket formudur. Söz konusu ankette (**EK 1**), öğrencilere ve staj yapılan gemiye ilişkin bilgiler yer almaktadır. Algıların derlenmesinde ise 5'li likert ölçekli (1- Hiç katılmıyorum, 5- Tamamen katılıyorum) ifadeler bulunmaktadır.

**Tablo 1: Anket Formundaki İfadeler**

		Hiç Katılmıyorum ← → Tamamen Katılıyorum				
1	Gemi bulma ve staja başlama sürecinde, okulunun verdiği destek yeterlidir.	1	2	3	4	5
2	Okulumuzdaki staj sorumlusu, staj süresince bana destek ve yardımcı olmuştur.	1	2	3	4	5
3	Staja başlamadan önce insan kaynakları ile yaptığım ön görüşme yeterlidir.	1	2	3	4	5
4	Staja başlamadan önce staj yaptığım kurum tarafından verilen oryantasyon eğitimi yeterlidir.	1	2	3	4	5
5	Staj süresince insan kaynakları bölümünün bana verdiği destek yeterlidir.	1	2	3	4	5
6	Staj süresince geminin farklı bölümlerinde staj yapmanın eğitici olduğunu düşünüyorum.	1	2	3	4	5
7	Stajda gemi kaptanı ve zabıtlardan işle ilgili yeni bilgiler öğrendim.	1	2	3	4	5
8	Stajda gemideki çalışanlardan işle ilgili yeni bilgiler öğrendim.	1	2	3	4	5
9	Staj yaptığım süre yeterlidir.	1	2	3	4	5
10	Yaptığım staj mesleği daha iyi tanımamı sağlamıştır.	1	2	3	4	5
11	Staj yaptığım kurumda gelecekte zabıt olarak çalışmayı düşünürüm.	1	2	3	4	5
12	Staj döneminde benden çok iş beklendiğini düşünüyorum.	1	2	3	4	5
13	Staj dönemimin verimli ve faydalı geçtiğini düşünüyorum.	1	2	3	4	5
14	İş arama sürecinde yaptığım stajın avantaj sağlayacağını düşünüyorum.	1	2	3	4	5
15	Staj döneminde sağlanan imkânlar (ücret, kumanya, haberleşme vb.) yeterlidir.	1	2	3	4	5
16	Yaptığım stajın meslek seçimimde doğru karar vermeme sağladığını düşünüyorum.	1	2	3	4	5
17	Staj yaptığım gemi tipinde kariyer yapmayı düşünürüm.	1	2	3	4	5
18	Stajda gemi kaptanı ve zabıtlar işbaşında bana gerekli eğitim imkânını sağlamıştır.	1	2	3	4	5
19	Staj süresince işimle ilgili alet ve araçları yeterince kullandığımı düşünüyorum.	1	2	3	4	5
20	Staj, iş hayatına bakışımı olumlu yönde değiştirmiştir.	1	2	3	4	5
21	Staj yaptığım gemideki çalışanlar ve zabıtlar ile staj bitiminde de görüşmeyi düşünürüm.	1	2	3	4	5
22	Staj yaptığım kurumda stajyerlerin gelişimi ile ilgilenilir, staj sonrası iletişim sürdürülür.	1	2	3	4	5
23	Staj dönemi; uyum sağlama, sorumluluk alma, iletişim kurma vb. yönde yetkinlikler kazandırmıştır.	1	2	3	4	5
24	Staj yaptığım kurum staj sürecine ciddi olarak eğilir.	1	2	3	4	5
25	Staj yaptığım kurumda/gemide stajyerlere zengin eğitim içeriği sunulmaktadır.	1	2	3	4	5
26	Staj defteri uygulamasının gerekli ve faydalı olduğunu düşünüyorum.	1	2	3	4	5
27	Staj bitiminde; staj notu ile değerlendirilmek yerine, sınav ile değerlendirilmeyi tercih ederim.	1	2	3	4	5
28	Staj döneminin beni iş hayatına hazırlamaya yeterli olduğunu düşünüyorum.	1	2	3	4	5
29	Staj sürecimi iyi şekilde değerlendirdiğime inanıyorum.	1	2	3	4	5
30	Staj yaptığım kurumun, staj sürecimi iyi şekilde yönettiğine inanıyorum.	1	2	3	4	5
31	Okulda öğrendiğim bilgiler ile stajda gördüğüm uygulamaların paralel olduğunu gözlemledim.	1	2	3	4	5
32	Okulda öğrendiklerimi staj döneminde uygulama fırsatı buldum.	1	2	3	4	5
33	Staj dönemi becerilerimi keşfetmemi sağlamıştır.	1	2	3	4	5
34	Staj dönemi; geliştirmem gereken yetkinliklerimi (takım çalışması vb.) ortaya çıkarmıştır.	1	2	3	4	5
35	Staj dönemi; öğrenmem gereken bilgileri (bilgisayar programı, yabancı dil vb.) ortaya çıkarmıştır.	1	2	3	4	5
36	Staj döneminde kaptan ve zabıtlar tarafından olumlu ve/veya olumsuz yönde değerlendirildim.	1	2	3	4	5
37	Staj döneminde kaptan ve zabıtların benim için düşündüğü bir gelişim planı bulunmaktadır	1	2	3	4	5
38	Staj döneminde işle ilgili yaptığım hataların, mesleği öğrenimde faydalı olduğunu ve iş hayatında benzer hataları tekrarlamayacağımı düşünüyorum.	1	2	3	4	5

Kaynak: Demir (2010)'dan yazar tarafından uyarlanmıştır.

## 1.2. Araştırmanın Örneklem Grubu

Araştırmanın örneklem grubu DEÜ Denizcilik Fakültesi Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Bölümü'nde staj yapmış olan ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencilerinden toplam 209 kişiden (bkz. **Tablo 2**) oluşmaktadır.

**Tablo 2: Ankete Sınıflara Göre Katılım Oranları**

Dönem	Ulaşılmaması gereken kişi sayısı	Ankete katılan kişi sayısı	Katılım yüzdesi
2. Sınıf	67	41	% 61.2
3. Sınıf	57	46	% 80.7
4. Sınıf	85	41	% 48.2
<b>Toplam</b>	<b>209</b>	<b>128</b>	<b>% 61.2</b>

Bu çalışmanın evreni, DEÜ Denizcilik Fakültesi Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Bölümü öğrencileridir. Örneklem grubu ise, 2015 döneminden 85 kişi, 2016 döneminden 57 kişi, 2017 döneminden 67 kişi olmak üzere Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Bölümü öğrencilerinden oluşmaktadır. Ulaşılmaması gereken kişi sayısı 209, ankete katılan kişi sayısı ise, toplam 128 (41'i ikinci sınıf, 46'sı üçüncü sınıf ve 41'i dördüncü sınıf) kişidir. Dolayısıyla araştırmaya katılım oranı yaklaşık % 61 olarak gerçekleşmiştir. Fakat her öğrencinin staj sayısı sınıfına göre farklılık göstereceğinden (ikinci sınıflar 1 staj, üçüncü sınıflar 2 staj, dördüncü sınıflar 3 staj) kullanılan anket sayısı 256'ya (41+46x2+41x3) çıkmıştır. Sınıflara göre katılım oranları **Tablo 2**'de gösterilmiştir.

### 1.3. Araştırmanın Kısıtları

DEÜ Denizcilik Fakültesi DUİM öğrencileriyle kısıtlı olması nedeniyle araştırmadan elde edilen bulgular sadece örneklem grubunu bağlamaktadır. Bu nedenle sonuçlara dayalı olarak genelleme yapmak çok doğru olmayacaktır. Ayrıca bir takım mesleki zorluklar kızların DUİM bölümünü tercihine engel olmaktadır. Dolayısıyla kız öğrencilerin sayısının azlığı cinsiyet ekseninde yapılan analizlerin güvenilirliğini tartışılır kılmaktadır. Bir başka kısıt ise, dördüncü sınıf öğrencilerinin ankete katılım oranının nispeten daha düşük olmasının nedeni; bir kısmının hala uzun stajda olması, sınıfta kalan öğrencilerin muafiyeti ve şehir dışında bulunmalarından kaynaklanmaktadır.

Bu kısıtlara rağmen, elde edilen bulguların “açık deniz stajı” araştırması çerçevesinde yapılacak benzer çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir. Özellikle gelecekte yapılacak çalışmaların, diğer üniversitelerin DUİM bölümlerinde okuyan staja çıkan öğrencilerin üzerinde yapılması halinde daha sağlıklı sonuçların elde edileceği açıktır.

## 2. Araştırmanın Bulguları ve Verilerin Analizi

Araştırmada toplanan verilerin analizinde SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 22 paket programı kullanılmıştır. Güvenirlilik analizi, frekans tabloları, tanımlayıcı istatistik ve bağımsız T testleri kullanılmıştır. Güvenirlilik analizinde cronbach Alpha katsayısı 0,941 olarak tespit edilmiştir. Bu değer güvenirlilik sınırları içerisinde.

Ankette yer alan ifadeleri yanıtlayan katılımcıların demografik özellikleri **Tablo 3**'te gösterilmektedir. Anketleri yanıtlayan katılımcıların yaklaşık % 90'ının “erkek” olduğu görülmektedir. Staj sayısı farklılığı olduğundan toplam katılımcı sayısı 256 üzerinden değerlendirilmiştir. Staj dönemlerine ayrıldığında; ankete katılan öğrencilerin, birinci stajını yapan öğrenci oranı % 50, ikinci stajını yapan öğrenci oranı % 34 ve üçüncü (uzun) stajını yapan öğrenci oranının da % 16 olduğu anlaşılmaktadır.

**Tablo 3:** Katılımcıların\* Demografik Özellikleri

BAĞIMSIZ DEĞİŞKENLER	SAYI	YÜZDE
CİNSİYET	n	%
• Erkek	229	89,5
• Kız	27	10,5
STAJ DÖNEMİ	n	%
• 1.staj dönemi	128	50
• 2.staj dönemi	87	34
• 3.staj dönemi	41	16

Not: \* Staj sayısı farklılığı nedeniyle toplam katılımcı sayısı 256 üzerinden değerlendirilmiştir.

Ankete katılan kişilerin verdikleri cevaplara göre gemi özellikleri ile ilgili bilgiler **Tablo 4**'te gösterilmektedir. Tablodan da anlaşılacağı gibi, stajlarını tek gemide yapan kişi oranının yaklaşık % 84 gibi büyük bir rakama tekabül ettiği görülmektedir. En çok staj yapılan gemi tipinin ise yaklaşık % 54 oranıyla “*dökme yük*” gemileri olduğu ve öğrencilerin yaklaşık % 62’sinin ise stajını “*Türk bayraklı*” gemilerde yaptığı anlaşılmaktadır.

**Tablo 4:** Staj Yapılan Gemilere İlişkin Bilgiler

BAĞIMSIZ DEĞİŞKENLER	SAYI	YÜZDE
STAJ YAPILAN GEMİ SAYISI	n	%
• 1 gemi	214	83,6
• 2 gemi	36	14,1
• 3 gemi	4	1,6
• 4 gemi	2	0,8
STAJ YAPILAN GEMİ TİPİ	n	%
• Dökme yük	137	53,5
• Tanker	55	21,5
• Ro-ro	39	15,2
• Konteyner	18	7
• Diğer	7	2,7
STAJ YAPILAN GEMİ BAYRAĞI	n	%
• Türk bayraklı	158	61,7
• Yabancı bayrak	98	38,3

Ankete yer alan ifadeleri yanıtlayan katılımcıların gemilerde çalışma koşullarına ait bilgiler **Tablo 5**'te gösterilmiştir. Bu bilgilere göre sefer bölgelerinin en çok “*Akdeniz içi*” olduğu, yabancı personelle çalışma oranının düşük olduğu, çoğunluk olarak staj yapılan gemide başka DUİM stajyerlerinin de bulunduğu anlaşılmaktadır. Bu gemilerde role talimleri yapılma oranının % 59 olduğu saptanmıştır. Gemilerde bayan personel bulunma oranının ise yaklaşık % 24’de kaldığı görülmektedir.

**Tablo 5:** Staj Yapılan Gemideki Çalışma Koşulları

BAĞIMSIZ DEĞİŞKENLER	SAYI	YÜZDE
GEMİNİN SEFER BÖLGESİ	n	%
• Karadeniz bölgesi	60	23,4
• Akdeniz bölgesi	108	42,2
• Kontinant (okyanus) bölgesi	88	34,4
GEMİDE YABANCI PERSONEL	n	%
• Var	68	26,6
• Yok	188	73,4
GEMİDE BAŞKA DUİM STAJYERİ BULUNMASI DURUMU	n	%
• Evet	175	68,4
• Hayır	81	31,6
GEMİDEKİ ROLE TALİMİ DURUMU	n	%
• Yapılıyor	151	59
• Yapılmıyor	105	41
GEMİDEKİ BAYAN PERSONEL DURUMU	n	%
• Var	62	24,2
• Yok	194	75,8

Anket sorularının kısaltılmış ifadeleri ve söz konusu ifadelere verilen cevapların ortalama değerleri **Tablo 6**'da verilmektedir. Söz konusu tabloda, katılımcıların 38 adet ifadeye verdikleri cevapların tanımlayıcı istatistiksel analizleri görülmektedir.

**Tablo 6:** Anket İfadelerinin Ortalamaları

No	İfadeler	Oran	No	İfadeler	Oran
1	Okul desteği	2,23	20	İş hayatına bakış	3,47
2	Staj sorumlusu	2,50	21	Staj sonrası görüşme	3,46
3	Personel müdürü	2,98	22	Stajyer gelişimi	2,78
4	Oryantasyon	3,67	23	Uyum sağlama	3,69
5	İnsan kaynakları desteği	2,80	24	Kurumun staja bakışı	2,99
6	Gemi bölümleri	4,04	25	Eğitim içeriği	2,70
7	Zabitlerden bilgi alımı	3,96	26	Staj defteri	3,17
8	Personelden bilgi alımı	3,84	27	Staj notu	2,89
9	Staj süresi	3,72	28	İşe hazırlama	3,42
10	Meslek tanıtımı	4,20	29	Staj değerlendirmesi	3,73
11	Şirkete devam etme	2,82	30	Kurumun staj yönetimi	2,25
12	İş beklentisi	3,47	31	Staj-okul uyumu	3,30
13	Staj döneminin verimi	3,78	32	Bilgi uygulama	3,39
14	İş aramadaki avantaj	3,37	33	Beceri keşfi	3,66
15	Stajdaki imkânlar	3,09	34	Yetkinlik geliştirme	3,72
16	Doğru karar	3,46	35	Eksik tamamlama	3,67
17	Kariyer seçimi	3,06	36	Zabit değerlendirmesi	3,99
18	Eğitim imkânı	3,46	37	Gelişim planı	3,06
19	Alet kullanımı	3,59	38	Hataları fark etme	4,12

**Tablo 6**'da görüldüğü gibi, yapılan analiz sonuçlarına göre en çok desteklenen ifadeler sırasıyla 10., 38. ve 6. ifadelerdir. İfade 10 (*Yaptığım staj, mesleği daha iyi tanımama sağlamıştır.*), 4,20 ortalamayla en çok desteklenen ifade olurken, bu ifadeyi 4,12 ve 4,04 ortalamayla ifade 38 (*Staj döneminde işle ilgili yaptığım hataların, mesleği öğrenmemde faydalı olduğunu ve iş hayatında benzer hataları tekrarlamayacağımı düşünüyorum.*) ve ifade 6 (*Staj dönemi boyunca, geminin farklı bölümlerinde staj yapmanın eğitici ve geliştirici olduğunu düşünüyorum.*) takip etmektedir. En az desteklenen ifadeler ise sırasıyla 1., 30. ve 2. ifadelerdir. İfade 1 (*Staj yapılacak gemi bulma ve staja başlama sürecinde, okulumun bana verdiği destek yeterlidir.*), 2,23 ortalamayla en az desteklenen ifade olurken, bu ifadeyi 2,25 ve 2,50 ortalamayla ifade 30 (*Staj yaptığım kurumun, staj sürecimi iyi şekilde yönettiğine inanıyorum.*) ve ifade 2 (*Okul tarafından görevlendirilen staj sorumlusu, staj dönemi boyunca bana destek ve yardımcı olmuştur.*) izlemektedir.

Ankette yer alan 38 ifadeye uygulanan analizler sonucunda aşağıdaki beş ana hipotez ( $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$ ,  $H_4$ ,  $H_5$ ) test edilmiştir:

- $H_1$ : Erkek ve kız öğrencilerin açık deniz stajı ile ilgili değerlendirmelerinde anlamlı bir farklılık vardır.
- $H_2$ : Staj yapılan gemide güverte stajyeri bulunması staj değerlendirmesinde anlamlı bir farklılık oluşturmaktadır.
- $H_3$ : Staj yapılan geminin bayrağının yabancı veya Türk bayraklı olması staj değerlendirmesinde anlamlı bir farklılık yaratmaktadır.
- $H_4$ : Staj yapılan gemide role talimlerinin yapılıp yapılmaması staj değerlendirmesinde anlamlı bir farklılık oluşturmaktadır.
- $H_5$ : Staj yapılan gemide bayan personel bulunması stajyerlerin staj algısında anlamlı bir farklılık oluşturmaktadır.

H<sub>1</sub> çerçevesinde yapılan bağımsız t-testi sonuçlarına göre, detaylandırılan alt hipotezlerin sadece üçünde anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Desteklenen alt hipotezlerin detayları **Tablo 7**'de verilmektedir.

**Tablo 7:** H<sub>1</sub> Hipotezinin Desteklenen Alt Hipotezleri

Alt-Hipotez	İfadeler	Bağımsız Değişken	Değişken Grubu	Ortalama	t	p
H <sub>1-1</sub>	Okul desteği	Cinsiyet	Erkek	2,2969	3,123	0,003
			Kız	1,6667		
H <sub>1-18</sub>	Eğitim imkânı	Cinsiyet	Erkek	3,4017	-2,061	0,040
			Kız	3,9259		
H <sub>1-22</sub>	Stajyer gelişimi	Cinsiyet	Erkek	2,6943	-3,254	0,003
			Kız	3,5185		

**Tablo 7**'de görüldüğü gibi bağımsız t-testi sonuçlarına göre; H<sub>1-1</sub> alt-hipotezi çerçevesinde, “*okul desteği*” ifadesine verilen cevaplarda ortalamalar düşük olmasına rağmen erkek öğrencilerin destek algısının kız öğrencilere oranla daha tatminkâr olduğu görülmektedir. H<sub>1-18</sub> alt-hipotezi çerçevesinde, “*eğitim imkânı*” ifadesine verilen cevaplarda ortalamaların yüksek olmasına rağmen geminin kaptanı ve zabitlerinin işbaşında gerekli eğitim imkânını sağlaması konusunda kız öğrencilerin erkek öğrencilere oranla daha tatminkâr olduğu anlaşılmaktadır. H<sub>1-22</sub> alt-hipotezi çerçevesinde ise, “*stajyer gelişimi*” ifadesine verilen cevaplarda ortalamaların oldukça farklı olduğu ve staj yapılan kurumun stajyerlerin gelişimiyle ilgilenmesi konusunda kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre daha tatminkâr olduğu görülmektedir. H<sub>1-1</sub>, H<sub>1-18</sub> ve H<sub>1-22</sub> nolu alt-hipotezlerin dışında kalan hipotezlerde anlamlı bir farklılığa rastlanmamış ve söz konusu alt hipotezler reddedilmiştir.

H<sub>2</sub> çerçevesinde yapılan bağımsız t-testi sonuçlarına göre, detaylandırılan alt hipotezlerin sadece üçünde anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Desteklenen alt hipotezlerin detayları **Tablo 8**'de verilmektedir.

**Tablo 8:** H<sub>2</sub> Hipotezinin Desteklenen Alt Hipotezleri

Alt-Hipotez	İfadeler	Bağımsız Değişken	Değişken Grubu	Ortalama	t	p
H <sub>2-2</sub>	Staj sorumlusu	Güverte Stajyeri	Var	2,6343	2,242	0,026
			Yok	2,2346		
H <sub>2-36</sub>	Zabit değerlendirme	Güverte Stajyeri	Var	3,9029	-2,226	0,027
			Yok	4,1728		
H <sub>2-37</sub>	Gelişim planı	Güverte Stajyeri	Var	2,8800	-3,140	0,002
			Yok	3,4444		

**Tablo 8**'de görüldüğü gibi bağımsız t-testi sonuçlarına göre; H<sub>2-2</sub> alt-hipotezi çerçevesinde, “*staj sorumlusu*” ifadesine verilen cevaplarda ortalamalar düşük olmasına rağmen gemisinde başka bir güverte stajyeri bulunanların okul tarafından görevlendirilen staj sorumlusunun staj dönemi boyunca daha fazla destek verdiğini düşündüğü görülmektedir. H<sub>2-36</sub> alt-hipotezi çerçevesinde, “*zabit değerlendirme*” ifadesine verilen cevaplarda ortalamaların yüksek olmasına rağmen gemi kaptanı ve zabitler tarafından olumlu/olumsuz yönde değerlendirilme konusunda gemisinde başka bir güverte stajyeri bulunanların daha sıkıntılı olduğu anlaşılmaktadır. H<sub>2-37</sub> alt-hipotezi çerçevesinde ise, “*gelişim planı*” ifadesine verilen

cevaplarda ortalamaların oldukça farklı olduğu ve gemi kaptanı/zabitlerin stajyer için bir gelişim planı bulunması konusunda gemisinde başka bir güverte stajyeri bulunanların daha sıkıntılı olduğu görülmektedir. H<sub>2-2</sub>, H<sub>2-26</sub> ve H<sub>2-37</sub> nolu alt-hipotezlerin dışında kalan hipotezlerde anlamlı bir farklılığa rastlanmamış ve söz konusu alt hipotezler reddedilmiştir.

H<sub>3</sub> çerçevesinde yapılan bağımsız t-testi sonuçlarına göre, detaylandırılan alt hipotezlerin 8 alt-hipotezde anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Desteklenen alt hipotezlerin detayları **Tablo 9**'da verilmektedir.

**Tablo 9:** H<sub>3</sub> Hipotezinin Desteklenen Alt Hipotezleri

Alt-Hipotez	İfadeler	Bağımsız Değişkenler	Değişken Grubu	Ortalama	T	p
H <sub>3-4</sub>	Oryantasyon	Bayrak	Türk	2,4873	-2,743	0,007
			Yabancı	2,9694		
H <sub>3-11</sub>	Şirkete devam etme	Bayrak	Türk	2,5443	-3,638	0,000
			Yabancı	3,2755		
H <sub>3-14</sub>	İş aramadaki avantaj	Bayrak	Türk	3,1203	-3,927	0,000
			Yabancı	3,7857		
H <sub>3-16</sub>	Doğru karar	Bayrak	Türk	3,3038	-2,967	0,003
			Yabancı	3,7245		
H <sub>3-17</sub>	Kariyer seçimi	Bayrak	Türk	2,8924	-2,367	0,019
			Yabancı	3,3265		
H <sub>3-30</sub>	Kurumun staj yönetimi	Bayrak	Türk	3,1203	-1,977	0,049
			Yabancı	3,4490		
H <sub>3-31</sub>	Staj-okul uyumu	Bayrak	Türk	3,1835	-2,017	0,045
			Yabancı	3,5000		
H <sub>3-32</sub>	Bilgi uygulama	Bayrak	Türk	3,2658	-2,111	0,036
			Yabancı	3,5918		

**Tablo 9**'da görüldüğü gibi bağımsız t-testi sonuçlarına göre; H<sub>3-4</sub> alt-hipotezi çerçevesinde, “*oryantasyon*” ifadesine verilen cevaplarda ortalamalar düşük olmasına rağmen yabancı bayraklı gemilerde staj yapanların staj yaptığı kurumdaki oryantasyon eğitiminin yeterli bulunduğu görülmektedir. H<sub>3-11</sub> alt-hipotezi çerçevesinde, “*şirkete devam etme*” ifadesine verilen cevaplarda staj yapılan kurumda çalışma konusunda yabancı bayrak gemilerde bulunanların daha olumlu olduğu anlaşılmaktadır. H<sub>3-14</sub> alt-hipotezi çerçevesinde ise, “*iş aramadaki avantaj*” ifadesine verilen cevaplarda ortalamaların oldukça farklı olduğu ve iş arama sürecinde, yapılan stajın avantaj sağlayacağı konusunda Türk bayraklı gemilerde bulunanların daha sıkıntılı olduğu görülmektedir. Ayrıca “*doğru karar*”, “*kariyer seçimi*”, “*kurumun staj yönetimi*”, “*staj-okul uyumu*” ve “*bilgi uygulama*” ifadeleri konusunda yabancı bayraklı gemilerde staj yapan öğrencilerin algıları daha olumludur. H<sub>3-4</sub>, H<sub>3-11</sub>, H<sub>3-14</sub>, H<sub>3-16</sub>, H<sub>3-17</sub>, H<sub>3-30</sub>, H<sub>3-31</sub> ve H<sub>3-32</sub> nolu alt-hipotezlerin dışında kalan hipotezlerde anlamlı bir farklılığa rastlanmamış ve söz konusu alt hipotezler reddedilmiştir.

H<sub>4</sub> çerçevesinde yapılan bağımsız t-testi sonuçlarına göre, detaylandırılan alt hipotezlerin 7 alt-hipotezde anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Desteklenen alt hipotezlerin detayları **Tablo 10**'da verilmektedir.



**Tablo 10:** H<sub>4</sub> Hipotezinin Desteklenen Alt Hipotezleri

Alt-Hipotez	İfadeler	Bağımsız Değişkenler	Değişken Grubu	Ortalama	T	p
H <sub>4-7</sub>	Zabitlerden bilgi alımı	Role Talimi	Evet	4,2583	5,546	0,000
			Hayır	3,5238		
H <sub>4-8</sub>	Personelden bilgi alımı	Role Talimi	Evet	4,0662	4,260	0,000
			Hayır	3,5048		
H <sub>4-10</sub>	Meslek tanıtımı	Role Talimi	Evet	4,4238	4,649	0,000
			Hayır	3,8762		
H <sub>4-13</sub>	Staj dönemi verimi	Role Talimi	Evet	4,0132	4,561	0,000
			Hayır	3,4476		
H <sub>4-23</sub>	Uyum sağlama	Role Talimi	Evet	4,0265	6,888	0,000
			Hayır	3,2095		
H <sub>4-28</sub>	İşe hazırlama	Role Talimi	Evet	3,6954	5,116	0,000
			Hayır	3,0286		
H <sub>4-32</sub>	Bilgi uygulama	Role Talimi	Evet	3,6093	3,547	0,000
			Hayır	3,5000		

**Tablo 10'**da görüldüğü gibi bağımsız t-testi sonuçlarına göre; H<sub>4-7</sub> alt-hipotezi çerçevesinde, “zabitlerden bilgi alımı” ifadesine verilen cevaplarda ortalamalar yüksek olmasına rağmen role talimi yapılan gemilerde gemi kaptanı ve zabitlerden işle ilgili yeni bilgiler öğrenme konusunun daha olumlu olduğu görülmektedir. H<sub>4-8</sub> alt-hipotezi çerçevesinde, “personelden bilgi alımı” ifadesine verilen cevaplarda tayfalardan yeni bilgiler öğrenme konusunda role talimi yapılan gemilerde bulunanların daha olumlu olduğu anlaşılmaktadır. H<sub>4-10</sub> alt-hipotezi çerçevesinde ise, “meslek tanıtımı” ifadesine verilen cevaplarda ortalamaların oldukça farklı olduğu ve yapılan stajın mesleği daha iyi tanımayı sağlaması konusunda role talimi yapılmayan gemilerde bulunanların daha sıkıntılı olduğu görülmektedir. Ayrıca “staj dönemi verimi”, “uyum sağlama”, “işe hazırlama” ve “bilgi uygulama” ifadeleri konusunda role talimi yapılan gemilerde staj yapan öğrencilerin algıları daha olumludur. H<sub>4-7</sub>, H<sub>4-8</sub>, H<sub>4-10</sub>, H<sub>4-13</sub>, H<sub>4-23</sub>, H<sub>4-28</sub> ve H<sub>4-32</sub> nolu alt-hipotezlerin dışında kalan hipotezlerde anlamlı bir farklılığa rastlanmamış ve söz konusu alt hipotezler reddedilmiştir.

H<sub>5</sub> çerçevesinde yapılan bağımsız t-testi sonuçlarına göre, detaylandırılan alt hipotezlerin 4 alt-hipotezde anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Desteklenen alt hipotezlerin detayları **Tablo 11'**de verilmektedir.

**Tablo 11:** H<sub>5</sub> Hipotezinin Desteklenen Alt Hipotezleri

Alt-Hipotez	İfadeler	Bağımsız Değişkenler	Değişken Grubu	Ortalama	T	p
H <sub>5-8</sub>	Personelden bilgi alımı	Bayan Personel	Evet	4,1129	2,444	0,015
			Hayır	3,7474		
H <sub>5-19</sub>	Alet kullanımı	Bayan Personel	Evet	3,8548	2,217	0,027
			Hayır	3,5103		
H <sub>5-22</sub>	Stajyer gelişimi	Bayan Personel	Evet	3,1290	2,212	0,028
			Hayır	2,6701		
H <sub>5-23</sub>	Uyum sağlama	Bayan Personel	Evet	3,9355	2,520	0,013
			Hayır	3,6134		

**Tablo 11'**de görüldüğü gibi bağımsız t-testi sonuçlarına göre; H<sub>5-8</sub> alt-hipotezi çerçevesinde, “personelden bilgi alımı” ifadesine verilen cevaplarda ortalamalar yüksek olmasına rağmen bayan personel bulunan gemilerde mürettebattan işle ilgili yeni bilgiler öğrenme konusunun daha olumlu olduğu görülmektedir. H<sub>5-19</sub> alt-hipotezi çerçevesinde, “alet kullanımı” ifadesine

verilen cevaplarda staj süresince alet ve araçları yeterince kullanma konusunda bayan personel bulunan gemilerde bulunanların daha olumlu olduğu anlaşılmaktadır. H<sub>5-22</sub> alt-hipotezi çerçevesinde ise, “*stajyer gelişimi*” ifadesine verilen cevaplarda ortalamaların oldukça farklı olduğu ve staj yapılan kurumda stajyerlerin gelişimiyle ilgilenilmesi konusunda bayan personel bulunmayan gemilerdekilerin daha sıkıntılı olduğu görülmektedir. Ayrıca “*uyum sağlama*” ifadesi konusunda bayan personel bulunan gemilerde staj yapan öğrencilerin algıları daha olumludur. H<sub>5-8</sub>, H<sub>5-19</sub>, H<sub>5-22</sub> ve H<sub>5-23</sub> nolu alt-hipotezlerin dışında kalan hipotezlerde anlamlı bir farklılığa rastlanmamış ve söz konusu alt hipotezler reddedilmiştir.

### 3.Sonuçlar ve Öneriler

Açık deniz stajı; denizcilik fakültesi öğrencilerinin okullarından mezun olabilmeleri, meslekleriyle alakalı bilgi ve beceri kazanabilmeleri için en önemli dönemdir. Okulda öğrenilen teorik bilgilerin uygulamaya geçirildiği aşamadır. Bu dönem denizcilik öğrencilerinin mesleğe bakış açılarını ve kendi yeterliliklerini şekillendirmektedir. DEU Denizcilik Fakültesi Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Bölümü 2011-2014 yılları arası dönem incelendiğinde staja çıkmayan öğrenci sayısındaki artış dikkat çekmektedir. Düzenli olmamakla birlikte özellikle kısa dönem stajı bulmanın gittikçe zorlaştığı görülmektedir. Bu gidişata göre ileride birçok öğrencinin staj bulmada sorunlar yaşayacağı ve bununda üçüncü (uzun) stajlarını fazla tutup okullarının uzamasına neden olacağı sonucu ortaya çıkmaktadır. Çünkü uzun stajda fazla kalınmasından dolayı öğrencilerin okula gelememesine ve bu da devamsızlıktan kalmalarına neden olmaktadır. Bu sorunun giderilmesi konusunda; okul staj gemilerinin işler hale getirilmesi, staj sürelerinin bazı kriterler çerçevesinde 12 aydan daha az bir süreye indirilmesi, kısa dönem stajlarının birleştirilip iki uzun dönem stajı yapılarak bölüm müfredatlarının buna uygun hale getirilmesi gibi çözümler uygulanabilir.

Genel olarak ankete katılan öğrenciler; yaptığı stajın denizcilik mesleğini daha iyi tanımasını sağladığını, staj döneminde işle ilgili yaptığı hataların, mesleği öğrenmesinde faydalı olduğunu ve iş hayatında benzer hataları tekrarlamayacağını ve staj dönemi boyunca geminin farklı bölümlerinde staj yapmanın eğitici/geliştirici olduğunu düşünmektedirler. Ayrıca staj dönemi boyunca okulun ve staj yapılan kurumun verdiği desteğin yeterli olmadığını ifade etmektedirler. Bu durum açık deniz stajları konusunda daha sistematik bir yaklaşıma ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Araştırmada beş ana hipotez çerçevesinde 38 alt-hipotez değerlendirmeye alınmıştır. İlk hipotezde kız ve erkek öğrenciler arasında staj desteği konusunda kız öğrenciler okulun verdiği desteğin daha yetersiz olduğunu düşünmektedir. Bu çerçevede denizcilik şirketlerinin bayanlara bakış açısının okulun staj desteğine olumsuz yansıdığı ve bundan dolayı kızların daha çok ilgi beklediği düşünülmektedir. Geminin kaptanı ve zabıtlarının işbaşında gerekli eğitim imkânını sağlaması konusunda, her iki cinsiyette yüksek ortalama cevap vermişlerdir. Bu konuda kız öğrencilerin erkek öğrencilere kıyasla daha olumlu bakmasının nedeni, kızların öğrenmede daha istekli olmaları ve/veya zabıtların kız stajyerlerle gemide daha fazla ilgilenmeleri olabilir. Stajyer gelişiminde şirketlerin stajyerlerle staj sonrası görüşmelerde kızların oranının daha yüksek olması ise, kızların staj bulmalarında zorluk çekmelerinden dolayı denizcilik şirketleriyle iletişimlerini devam ettirme isteklerine bağlanabilir.

İkinci hipotezde verilen cevaplarda ortalamalar düşük olmasına rağmen gemisinde başka bir güverte stajyeri bulunanların okul tarafından görevlendirilen staj sorumlusunun staj dönemi boyunca daha fazla destek verdiğini düşündüğü görülmektedir. Zabıtların değerlendirmesi

hususunda gemide başka güverte stajyeri bulunması, stajyerlere gösterilen ilginin azalmasını sağlamıştır. Buradan gemilerde birden fazla güverte stajyerinin zabıt değerlendirilmesini, ilgiyi ve stajyer gelişimini azalttığı kanısına varılacaktır. Gelişim planında değerlendirme yapıldığında gelişim planının yeterli olmamasının nedeni olarak zabıtların bir gelişim planı hazırlamamaları veya böyle bir gereksinime ihtiyaç duymamaları gösterilebilir.

Üçüncü hipotezde kıstas gemi bayrağıdır. Bayrağa göre şirkette yapılan oryantasyonlar, aynı şirkette devam etme, kariyer seçimi, şirketin staj yönetimi ve staj yapılan kurumun okulla uyumu ifadelerinde anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır. Buna göre öğrencilerin bu konular hakkındaki görüşlerinin yabancı bayraklı gemilerde daha olumlu olduğu görülmektedir. Yabancı bayraklı gemilere sahip olan şirketlerin gemiye katılmadan önce yaptıkları oryantasyonların öğrenciler tarafından Türk bayraklı gemileri olan şirketlere göre daha çok beğenildiği ve olumlu bir intiba bıraktığı değerlendirilmektedir. Bunun yanında öğrencilerin şirket staj yönetimine bakışlarında; yabancı bayraklı gemili şirketlerin işlerini daha fazla ciddiye aldığı, personele verilen önemin daha çok olduğu, staj yönetiminde daha iyi oldukları, öğrencilerin beklentilerine daha iyi cevap verdikleri ifadelerle verilen cevaplar ve ortaya çıkan oranlardan da anlaşılmaktadır. Benzer şekilde staj yapılan kurum-okul uyumunda da yabancı bayraklı gemilerin daha çok beğenildiği ve tercih edildiği görülmektedir. Burada gemide yapılan uygulamaların okulda görülen derslerle ve öğrenilen bilgilerle paralellik gösterdiği sonucunun çıktığı anlaşılmaktadır. Söz konusu hipotezin geneline baktığımızda Türk bayraklı gemiler hakkındaki memnuniyetsizlik çok açık şekilde göze çarpmaktadır.

Dördüncü hipotezde ise, gemide yapılan role talimlerinin staj dönemleri, uygulamalı öğrenim ve mesleki bilgi edinme açısından ne denli önemli olduğu açıkça görülmektedir. Tüm ifadeler için verilen cevaplarda bu konunun önemsendiği ve meslekle ilgili birçok bilgi ve becerinin bu dönemde kazanıldığı düşüncesi çoğu öğrenci tarafından ciddi derecede benimsenmiştir.

Beşinci hipotezde ise “*bayanlar bu işe uygun değildir!*” genel yargısının aslında doğru olmadığı, hatta tam aksine gemide bayan bulunması; iş yapılmasının, öğrenimin, çalışanlardan daha fazla bilgi alınmasının ve alet-cihaz kullanımının daha iyi olduğu sonucunu getirmektedir. Yapılan bağımsız t-testleri doğrultusunda, gemide bayana ilgi daha fazla yargısının aksine, bayan personel bulunan gemilerde personelden bilgi alımı daha yüksek oranlardadır. Bunun nedeni olarak, bayanların gemide çalışmasının personeli olumlu yönde etkilediği ve çalışanları birbirine kaynaştırdığı gösterilebilir. Stajyer gelişiminin bayan personel bulunan gemilerde daha yüksek olması, gelecekte zabıt olarak çalışacak öğrencilerin mesleğe bakışlarını olumlu yönde etkilemektedir. Gemilerde bayan personel bulunmasının stajyerler açısından gemiye uyum sağlama sürecini de kolaylaştırdığı verilen cevaplardan açıkça görülmektedir.

**Teşekkür:** Bu çalışmaya verdikleri destekten dolayı; DEÜ Denizcilik Fakültesi Denizcilik Eğitimi Anabilim Dalı Başkanı Doç. Dr. Mustafa KALKAN’a, ankete katılan DEÜ Denizcilik Fakültesi Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Bölümü öğrencilerine ve özellikle 2014-2015 Eğitim-Öğretim Yılı Güz Dönemi DEÜ Denizcilik Fakültesi Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Bölümü “*Marine Transportation Engineering Project*” Dersi (MTE 3153) üçüncü sınıf öğrencilerine teşekkür ederim.

## Kaynaklar

Demir, K. (2010) Stajyerlik Kavramının İnsan Kaynakları Yönetiminin Eğitim ve Geliştirme İşleviyle İlgisi ve Bir Araştırma. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

DEÜ (Dokuz Eylül Üniversitesi) (2015) Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Staj Uygulama Yönergesi. 24.09.2013 tarih ve 416/10-11 sayılı Üniversite Senatosu. <http://www.deu.edu.tr/DEUWeb/Icerik/Icerik.php?KOD=6737>, (12.02.2015).

IMO (International Maritime Organization). (2013) Course 7.03 Officer In Charge Of A Navigational Watch. SUB-COMMITTEE ON STANDARDS OF TRAINING AND WATCHKEEPING 44th Session Agenda Item 3.

ITF (International Transport Workers' Federation). (2010) STCW (Standards of Training Certificate and Watchkeeping) A Guide for Seafarers: Taking into account the 2010 Manila Amendments. London, SE11DR, UK.

TDK (Türk Dil Kurumu). (2015) Staj Nedir?. Türkçe Sözlük. [http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com\\_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.54db2a4bdf9405.98850162](http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.54db2a4bdf9405.98850162), (11.02.2015).

UDHB (Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı) (2015) Gemiadamları Yönetmeliği. Resmi Gazete Tarihi: 31.07.2002 Resmi Gazete Sayısı: 24832 <http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.5668&sourceXmlSearch&MevzuatIliski=0>, (12.02.2015).

### EK 1: Anket Formu

Bu anket formu, Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Bölümü öğrencileri üzerinde yürütülmekte olan “**Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Eğitiminde Açık Deniz Stajlarının Önemi Üzerine Bir Araştırma**” isimli makale çalışmasının uygulama kısmı ile ilgilidir. Bu amaçla hazırlanmış olan bu anket formunda sizden istediğimiz, soruları kendi fikirlerinizi ve yaklaşımlarınızı dikkate alarak doldurmanızdır. Lütfen cevaplarınızı anket formu üzerinde işaretlemeyen önce açıklamaları ve soruları dikkatlice okuyunuz. Bu araştırma çalışması tamamen akademik/bilimsel bir amaca yönelik olarak kullanılacaktır. Bize vereceğiniz cevaplar sadece ilgili bilimsel araştırma dâhilinde kullanılacak ve kimliğiniz kesinlikle gizli tutulacaktır. Bu araştırmaya vereceğiniz katkı için şimdiden teşekkür ederiz.

Yrd. Doç. Dr. Kpt. Barış KULEYİN  
Dokuz Eylül Üniversitesi  
Denizcilik Fakültesi

1. Adınız Soyadınız:
2. Cinsiyetiniz: ( ) Erkek ( ) Bayan
3. Staj yaptığınız dönem: ( ) 1.staj ( ) 2.staj ( ) 3.staj
4. Staj yapılan gemi sayısı: ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4
5. Staj yapılan gemi tipi: 1.Gemi ..... 2.Gemi ..... 3.Gemi ..... 4.Gemi .....
6. Staj yapılan süre: ..... gün
7. Staj yapılan geminin inşa yılı: .....
8. Staj yapılan geminin sefer bölgesi: ( ) Kabotaj ( ) Akdeniz içi ( ) Kontinant
9. Staj yapılan gemide yabancı personel var mıydı? ( ) Evet ( ) Hayır
10. Staj yapılan geminin bayrağı: ( ) Türk ( ) Yabancı
11. Gemide sizin haricinizde güverte stajyeri var mıydı? ( ) Evet ( ) Hayır
12. Gemide role talimleri yapılıyor muydu? ( ) Evet ( ) Hayır
13. Staj yapılan gemide bayan personel bulunuyor muydu? ( ) Evet ( ) Hayır

Aşağıda staj yaptığınız kurum, okulunuz, yöneticiniz ve staj döneminizle ilgili bazı ifadeler yer almaktadır. Lütfen her bir ifadeyi dikkatlice okuyunuz ve bu ifadelere ne derece katıldığınıza ilişkin görüşünüzü “hiç katılmıyorum”dan “tamamen katılıyorum”a doğru uzanan ölçek üzerinde belirtiniz.	Hiç Katılmıyorum	Az Katılıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Tamamen Katılıyorum
	1	2	3	4	5
1. Staj yapılacak gemi bulma ve staja başlama sürecinde, okulumun bana verdiği destek yeterlidir.					
2. Okul tarafından görevlendirilen staj sorumlusu, staj dönemi boyunca bana destek ve yardımcı olmuştur.					
3. Staja başlamadan önce insan kaynakları yetkilisi ile yaptığım ön görüşme yeterlidir.					
4. Staja başlamadan önce, staj yaptığım kurum tarafından verilen oryantasyon eğitimi yeterlidir.					
5. Staj dönemi boyunca insan kaynakları bölümünün bana verdiği destek yeterlidir.					
6. Staj dönemi boyunca, geminin farklı bölümlerinde staj yapmanın eğitici ve geliştirici olduğunu düşünüyorum.					
7. Staj yaptığım gemideki gemi kaptanı ve zabıtlardan işle ilgili yeni bilgiler öğrendim.					
8. Staj yaptığım gemideki çalışanlardan (tayfalardan) işle ilgili yeni bilgiler öğrendim.					
9. Staj yaptığım süre yeterlidir.					
10. Yaptığım staj, mesleği daha iyi tanımamı sağlamıştır.					
11. Staj yaptığım kurumda gelecekte zabıt olarak çalışmayı düşünürüm.					
12. Staj döneminde benden çok iş beklendiğini düşünüyorum.					
13. Staj dönemimin verimli ve faydalı geçtiğini düşünüyorum.					

14. İş arama sürecinde, yaptığım stajın avantaj sağlayacağını düşünüyorum.					
15. Staj döneminde sağlanan imkânlar (ücret, kumanya, haberleşme vb.) yeterlidir.					
16. Yaptığım stajın meslek seçimimde doğru karar vermemi sağladığını düşünüyorum.					
17. Staj yaptığım gemi tipinde kariyer yapmayı düşünürüm.					
18. Staj yaptığım geminin kaptanı ve zabitleri işbaşında bana gerekli eğitim imkânını sağlamıştır.					
19. Staj süresince işimle ilgili alet ve araçları yeterince kullandığımı düşünüyorum.					
20. Staj, iş hayatına bakışımı olumlu yönde değiştirmiştir.					
21. Staj yaptığım gemideki çalışanlar ve zabitler ile staj bitiminde de görüşmeyi düşünürüm.					
22. Staj yaptığım kurumda stajyerlerin gelişimi ile ilgilenilir, staj sonrası iletişim sürdürülür.					
23. Staj dönemi; uyum sağlama, sorumluluk alma, iletişim kurma, takım çalışması vb. yönde yetkinlikler kazandırmıştır.					
24. Staj yaptığım kurum staj sürecine ciddi olarak eğilir.					
25. Staj yaptığım kurumda/gemide stajyerlere zengin eğitim içeriği sunulmaktadır.					
26. Staj defteri uygulamasının gerekli ve faydalı olduğunu düşünüyorum.					
27. Staj bitiminde; staj notu ile değerlendirilmek yerine, sınav ile değerlendirilmeyi tercih ederim.					
28. Staj döneminin beni iş hayatına hazırlamaya yeterli olduğunu düşünüyorum.					
29. Staj sürecimi iyi şekilde değerlendirdiğime inanıyorum.					
30. Staj yaptığım kurumun, staj sürecimi iyi şekilde yönettiğine inanıyorum.					
31. Okulda öğrendiğim bilgiler ile staj döneminde gördüğüm uygulamaların paralel olduğunu gözlemledim.					
32. Okulda öğrendiklerimi staj döneminde uygulama fırsatı buldum.					
33. Staj dönemi becerilerimi keşfetmemi sağlamıştır.					
34. Staj dönemi; geliştirmem gereken yetkinliklerimi (takım çalışması, zaman yönetimi, iletişim becerileri vb.) ortaya çıkarmıştır.					
35. Staj dönemi öğrenmem gereken bilgileri (bilgisayar programı, yabancı dil vb.) ortaya çıkarmıştır.					
36. Staj döneminde gemi kaptanı ve zabitler tarafından olumlu ve / veya olumsuz yönde değerlendirildim (yaptığım işlerle ilgili geri bildirim aldım).					
37. Staj döneminde gemi kaptanı ve zabitlerin benim için düşündüğü ve benimle paylaştığı bir gelişim planı bulunmaktadır.					
38. Staj döneminde işle ilgili yaptığım hataların, mesleği öğrenmemde faydalı olduğunu ve iş hayatında benzer hataları tekrarlamayacağımı düşünüyorum.					

# **Bir Deniz Ulaşımı Öyküsü: Bodrum Deniz Ulaşım A.Ş.**

## **H. Rüştü TEZCAN**

Endüstri Yüksek Mühendisi ( İTÜ Mak. Fak.)  
Yat İşletmecisi

İMEAK DTO Yat İşletmeciliği Meslek Komitesi Üyesi  
İMEAK DTO Bodrum Şubesi Meclis Başkanı

## **Arif YILMAZ**

Kaptan/ Deniz Turizmi İşletmecisi  
İMEAK DTO Su Sporları Meslek Komitesi Başkanı  
İMEAK DTO Bodrum Şubesi Yön. Kurulu Başkan Vekili  
İMEAK DTO Deniz Turizmi Çalışma Grubu Üyesi

## **Öz**

Üç tarafının denizlerle çevrili olmasıyla, kıyılarımızın uzunluğu ile övündüğümüz ülkemizde deniz yolu ulaşımı çok zayıftır, Marmara ve İstanbul dışında yok denecek kadar azdır. Özellikle toplu taşımacılıkta bir yandan karayollarının hâkimiyeti artmakta bir yandan da bu durumdan şikayetler ve eleştiriler çoğalmaktadır. Denizyolu ulaşımı deniz ve kıyı olan her yerde alternatif olarak bulunmalı, yaşmalı ve yaşatılmalıdır.

Bildiride, kısaca denizyolu ulaşımının tarihine değinilerek bu doğrultuda yapılan bölgesel bir uygulama anlatılacaktır.

**Anahtar sözcükler:** Deniz ulaşımı, Toplu taşıma, Bodrum-ulaşım, Deniz yolu

## **Giriş**

Deniz ulaşımının alanı karayollarına kaptırmasının asli nedeni kapitalist ve küresel ekonominin deniz ve tren yolları aleyhinde, karayolları lehinde gelişimidir. Devlet politikaları da enerji, otomobil, karayolu inşaatı vb. gibi sektörlerin dünya çapındaki hâkimiyetleri doğrultusunda oluşturulmuş; alt yapı yatırımları, teşvikler, stratejik planlar hâkim anlayış doğrultusunda yapılmıştır. Ancak toplum ve bireyler olarak da denizi çok sevmediğimizi, genelde denize arkamızı döndüğümüzü kabul etmemiz gerekir. Bu sempozyumda deniz yolu ulaşımı ile ilgili bildiri azlığı da belki bunun tipik bir örneğidir.

Oysa bu durum yakın tarihimizde, Cumhuriyetin Kuruluş yıllarında böyle değildir. Osmanlı İmparatorluğunda kapitülasyonlarla verilen haklarla deniz yolu ulaşımı tümüyle yabancıların elindedir. Ancak Türkiye Cumhuriyeti kurulduktan sonra Lozan 'da kapitülasyonların kaldırılması ve 1926'da Kabotaj Kanunu'nun geçerli hale gelmesiyle yabancı gemilerin yerini Türk Gemileri almaya, deniz yolu ulaşımı Türklerin eline geçmeye başlar. Deniz yolu ulaşımına devlet ve özel sektör birlikte önem verir ve sahip çıkar. Mübadele Hikayesi tipik ve öğretici bir örnektir. Lozan'da 1923'de imzalanan Türk-Rum Mübadeleleri anlaşması ile Balkanlarla Türkiye arasındaki karşılıklı göçler resmi bir kimlik kazanır ve insanların taşınması gerekir.

Dönemin koşullarında bu taşıma Girit, Selanik, Kavala gibi ana toplanma yerlerinden ancak deniz yolu ulaşımı ile yapılabilir “ İmar İskân Vekâleti” bir ihale açar ve ihaleyi İtalyanlar kazanır. Ancak “ Türk Vapurcular Birliği” adıyla birleşen Türk İşletmeciler ihaleyi bozar ve 1924’den itibaren Türk Gemileri ile yapılmasını sağlar. Demek ki Cumhuriyetin ilk müteşebbisleri içinde ilk tekne sahiplerini de saymak gerekir. Ayrıca devlet de ulusal sermayeye öncelik vermektedir.

Ege Bölgesinde ayrıca kara yollarının zayıflığı da denizyolu ulaşımına ağırlık verilmesine yol açmış, Ege’de bir dönem asli ulaşım denizyolu olmuştur. 20.yy’ın ortalarına kadar denizyolu ile insan, yük, posta taşımacılığı yapılmış, ticaret denizyolundan sürdürülmüştür.

Bu dönem yolcu, yük ve posta taşımacılığı ağırlıklı olarak teknelerle yapılmaktadır;

Bodrum- İskenderiye ahşap teknelerle ticaret, Bodrum - İstanbul ve Karadeniz Seferleri, Bodrum- İskenderun Vapurları, Şirket-i Hayriye Vapurları, Komşu Yunan Adaları ile ulaşım, Ege-Akdeniz kruvaziyer gemileri ile yolcu ve yük taşımacılığı deniz yolu ile yapılan taşımacılığın örnekleridir.

Ancak geçen yüzyılın ikinci yarısından itibaren Ege bölgesinde de deniz yoluyla ulaşım ve ticaret zamanla kaybolmuş yerini deniz turizmi almıştır.

Bölgede Yolcu Taşımacılığı sadece Yunan Adaları ile bu adalara komşu Kıyı kentleri arasında ( Kos-Bodrum, Rodos-Marmaris gibi ) ve Bodrum-Dağca arasında feribotlar ve deniz otobüsleri ile sürmektedir.

Küçük ölçekli liman içi alanlarda yapılan dolmuş motoru taşımacılığı da (Bodrum Limanı-Bardakçı Koyu gibi ) nostaljik bir unsur olarak varlığını korumaktadır.

Karayollarının hakimiyetine karşılık tüm toplumun karayollarından ve trafikten şikayetçi olduğu da bir olgudur. Ege Bölgesinde, kıyı kentlerinde de durum aynıdır. Gerek yerli halk, gerekse turistler kıyı kentlerindeki kara yolu ulaşımından ciddi şikayetçidir. Kara yollarının genişletilerek kara yolu trafiğinin düzelmeyeceği yavaş yavaş görülebilmektedir. Ayrıca Bölgedeki kıyı kentlerinde tarihi dokuyu, eski kentleri koruyabilmek için çoğu yerde yeni ve geniş yol açma imkânı yoktur.

Artık tekrar gözümüzü denize çevirmemiz, kıyı kentlerimizde sahip olduğumuz bu nimetten tekrar yararlanmaya başlamamız, en azından kara ulaşımındaki yoğunluğa ve açmazlara karşı alternatif üretmemiz zamanı gelmiştir.

Deniz yolu ulaşımının avantajları da açıktır. Güvenilir olması, kaza ve ölüm oranlarının azlığı, altyapı yatırımı (yol yapımı, bakımı) gerektirmemesi gibi ilk akla gelen faktörleri azaltıp çoğaltabilir, dezavantajlarını da tartışabiliriz. Ancak tartışmasız kabul etmemiz gereken bizce toplu taşımacılıkta denizyolu ulaşımının bir seçenek olarak korunması ve yaşatılmasının gereğidir.

Bu saptamalardan yola çıkarak Bodrum’da denizi tercih eden ve denizden bakmayı bilen birkaç denizci boşluğu doldurmak, Yarımada’nın çevresinde bir deniz yolu ulaşımı yaratmak için kolları sıvadılar. Bu denizciler uzun yıllardır Ege’de deniz turizmi sektöründe çalışan ve Oda’larda yöneticilik yapan insanlardı. Gerek bilgi ve tecrübeleri gerekse yerel yönetimleri ve bürokrasiyi tanımak konusunda donanımlıydılar. Amaç bir yandan da bölgedeki çarpık, kara ağırlıklı gelişmelerin karşısına bir alternatif yaratabilmektir. Şimdi bu projeyi örnek teşkil etmesi umuduyla anlatalım.



## **BODAŞ-Bodrum Deniz Ulaşım A.Ş**

Deniz ulaşımı hakkında söylenenlerin “üç tarafı denizlerle çevrili ülkemiz” ile başlayıp “mutlaka yapmalıyız.” ile bittiği, onlarca toplantıya katıldık, bütün bu toplantılardaki ortak söylem denizi yeterince değerlendiremediğimiz, ama bunu mutlaka yapmamız gerektiği şeklinde olmuştur.

Bu sunumda size temenni yerine, Bodrum’da denizde toplu taşıma yapmayı seçen beş girişimcinin deneyimini, teknik süslemelerin arkasına sığınmadan samimi ve açık bir şekilde özetlemeye çalışacağız.

Bu deneyim üç tarafı denizlerle çevrili, deniz ulaşımı için uygun körfez geçişlerine sahip Bodrum Yarımadası'nda yaşanmıştır.

### **Talebin Oluşumu**

Bodrum’un yarımada olması ve kıyılardaki yoğun yapılaşma, özellikle yaz aylarında kıyı bölgesinde ciddi nüfus artışına yol açmaktadır. Bu yoğunluğa rağmen bankalar, popüler eğlence yerleri, alışverişle ilgili çeşitli mağazalar, şehirlerarası otobüs garajı ve resmi kurumların ilçe merkezinde toplanması kıyı beldelerindeki halkın ilçe merkezine ulaşımını zorunlu kılmaktadır.

Halkın bir kısmı toplu taşıma araçlarını tercih ederken, büyük bir kısım da özel araçlarıyla ilçe merkezine gitmektedir. Özellikle yaz aylarındaki yoğun sıcaklık, Türkiye geneline göre yüksek toplu taşıma ve taksi ücretleri, özel araçla seyahati desteklemektedir.

Yaz aylarında bazı kavşaklarda trafik tıkanmakta, hatta durma noktasına gelmektedir.

Yoğunluk Temmuz ve Ağustos aylarında Bodrum girişinden merkeze uzanan 1-2 km’lik kısa yolun dahi 15-20 dk. civarında sürmesine sebep olmaktadır.

Diğer taraftan bu kadar çok araç, yetersiz park yeri nedeniyle ciddi sıkıntılar yaratmaktadır. Şanslı olup park yeri bulanlar ise oldukça yüksek park ücretlerine maruz kalmaktadır. Ayrıca özellikle gece yemeğe ve eğlenmeye gidenler, alkol almaları durumunda ciddi tehlikelere yol açmaktadır.

Bütün bu koşullar birçok insanın keşke denizden ulaşım olsa talebini yüksek sesle dile getirmesine yol açmıştır.

Bize ilham veren talep ise Akyarlar köyünde yaşadığımız dönemlerde, özellikle yazlıkçı gençlerin akşam eğlenmeye giderken ailelerinin araç kullanmalarına izin vermemesinden şikayet etmeleriydi. Aile büyükleri araba kullanmalarına karşı çıktıklarını, çok istiyorlarsa toplu taşımayı kullanabileceklerini söylemekteydiler.

Ancak en şık giyim-kuşamlarıyla eğlenmeye giden özellikle 18-25 yaş aralığındaki gençlere dolmuş fikri asla cazip gelmemekteydi.

## Deniz Ulaşımı Fikrinin Gelişimi

Bu fikir, Deniz Ticaret Odası Yönetimi'nde birlikte olduğumuz ve deniz ulaşımı fikrini sadece ticaret olarak görmeyen, Bodrum'da deniz ulaşımının mutlaka olmasına yürekten inanan dört arkadaşla beraber hayat buldu.

Deniz Ticaret Odası'nda uzun yıllar görev yapmamız, mevzuat konusunda bilgi sahibi olmanın yanı sıra konuya daha ciddi bir açıdan bakmamıza da sebep oldu.

Bodrum Deniz Ulaşım A.Ş.'yi kurarken hayalimiz, bizlerin yanı sıra ilçe ve belde belediyelerinin hatta yarımada'da faaliyet gösteren diğer toplu taşıma esnafının da ortak olabileceği, zaman içerisinde yarımada'nın tüm bölgelerini kapsayan bir ulaşım ağı kurmayı başarabilmektir.

Belediyelerin iskele avantajı, diğer toplu taşıma araçlarının da kısa mesafede sitelerden merkez iskeleye yolcu transferi olanağı, kazan kazan mantığıyla bu projeye çok süratli ivme kazandırabilecekti.

İstanbul'da İdo'nun ilk yıllarında, Kabataş'tan belediye otobüsleriyle Taksim'e yaptığı kısa mesafe ücretsiz taşımacılık, deniz otobüslerinin tercih edilmesinde ciddi bir öneme sahiptir.

Türkiye'nin başarılı holdinglerinde yıllarca yeminli mali müşavir olarak görev yapan şirket oluşumu konusunda çok tecrübeli bir dostumuzun danışmanlığında, A, B ve C tipi hisselerden oluşan; A tipi hisseye sahip kurucu ortakların şirket yönetiminde ağırlığı olacak şekilde bir anonim şirket kurduk. Buradaki amacımız şirket büyüdüğünde sırf ticari amaçlarla sosyal çizgisinden sapmaması ve kuruluş ilkelerinden ödün vermeden uzun yıllar Bodrum'da çağdaş ve sürdürülebilir bir deniz ulaşım hizmeti verebilmektir.

Kuruluşa henüz proje aşamasında olmamız, ne bir tekne ne de bir hat sahibi olmamız ve Bodrum'da bir ilk olmamız sebebiyle A, B, ve C tipi tüm hisselerle eşit oranda sahip beş ortak olarak işe başladık.

Teknelerin alımı, hatların ve iskelelerin oluşumundan sonra seferlere başlayıp, daha sonra Belediyelerden başlayarak ortaklık yapımızı geliştirmeyi planladık.

## AR-GE

Deniz ulaşımının pratik ve tercih edilir olması için, kıyıya paralel olmaması gerekir, çünkü burada kara yolu çok daha avantajlıdır (sürat ve maliyet açısından), bu nedenle deniz ulaşımı körfezlerde, boğazlarda ve adalarla ana kıyı arasında başarılı olabilir.

Bunun en güzel örneği, Karadeniz ve Akdeniz'de deniz ulaşımı gelişmediği halde, İstanbul Boğazı, Çanakkale Boğazı, Marmara Denizi ve İzmir Körfezi'nde deniz ulaşımının gelişim göstermesidir. Yani genelde söylendiği gibi üç tarafımızın denizlerle çevrili olması deniz ulaşımında başarı ölçüsü olamaz. Bu nedenle Bodrum –Akyarlar arası doğru bir seçimdi.

Akyarlar-Bodrum arası mesafenin karayolu ile 30 km olmasına karşın denizden 18 km olması, aynı güzergah üzerinde Bağla-Bodrum arasında ise bu mesafenin karayoluyla 20 km.denizden13 km. olması, ilk hatları burada kurmamıza etken sebeplerden biridir. Yaz

aylarında bu 30 km. lik yolu kat etmek bir saati geçerken, zaman zaman yolun son 2 km. si 20-25 dakika sürmektedir.

Bölgesel hava koşulları, tarifelerdeki düzen ve sürdürülebilirlik açısından deniz ulaşımının başarılı olmasında önemli etkenlerden bir diğeridir. Kuvvetli lodos rüzgarlarında (güney batı) İstanbul Boğazı'ndaki deniz trafiği aksamaları herkesçe malumdur. Başka bir deyişle İstanbul'un yıl boyu hâkim rüzgarları kuzeyli rüzgarlar olmayıp hâkim rüzgar lodos olsaydı İstanbul deniz ulaşımı bugünkü durumuna gelebilir miydi ?

Bodrum'un özellikle yaz aylarında hâkim rüzgarlarının, batı-kuzey batı olması ve yarımada'nın güney tarafının bu rüzgarlara daha kapalı olması, düşük dalga boyu Akyarlar-Bodrum ve Bağla-Bodrum hattında karar kılmamızın diğer bir nedenidir.

Her iki bölgede de yazlık sitelerin bol olması, sürekli bir yaz nüfusu ve belde sakinlerinin çeşitli nedenlerle, Akyarlar 'da balıkçı barınağında, Bağla 'da ise deniz kıyısındaki sosyal tesislerde vakit geçirmesi; denizden başlattığımız ulaşımın süratle tanınması açısından bir avantaj olarak görüldü.

Müşteri olarak hedef kitemizi, kendi araçlarıyla Bodrum'a gitmeyi diğer toplu taşıma araçlarına tercih eden, Akyarlar-Karaincir bölge sakinleri ve Bodrum'da kısıtlı sayıda olan kumsal halk plajlarını tercih edebilecek ilçe merkezindeki kişiler olarak belirledik.

Bilet ücreti olarak diğer toplu taşıma araçlarının yaklaşık iki katı bir ücret olabileceğini varsaydık. Bu tercih bir taraftan bölgedeki diğer toplu taşıma aracı olan minibüs taşımacılığına rekabet söylentilerinin önünü kapatacak, diğer taraftan da her koşulda minibüs yerine özel araçlarını tercih eden hedef kitemize, yakıt ve otopark ücretlerinin çok altında bir olanak sağlayacak bir ücret politikasıydı. Bu doğrultuda hızlı, konforlu, ekonomik ve güvenli 24 saat hizmet verebilecek 30-50 kişilik tekne arayışına başladık.

Bunun tersini tercih etmemiz durumunda 250-500 kişilik nispeten daha yavaş ama ücret olarak dolmuş ücretlerinin altında toplu taşıma yapabilecek araçlarla da deniz ulaşımını başlatabilirdik. Böyle bir tercih ticari açıdan daha başarılı olsa bile sosyal açıdan bölge için sıkıntı doğurabilir, yeni bir pazar yaratmak yerine toplu taşıma kapasitesinin sadece bölünmesine yol açabilirdi.

Oysa amacımız özel araç tercihini benzer bir konfor ve süratle deniz ulaşımına dönüştürecek, gelişip yaygınlaştıkça trafik yükünü azaltacak sosyal bir projeydi.

Paydaş olarak belediyeler ve diğer toplu taşıma işletmelerini düşünmemiz, projenin sosyal ve sürdürülebilir olmasını arzu etmemiz sebebiyledir.

ÖTV'siz yakıt kullanma imkanı ve ikinci gemi sicili, işletme maliyeti ve vergi açısından oldukça avantaj sağlayan uygulamalardı.

Belediye sınırları içerisindeki her türlü ulaşım imtiyazı, Belediyelere aittir. O tarihlerde farklı iki belediye arasında çalışacağımızdan, hat izni için Denizcilik Müsteşarlığı'na başvurduk. ( 2007 yılında Muğla henüz Büyük Şehir olmamıştı.)

## Tekne Seçimi

Belli bir süratin üstünde seyir yapabilen, işletim maliyeti düşük, ideal taşıma kapasitesinde, yüksek manevra kabiliyetinde ve güvenli bir hazır tekne bulma olasılığımızın olmadığını süratli bir şekilde anladıktan sonra, doğru olanın kendimize uygun bir tekne inşasında olduğuna karar vererek çalışmalarımızı bu yöne kaydirdik. Ortaklarımızdan birinin geçmiş yıllarda tersaneci olması, gemi inşası ile ilgili mevzuat bilgimiz (Deniz Ticaret Odası'ndaki görevimizden dolayı), dört ortağımızın kaptan ve iki ortağımızın aynı zamanda turizm ve gemi acentesi sahibi olması bu cesaretimizin en büyük sebebi olmuştu.

## İmalat

Bir imalatçı dostumuzun daha önce yapmış olduğu bize uygun olabilecek küçük bir tekne modelinden yola çıkarak, hem mevzuata uygun hem de yürürlükteki mevzuatla<sup>1-2</sup> ilgili muafiyet maddelerinin neredeyse tamamını avantaj olarak kullandığımız, bize göre ideal tekne planına ulaşmayı başardık (mühendis ve ustalarımızla çatışa çatışa)

-İstediğimiz hızda (ama mevzuata göre hafif ve hızlı yolcu gemisi sınıfına girmeyen)

-istediğimiz yolcu kapasitesinde 30 kişilik (ancak 18 gros tonu geçmeyen)

-klaslı (Türk Loydu)

-12 metre boyunda 30 kişilik, 20-25 deniz mili sürate sahip, acil durumlarda 38 deniz mili hıza ulaşan.

- iki personelin yeterli olduğu ve en az bir usta gemici yeterliliğindeki gemi adamının kaptanlık yapabildiği (bu tarz hatlarda işletme maliyetinde çok önemli)

-2 adet 310 hp dizel motora sahip, normal seyir süratinde oldukça ekonomik ve halen Türkiye'de kendi sınıfında ilk ve tek olan teknemizi projelendirmeyi başardık.

*\*1 Gemilerin Teknik Yönetmeliği*

*\*2 Gemilerin Gemi Adamlarıyla Donatılmasına İlişkin Yönerge*

## Tescil

İmalat ve test aşaması biten mini deniz otobüsünü tescil ettirmeden önce, ulusal mevzuatla işletmeciye tanınmış tüm haklardan yararlandık. Özellikle uzun vadede çok büyük bir avantaj sağlayan yönetmelik<sup>3</sup> şartları gereği teknelerimizi TUGS 'a (Türk Uluslararası Gemi Sicili )kaydettirdik.

Teknelerimizin Türk Loyd'undan klaslı olmasının avantajı ile ilgili kanun<sup>4</sup> gereği %50 indirimli TUGS harcı ödedik. Böylece hat izninden sonra TUGS kaydında da klaslı tekne olmanın ayrıcalıklarından yararlanmış olduk :

-Bu kanun uyarınca TUGS'a kayıtlı gemilerin işletilmesinden ve devrinden elde edilen kazançların, gelir ve kurumlar vergileriyle , alım, satım, ipotek, tescil, kredi ve navlun

mukaveleleri; damga vergisi, harçlar, banka ve sigorta muameleleri fonlarından istisna olması.

- Türk Uluslararası Gemi Sicilinde kayıtlı gemilerde çalışan personele ödenen ücretlerin de gelir vergisi ve fonlardan muaf olması.

## **Hat İzni**

Proje hedefimiz olan Akyarlar-Bodrum arasında tarifeli bir sefer yapabilmek için hat izni müracaatımızı Ankara'da Denizcilik Müsteşarlığı'na yaptık. 2007 yılında bu hat iznini alabilmenin bazı koşulları;

-Amaca uygun teknelerinizin olması, teknelerinizin klaslı ve klasın Türk

Loydu'ndan olması durumunda hat izninizin iki yıl yerine dört yıl(bu gün 3 yıl) olacağı. Teknenin klaslı olması imalatta ciddi bir maliyet artışına sebep olmakla birlikte, güvenlik ve sonraki yıllarda teknenin uluslararası pazara sunulması açısından ciddi bir avantaj olduğunu tecrübeyle öğrendik. Bugün imal ettiğimiz teknelerden biri Nijerya'da faaliyet gösteren uluslararası bir petrol şirketinin Kıyı-Petrol platformu arasında taşımacılıkta kullanılıyor.

-Resmi olarak iskele, liman vb. olarak kabul edilmiş yolcu iskelelerine sahip ya da anlaşmanız olması.

-İlgili liman başkanlığından alınacak olumlu görüş.

Bölgemizde bir ilk olmamız, herhangi bir rakip firma olmaması, projenin toplumsal yönünün cazibesi ve kişisel ilişkilerimiz sonucunda, hem liman başkanlığının hem de ilgili belediyelerin olumlu görüşlerini alarak, resmi kalkış limanı Bodrum ve resmi varış limanı Akyarlar balıkçı barınağını göstererek iskele sorununa çözüm getirdik. Akyarlar balıkçı barınağını işleten balıkçı kooperatifi ve Bodrum limanını işleten Belediye Gıda A.Ş'nin olumlu katkılarını göz ardı etmemek gerekir.

Bu kurumlardan ya da kurumların o günkü idarecilerinin takınacağı bir tek olumsuz tavır bile bu tarz bir projenin durma sebebi olabilirdi.

Örnek vermek gerekirse; yakın geçmişte, yıllardır yolcu ve araç taşımacılığının resmi olarak yapıldığı Bodrum-Datça (Körmen limanı) feribot seferleri, Türkiye'nin farklı bir bölgesinde yaşanan bir kaza sonrasında idare tarafından Körmen iskelesinin resmi işletme iznli bir iskele olmaması neden gösterilerek aylarca durdurulmuş, daha sonra böyle bir önemli hattın durmasının getirdiği sosyal ve siyasi baskılar sonucu özel izinle tekrar başlatılmıştır.

Bakanlığın ve belediyelerin ciddi araştırmalar yaparak deniz ulaşım alt yapısını hazırlamadan (12 ay boyunca her hava koşulunda korunaklı ve güvenli resmi işletme izni olan yolcu iskeleleri ve bekleme barınakları) yapılacak deniz ulaşımı işletmeci açısından riskli bir hayal olmanın ötesine geçemez.

**\*3 Türk Uluslararası Gemi Sicili yönetmeliği**

**\*4 16.12.1999 tarih ve 4490 sayılı Türk Uluslararası Gemi Sicili Kanunu**

## İşletme

Teknelerimizin fiziksel yapısı ve iskeleye yanaşıp kalkma kolaylığı sağlamak için her iki noktada da 11m boyunda 1.6m eninde uç kısmından rıhtım betonuna oynar menteşe sistemiyle bağlı yüzer beton iskele yaptırıldı. (Liman başkanlığından izin almamıza ve resmi liman işletme izni tesis içinde portatif uygulama yapmamıza rağmen mal müdürlüğü tarafından mahkemeye verildik). Bu sistem sayesinde teknelerimiz iskele ya da sancak bordalarından yanaşarak pratik ve güvenli bir şekilde yolcu almanın yanı sıra demir alma ve demir alma gibi zaman kaybına uğramıyorlardı. (Bu tarz deniz toplu taşımacılığında pratik yanaşma kalkmanın yanı sıra bekleme yapan tekneler içinde park alanı planlaması hayati önem taşıyor. Planlamacıların dikkatine.)

İlk zamanlar, kara yoluyla dolmuş taşımacılığı yapanlar için risk olarak kabul edildik. Bizim şirket kuruluşumuzdaki ortaklık ve kazan kazan vizyonu maalesef kara taşımacılığı yapan meslektaşlarımızda henüz oluşmamıştı. Küçük belediyelerin siyasi kaygılarla karşılıksız sunduğu bu toplu taşıma imtiyazı, kara taşımacılarını pervasızlaştırmıştı.

Denizden ulaşım yapmamız, araç kapasitelerimiz, fiyat politikamızın dolmuş ücretlerinden yüksek olması bu haksız rekabet tezini çürüttü diğer rahatsız edici girişimlerde kararlı duruşumuz sayesinde etkisiz kaldı ve yaklaşık üç-dört hafta içinde sistem sağlıklı işlemeye başladı. Emin olunuz Türkiye'nin birçok bölgesinde, özellikle küçük belediyelerin hâkim olduğu bölgelerde, alternatif ulaşımın önündeki en büyük engel bu tarz sığ düşünceler ve bunu ciddiye alan yerel idarecilerdir.

Reklam bütçemiz kısıtlıydı. Aktyarlar gibi insanların limanda yoğunlaştığı küçük yerlerde çabuk tanınıp doluluk oranlarımızı hızla yükselttik, buna karşın Bodrum merkezde doluluk oranları daha zayıf kaldı.

Hatların doğru bir tarife ile tanınması en az 2-3 sene gerektirmektedir. Bu süre ciddi bir dayanma ister. Hat izni ile ilgili kurallar gereği ilan edilen saatlere uyulması zorunludur.

Karşılaştığımız bürokratik sorunlar, belediyeler ve diğer ortak adaylarının bekle gör politikası projemizi ekonomik olarak zora sokmuştur. Üstelik hatların oturması durumunda idarenin başka bir şirkete aynı hatlarda izin vermesini engelleyen bir düzenleme mevcut değildir. Yani başka bir deyişle 2-3 sene ciddi mücadele ve yatırımdan sonra karşınıza yeni rakipler çıkması kuvvetle muhtemeldir. Tüm bu koşullar doğrultusunda teknelerimizi satarak şirketimizin zararını azaltma yolunu seçtik ve projeden çekilmek zorunda kaldık.

Müşteri memnuniyetimiz mükemmeldi; bugüne kadar yaptığımız hiç bir ticarete bu denli müşteri övgüsüne maruz kalmamıştık, hala çalıştığımız bölgelerden ne zaman tekrar başlayacağımız soruluyor,

Umarız bir gün...

## **Sonuç**

Deniz ulaşımı (Denizden Toplu taşıma) resmi yolcu iskeleleri, bu iskelelere karayolu bağlantıları, sıra bekleyen deniz araçları için güvenli park yerleri, yolcu bekleme salonları yolcu araçları için karadaki park yerleri ile bütüncül bir planlama gerektirmektedir.

Türkiye genelinde deniz ulaşımına uygun alanların tamamı bu gün itibarıyla Büyük Şehir Belediyeleri sınırlarında olup, ulaşım imtiyazı ve tarife belirleme hakkı belediyelere aittir. Ancak alt yapı ve hatlar oluşturulduktan sonra belediyeler özel işletmelere kiralama ya da özelleştirme yapabilirler.

Kabotajda farklı belediyeler arasında açılacak hatlar, karadaki alt yapı ve hatların çok özen gösterilmeden diğer firmalara da rahatlıkla verilmesi sebebi, özel teşebbüsü yeni hatlar için risk almaktan uzak tutmaktadır.

Belediyelerin kıyılarda yapacağı deniz ulaşımı alt yapı çalışmalarında, çeşitli bakanlıklarla çatışmalar çıkmakta ve bürokratik hantallık sorunu yaşanmaktadır.

Deniz ulaşımı konusunda yerel idareler yetkili gibi görünse de merkezi otorite hiçbir zaman tüm yetki ve sorumluluğu yerel idarelere bırakmamaktadır.

Genelde liman koşullarında ve korunaklı ya da iç sularda gerçekleşecek deniz toplu taşımacılığında; kıyı alt yapısı, kullanılacak teknelerin özellikleri ve tescilleri konusu da dahil olmak üzere, tüm yetki ve sorumluluğun yerel idarelere bırakılması en azından kıyıda deniz ulaşımının önünü açacaktır.

## **Kaynaklar**

-Tezcan, H.R.(2013)İskeleye Yanaşan - Mavi Yolculuğun Gayıkları ve Teğneleri, İletişim yayınları.

-Arı, K. Doç.Dr.(2008)Türk Ticaret-i Bahriyesi ve Mübadele Gemileri, Deniz Ticaret Odası İzmir Şubesi Yayınları





# Karayollarının Çevresel Zararlarını İndirmek İçin Yöntemler

## Anadolu Yakası D-100 Otoyolu Örneği

**Doç. Dr. Esin Ö. AKTUĞLU AKTAN, Doç. Dr. Nilgün Ç. ERKAN**

Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi  
Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Beşiktaş, İstanbul  
Tel: (212) 383 26 41

E-Posta: esinaktan@hotmail.com, nilgunerkan@gmail.com

### Öz

Günümüzün küresel sorunlarından en önemlileri küresel iklim değişikliği ve çevre kirliliğidir. Araştırmalar küresel iklim değişikliğini arttıran sebeplerin başında büyük kentler ve bu kentlerdeki ulaşım işlevinin geldiğini ortaya çıkarmıştır. Kentlerdeki nüfus artışı ile kontrolsüz büyüme ve yayılma, gündelik hayatta taşıtla ulaşımı zorunlu kılmaktadır. Doğal örtünün ortadan kalkmasına ek olarak motorlu taşıt trafiği de kentlerdeki küresel iklim değişikliğini etkileyen “ısı adası” oluşumunu arttırmaktadır. Bunun yanı sıra motorlu taşıt trafiği kimisi zehirli olan gazlar, toz ve gürültü emisyonlarına da neden olmaktadır.

Bu çalışmada kent içinden geçen yüksek kapasiteli karayollarında çevresel negatif etkileri en aza indirmek amacıyla tasarım önerileri tartışılmıştır. Çalışmanın ana eksenini karayolu yaklaşma mesafelerindeki uygulamaların üzerine biçimlenmektedir. Bu uygulamalar sürdürülebilirlik, ekoloji, çevre sağlığı, uygulanabilirlik, maliyet, trafik güvenliği açısından değerlendirilmiştir.

Uluslararası örnekler ve kılavuzlar incelenerek, İstanbul Anadolu Yakasındaki D-100 karayolu kenarındaki uygulamalar ele alınmış, değerlendirmeler sonucunda bu uygulamaların ‘seyir zevki’ öncelikli olduğu, çevre sağlığı, işletme maliyeti ve trafik güvenliğinin geri planda kaldığı saptanmıştır. Bu bağlamda çevresel sorunlar ekseninde bu aks üzerindeki yapılaşmanın da yoğun olduğu göz önünde bulundurularak kent içinden geçen karayollarının yaklaşma mesafeleri için, sağlıklı kent öncelikli tasarım önerileri geliştirilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Karayolu yaklaşma mesafesi, küresel iklim değişikliği, peyzaj uygulamaları, kentsel tasarım.

### Giriş

Kentlerdeki nüfus artışı ile kontrolsüz büyüme ve yayılma, gündelik hayatta taşıtla ulaşımı zorunlu kılmaktadır. Toplu taşıma sisteminin yetersizliği (konfor koşullarındaki eksiklikler vb.) özel taşıt kullanımını arttırmaktadır. Bu durum da özellikle kentiçi yolların yetersizliğine sebep olmaktadır. Diğer yandan kentler nüfus artışı, arazi kullanımındaki değişiklikler gibi nedenlerle büyüyüp yayılırken, yüksek hızlı yollar zaman içinde kentiçi ana arterler şeklinde rol ve kapasite değişikliğine uğramaktadır. Süreç içindeki bu oluşumun kentliye negatif

birçok etkisi olmaktadır. Bunların başında gürültü, hava kirliliği, kentsel ısı adası etkisinin artması vb. gelmektedir.

Dünyanın hemen her kentinde oluşan ortam sıcaklığının çevredeki kentsel olmayan alanların sıcaklığından daha fazla olmasına, kısacası sıcaklık farkına “kentsel ısı adası etkisi” denir. Gündüz soğurulan güneş ısı gece dışarı bırakılır ve karanlık çöktükten sonra bile rahatsız edici ölçüde sıcaklık üretir.

Bu bildiride kent içinden geçen yüksek kapasiteli karayollarında, çevresel negatif etkilerini en aza indirmek amacıyla tasarım önerileri tartışılmıştır. Çalışmanın ana eksenini karayolu yaklaşma mesafelerindeki uygulamalar ile ilgilidir. Bu uygulamalar sürdürülebilirlik, ekoloji, çevre sağlığı, uygulanabilirlik, maliyet, trafik güvenliği açısından değerlendirilmiştir.

Zamanla kentiçinde kalmış, yoğun trafiğe sahip, sıkışıklık olmadığı zaman da hız yapılan D-100 Karayolu'nun Anadolu kısmında çalışılmıştır. Boğaziçi Köprüsü-Kozyatağı arasındaki güzergâhta tespit edilen problem noktaları saptanıp, incelenmiştir. Bu güzergâh üzerinde birbirinden farklı işlevlerin (AVM, otel, hastane, poliklinik, üniversite, iş merkezi, spor tesisi, orta öğretim kurumu, konut, dini tesis, vd.) cephe aldığı bölgelerdeki uygulamalar arasından en dikkat çekenler seçilerek bildiri kapsamına alınmıştır.

Bu bildiride karayollarının çevresel zararlarına ilişkin konular, D-100 karayolu üzerinde yer alan örnekler bağlamında tartışılmış, ortaya çıkan sorunları en aza indirmek için çözüm önerilerinde bulunulmuştur.

## **Karayolu Sistemleri ve Kent İlişkisi**

Yol sistemleri çeşitli sınıflandırmalara göre gruplanırlar. Kentiçi ve kent dışı yollardaki tasarım detayları, trafik talebine, yolculuğun amacına ve uzunluğuna göre çeşitlilik gösterir.

En temel sınıflandırma sistemi tasarım çalışmaları içindir. Bu sınıflandırmada; yolların işlevleri, trafik özellikleri ve tasarım standartları belirlenir. Bunlar;

- Ana dağıtıcılar: otoyol ve hız yolu
- Semt dağıtıcıları: birincil yol (bulvar, ana cadde), ikincil yol (cadde)
- Toplayıcı yol: geniş yol
- Yerel yollar: sokak ve çıkmaz sokaklardır (Kılınçaslan, 2012:78).

Bu sınıflandırmada konu kapsamı nedeniyle sadece ana dağıtıcılar hakkında bilgi verilmektedir.

### **Ana Dağıtıcılar – Otoyollar**

Otoyol, yüksek hızlı ve katlı kavşaklarla bağlantının yapıldığı yol anlamına gelir. Ana dağıtıcılar olarak otoyol ile birlikte “hız yolu” da bulunmaktadır. Hız yolları trafik mühendisliğinde üst düzey ana yol anlamına da gelir. Otoyollarda bağlantılar katlı kavşaklarla yapılırken hız yollarında hemzemin, ışıklı kavşaklar ile yapılır. İki yolda da temel işlev trafiğin en etkin ve hızlı biçimde akıtılmasıdır. Örneğin TEM (Trans European Motorway) Doğu Avrupa ile Ortadoğu ülkelerini bağlayan bir otoyoldur ancak İstanbul Metropolen alanında kentsel trafik tarafından da kullanılır. Bağlantılar katlı kavşaklarla sağlanır. D-100 yolu ise bir hız yoludur. Kara Yolları İdaresi tarafından tanımlanan “devlet yolu” ve “bölünmüş yol” hız yolları özelliğindedir. Hız yolları: bölgesel ve kentsel alanda ulaşımı

sağlar, çevresindeki alanlara kontrollü erişim vardır, hemzemin ışıklı kavşaklarla iki yanında bulunan servis yollarına oradan kentsel alanlara bağlantı yapılır. Hız yollarının çevresindeki alanlara doğrudan bağlantı yapılması tercih edilmez. Otoyol mülkiyet genişliği<sup>1</sup> 60-90 m, hız yollarının 60-75m'dir. Ayrıca otoyollar için 2,5-18 m hız yolları için 2,5-9 m refüj ayrılması gerekir. Bina çekme mesafesi otoyol ve hız yollarında 25 m'dir (Kılınçaslan, 2012:78).

### *Ana dağıtıcıların kent içinde ortaya koyduğu sorunlar*

Kentin gelişmesiyle zamanla kent içinde kalmış ve kentiçi trafiğine de hizmet eden ana dağıtıcıların ortaya koyduğu çeşitli sorunlar vardır. Artan nüfusa bağlı olarak artan araç sayısı yolların kapasitelerini zorlamaktadır. Her geçen gün kentiçi trafiğindeki artan yoğunluk ana dağıtıcılarda da daha büyük yığılmalara yol açmaktadır.

Karayolunun kullanımından kaynaklanan tüm emisyonların dikkate alınması ve bunların etkilerinin mümkünse ortadan kaldırılması veya en aza indirilmesi gerekmektedir. Araç emisyonlarında yol civarındaki hava kalitesi için önemli olan ana kirleticiler nitrojen oksitler (NOx), hidrokarbonlar (HC), karbon monoksit (CO), kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>), partikül maddeler ve kurşundur (Pb) (ÇED Rehberi Karayolları/ Otoyollar).

Hava kirliliğinin canlılar ve yapıları çevre üzerindeki etkisi ele alındığında insan sağlığı üzerinde motorlu taşıt trafiğinin emisyonlarının olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir. Bunun yanı sıra aynı şekilde flora ve fauna da bu atıklardaki kimyasallardan olumsuz olarak etkilenmektedir. Canlı varlığının dışında yapıları çevre de bu atıklar ve ortaya çıkan partiküller nedeniyle kirlenme ve paslanma olarak adlandırılan sürece maruz kalmaktadır.

Bu konudaki önemli etkenlerden biri de hava kirliliğinin sadece havanın kirlenmesine neden olmadığıdır. Yağan yağmurlar ile veya sadece çökme ile havadaki kirliliğe neden olan kimyasallar ve partiküller toprağı ve suyu da kirletmektedir.

Motorlu araç trafiğı nedeniyle ortaya çıkan hava kirliliği etkileri, trafik hacmi, trafik birleşimi, hızı, dağılım dinamikleri, trafikteki araçların emisyon seviyeleri ve yol yüzeyi özelliklerine göre değişim göstermektedir.

Üzerinde yoğun bir trafik akışı olan karayollarındaki trafiğın canlı ve cansız çevreye etkisi hava kirliliğı ile de sınırlı değildir. Gürültü de önemli kirlilik türlerinden biridir. Özellikle karayolu gürültüsü gibi sürekliliğı olan gürültülerde insanlarda alışmaya benzer bir süreç yaşansa da gürültünün sağlık sorunlarına neden olduğu bilinen bir gerçektir. Araçların durumu, yol düzeyi ve geometrisi, trafik akışı ve çevre ilişkileri gürültünün düzeyinde etkin olan faktörlerdir.

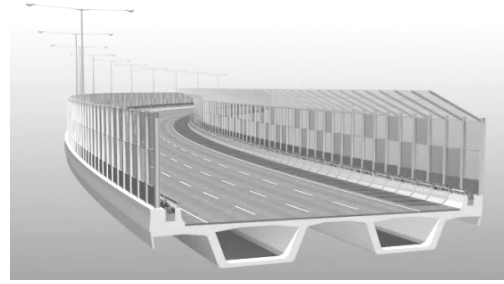
## **Karayollarının Olumsuz Etkilerini Önleme Yöntemleri**

Karayolu etkilerini azaltıcı pek çok yöntem mevcuttur. Bunları uygulama önlemleri ve tasarım önlemleri olarak ikiye ayırmak mümkündür. Bu çalışma tasarım önlemlerini irdelediğinden hız kontrolü, emisyon kontrolü, sürekli bakım onarım vb. uygulama yöntemleri bu çalışmada konu dışında bırakılmıştır.

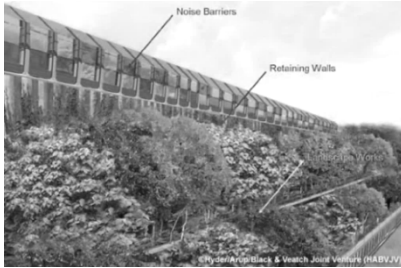
<sup>1</sup> yol mülkiyet genişliği – yolu sınırlayan gayrimenkullerin arasında kalan ve kamu mülkiyetinde olan arazinin yol eksenine dik olarak ölçülen genişliği

Karayollarının etkilerinin azaltılmasında en önemli faktör karayolu yaklaşma mesafesinin geniş bırakılmasıdır. Karayolundan uzaklaştıkça havadaki zararlı partikül sayısı azalmaktadır. Düz alanlarda ilk 50 m’de sayı yarılanırken, 100 m mesafede partikül sayısı dörtte bire düşmektedir. Düz alandansa 1,2 - 1,5 m’ye yükselen yol kenarları ile bu partikül sayısında daha kısa mesafelerde azalma görülür (Spirn, 1986:18-20). Ancak kent içinden geçen karayollarında yukarıda sözü edilen mesafelerin bırakılmadığı görülmektedir. Bu durumda da tasarım önlemleri büyük önem taşımaktadır.

Tasarım önlemleri ele alındığında ise; canlı peyzaj veya yapay malzeme ile perdeleme yöntemleri öne çıkmaktadır. Örnekler incelendiğinde karayolu çevresindeki topoğrafya ve zemin yapısı elverdiği ölçüde bitkilendirme önlemlerinin doğru olduğu görülmektedir. Ancak viyadük gibi yapı gereği bitkilendirmeye uygun olmayan ya da yaklaşma mesafesi bulunmayan örneklerde ahşap, akrilik levhalar, beton ve benzeri malzemelerden perdelerin inşa edildiği saptanmıştır. Özellikle karayolu açık alandan geçiyor ise şeffaf malzeme, yapılaşmış alanların çok yakınından geçiyor ise şeffaf olmayan malzemelerin kullanıldığı dikkat çekmektedir (Şekil 1). Ancak hava kirliliği ve gürültü için karayolunun yaklaşma mesafesi içinde uygun koşullar sağlandığında en iyi, etkili, ekolojik ve estetik çözüm yolu bitkilendirme (Şekil 2).



Şekil 1 Karayolu ses perdesi uygulama örneği ( [www.a1highways.com.au](http://www.a1highways.com.au) /Şubat 2015, [www.guvenclikhasir.net](http://www.guvenclikhasir.net) /Şubat 2015).



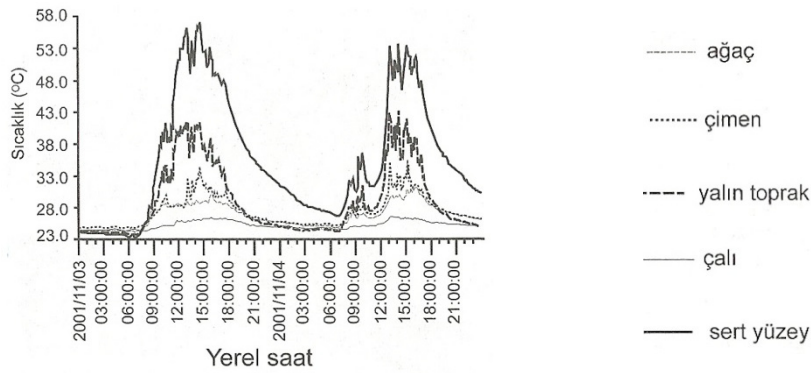
Şekil 2 Bitkilendirme ile uygulanmış karayolu perdeleri ( [www.roadtraffic-technology.com](http://www.roadtraffic-technology.com) /Şubat 2015, [www.greening.gov.hk](http://www.greening.gov.hk) /Şubat 2015).

Karayolunun olumsuz etkilerini azaltmak için çevresinde dikilen ağaçlar büyük önem taşımaktadır. Özellikle, geniş yapraklı boylu ağaç türleri, atmosfere fotosentez ile salınan O<sub>2</sub> gazı ve CO<sub>2</sub> tutumu sebebiyle, bulunduğu bölgede lokal olarak havanın temizlenmesini sağlar. Buna ilave olarak, yaprak ve gövdeleri üzerinde zararlı partiküllerin tutulmasını da sağlayarak iç kesimlere zararlı etkilerinin geçişini engeller.

Bu alanlarda yukarıda sözü edilen emisyonlara dayanıklı, yaprak döken ve herdem yeşil bitkilerin birarada kullanıldığı, sık bir bitki örtüsü yaratılması, emisyonların ve gürültünün süzülmesi yanı sıra toprak ve su kirliliğinin önlenmesi amacına da hizmet etmektedir. Bu

alanlar aynı zamanda kuşlar, böcekler gibi canlı varlığı için barınma ve üreme alanı oluşturması açısından özellikle aşırı yapılaşmış kentsel mekânlar için büyük önem taşımaktadır.

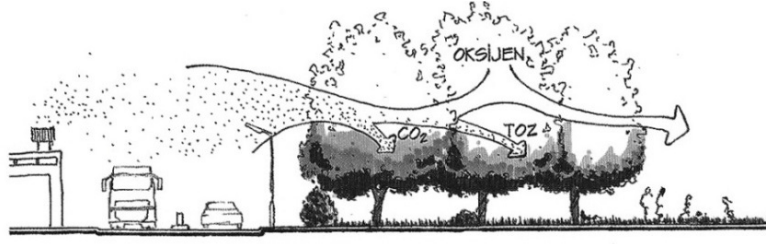
Bitki örtüsünün havadaki bazı zehirli gazları ve partikülleri süzmesine ek olarak O<sub>2</sub> üretimi, yazın mikroklimayı 3-4 °C soğutması, kışın da 4-5 °C ısıtmasını sağlamaktadır. Tek bir ağaç genellikle günde 450 lt suyu nem olarak dışarıya salar. Bunun mekanik dengi, saatte 10.500 KJ'de ve günde 19 saat çalışan, ortalama büyüklükte 5 adet oda kliması olabilir. Klimalar sadece atık havayı içeriden dışarıya doğru değiştirmekle kalmaz, ayrıca yenilenebilir olmayan enerji kaynaklarından elektrik gücü alıp kullanır. Bu nedenle klimalar iç mekânları soğuturken kentsel hava sıcaklığını ve dolayısıyla ısı adası etkisini artırmaktadır (Yeang, 2012:142). Araştırmalar bitkilendirmenin, özellikle de yerel bitki kullanımının kentsel sıcaklıkları düşürdüğünü göstermektedir (Şekil 3).



Şekil 3 Günün farklı zamanlarında, farklı malzemeye göre yüzey sıcaklığının kıyaslanması (Yeang, 2012:143).

Bitkiler O<sub>2</sub> gazı üretmenin yanı sıra yeryüzü atmosferinde doğal filtre olarak görev yapar. Bitkiler, bir oksijen kaynağı olarak, kentsel alanlarda havadaki oksijen miktarının yeterli seviyede tutulması için vazgeçilmez yaşamsal varlığı oluştururlar. Nitekim boylu ağaçlarla, ağaçların gövde çevrelerinde kısa boylu örtücülerin birlikte kullanılması, geniş yapraklı veya sıkı strüktürlü bitkilerin tercih edilmesi, herdem yeşil türlerle yaprak döken türlerin bir arada kullanılması havadaki tozların, polenlerin ve diğer parçacıkların tutularak havanın daha iyi temizlenmesini sağlar (Spirn, 1986:31), (Şekil 4). Daha sonra bu partiküller, yağışlarla yıkanarak toprak yüzeyine taşınır, böylece olumsuz etkileri önemli ölçüde bertaraf edilmiş olur (Seçkin, 2011:100).

Karayolları yaklaşma mesafesinde kullanılmak üzere seçilecek bitki türlerine sulanma gereksinimleri açısından da dikkat edilmelidir. Sulama açısından bitki türleri büyüme döneminde bitkinin gereksindiği su miktarına bağlı olarak değerlendirilir. Tablo 1'de belirtildiği gibi tüketilen su, bitki yapraklarındaki terleme ve toprak yüzeyindeki buharlaşma miktarları ile ölçülür. Bu miktarlar mevsimden mevsime büyük ölçüde değiştiği gibi, bitki tipleri itibariyle de farklılık gösterir (Seçkin, 2011:138).



Şekil 4 Ağaçların kentlerde hava kirliliğini filtrelemesi ve kentin mikro-klimasını iyileştirmesi (Seçkin, 2011:100).

Tablo 1 Bitki tipleri itibariyle su tüketimi (Melby, 1995; Seçkin, 2011).

BİTKİ TİPİ	SU TÜKETİMİ <sup>2</sup> , mm/hafta
Çimler	38-51
Yerörtücü bitkiler	13-25
Çalılar	25-38
Ağaçlar	25-38
Güller	51

Çalılar ve ağaçlar için gerekli su ihtiyacı yaklaşık 25-38 mm/hafta, çim yüzeyler için ise 38-51 mm/hafta'dır (Tablo 1). Buna göre, çim yüzeylerin sulama maliyeti diğer tüm bitki örtüsü içinde en yüksek olanıdır. İstanbul gibi su sıkıntısı yaşayan bir kentte bu durum ayrıca düşündürücüdür.

Bitkilendirme yönteminin uygulanmasında dikkat edilmesi gerekli konular seçilen bitkilerin söz konusu alanda etkinliği, dayanıklılığı, bakım kolaylığı, maliyeti ve yalınlığıdır. Seçilen bitkiler motorlu taşıt emisyonlarına karşı güçlü bir yapıya sahip olmalı, etkili olabilmesi için belirli bir yükseklik ve sıklıkta olmalı, sulama, biçme, budama, ilaçlama, gübreleme gibi konularda fazla maliyete ve çalışmaya neden olmamalıdır. Dolayısıyla mevsimlik süs bitkileri karayolu bitkilendirmesi için uygun bitkiler değildir. Diğer önemli konulardan bir diğeri de özellikle transit karayolları aynı zamanda hız yolları olduğundan sürücünün dikkatini dağıtacak özelliklere sahip, çok renkli, desenler ve yazılar halinde düzenlenmiş, bitki örtüsünden ve uygulamalardan kaçınılmalıdır. Bu alanlarda dikilen renkli bitkiler parklarda, yaya dolaşımının olduğu alanlarda uygulanması görsel açıdan daha uygundur.

#### D-100 Karayolu Yaklaşma Mesafesi Uygulamaları

D-100 Karayolu İstanbul'u ve hatta Türkiye'yi bir baştan diğer başa kat ededen bir hız yoludur. Hız yolları için de otoyollar gibi kentiçinden geçerken çevresine verdiği zararı en aza indirgeyecek çözümler aranmalıdır.

Bu çalışma kapsamında D-100 Karayolu, Boğaziçi Köprüsü çıkışından itibaren Kozyatağı kavşağına kadar analiz edilmiştir. Bu analiz güzergâhında karayolunun farklı en kesit ve işlev alanlarına sahip bölgelerinden 4 adet çarpıcı örnek seçilerek sunulmuştur.

<sup>2</sup> Bitki su tüketimi, toprak yüzeyinden olan buharlaşma ve bitki yapraklarından olan terleme miktarlarının toplamıdır, derinlik cinsinden mm ile haftalık veya günlük ifade edilir.

mm su kalınlığı, bir m<sup>2</sup> alana verilen sudur, örn. bir m<sup>2</sup> alana 67 mm su vermek için 67 kg (lt) su gerekir.

Yapılan çalışmada karayolunun değişken en kesitinin çevre ile ilişkisi tartışılmış, özellikle yoğun alanlardan geçerken, farklı işlevlerdeki yapılara yaklaştığı bölgelerdeki durum değerlendirilmiştir. Ayrıca sürücü, kullanıcı, yaşayan kısaca kentli olarak farklı kullanıcılar için alınabilecek önlemler üzerinde durulmuştur.

*Anadolu Yakası Köprü çıkışından Kozyatağı'na doğru sırası ile örnekler;*

**Nakkaştepe/Beylerbeyi-Köprü** bağlantı yolunun üst bölgesinde yapılan düzenlemedir. Özellikle Boğaziçi Köprüsü'ne yaklaşmakta olan sürücülerin dikkatini çeken, çizgisel bir düzenleme (Şekil 6 ve 8) söz konusudur. Bu tarz ışınsal yaklaşımların odağında ilkesel olarak bir nesne ya da işleve dikkat çekmesi beklenir. Bu tarz sert çizgisel görseller, dikkat çektiğinden ve algılama süresini artırdığından sürücülerin dikkatini dağıtmakta ve sürüş emniyetini de azaltmaktadır.

Şekil 5 ve 7'de düzenleme öncesi alanın sık ağaçlık olduğu görülmekte, var olan peyzaj, emisyon açısından daha sağlıklı bir yapı sunmaktadır. Yeni peyzaj düzenlemesi bu olumlu yanı ortadan kaldırdığı gibi ek olarak (eski durumdaki belirli büyüklükteki ağaçların suya ihtiyacı olmadığı düşünülürse), bakım maliyetini de artırmıştır.



Şekil 5 D-100 Nakkaştepe-Beylerbeyi bağlantısı, Düzenleme öncesi (GoogleEarth).



Şekil 6 D-100 Nakkaştepe-Beylerbeyi bağlantısı, Günümüz (GoogleEarth).



Şekil 7 Düzenleme öncesi (Yandex).



Şekil 8 Günümüz (K.Oktay Arşivi).

**Altunizade Geçişi-Şehrizar Konakları D-100** Altunizade Kavşağı, Kadıköy ve TEM bağlantı noktası olması yanında çeşitli işlevleri de barındırmaktadır. Eğitim (Üniversite), sağlık (poliklinik), dini tesis, konut alanı, ofis ve yönetim yapıları Altunizade Kavşağı D-100 çevresinde bulunmaktadır. Bu durum, üzerinde tartışılan konunun önemini artırmaktadır.

Yapılan çalışmalarda D-100'ün doğusundaki konut alanı ile arada kalan alanın dikkat çekici bir şekilde kısa zamanda mevcut peyzaj elemanlarının sökülüp yerine motifli çim alanlar uygulandığı görülmüştür. Mevcut ağaçlar, emisyonların konut alanına etkisini azaltırken aynı zamanda ses engeli de yaratmaktaydı. Ancak düzenleme sonrası ağaçların sökülmesiyle bu doğal yalıtımın ortadan kalktığı ve çözüm olarak da ses duvarı inşa edildiği gözlenmiştir.



Şekil 9 D-100 Altunizade geçişi, Düzenleme öncesi (GoogleEarth).



Şekil 10 D-100 Altunizade geçişi, Günümüz (GoogleEarth).



Şekil 11 Altunizade köprüsünden D-100 düzenleme öncesi (Longdistancer Arşivi).



Şekil 12 Şehrizar Konakları D-100 cehesi, Günümüz (Aktan 2015).

**Almond Hill D-100 Cehesi;** Almond Hill konut alanı D-100 yolunun kotundan yüksekte konumlanmaktadır. Ancak yapılar ile D-100 arası yaklaşık 40 m'ye kadar inmekte, alan sestene ve araçlardan çıkan emisyonlardan yoğun olarak etkilenmektedir. Konut alanının kuzeydoğu kısmında yapılan incelemede düzenlemeden önce mevcut ağaçların seyreltildiği görülmüştür.



Şekil 13 Almond Hill D -100 cehesi, Düzenleme öncesi (GoogleEarth).



Şekil 14 Almond Hill D -100 cehesi, Günümüz (GoogleEarth).



Şekil 15 Almond Hill D -100 cehesi, Düzenleme öncesi (Yandex).



Şekil 16 Almond Hill D-100 cehesi, Günümüz (Aktan, 2015).



**Duvar Bahçe Uygulamaları;** Anadolu Yakası'ndaki duvar bahçe uygulamaları son zamanlarda oldukça gündemdedir. Özellikle D-100 güzergâhında istinat duvarları üzerine yerleştirilen elemanlarda çeşitli ithal bitkiler ve doğal taşlar<sup>3</sup> kullanılmıştır ve bu duvarlar geceleri ışıklandırılmaktadır. Sürücülerin dikkatini dağıtan bu uygulamalar ile duvarın ve karayolunun olumsuz etkilerini azaltmak hedeflenmemektedir. Uygulanan bu peyzaj çalışmaları, duvara taş döşenmesi, ışıklandırma, bitki örtüsünde artan ekim, dikim, sulama, üretim ve bakım maliyetleri ile sürdürülebilir ve ekolojik olmaktan çıkmıştır.



Şekil 17 D-100 Sahrayı Cedid Mevkii duvar bahçe uygulaması (www.anadoluparkbahceler.com).



Şekil 18 Altunizade duvar bahçe uygulaması (www.anadoluparkbahceler.com).

## Değerlendirme

Bu bildiride ele alınan örneklerin düzenleme öncesi durumlarının emisyon önleme, sulama gerekliliği, gürültü emiciliği, ısı geçirgenliği, elektrik tüketimi, vb. açılarından daha verimli olduğu saptanmıştır. Günümüz uygulamaları bu alanların amaç dışı kullanımını önlemek ve “seyir zevki” (www.anadoluparkbahceler.com) amaçlı motif uygulamalarından oluşmaktadır.

Uygulamalardan görüldüğü üzere İstanbul'da her geçen yıl çim alan miktarı artmaktadır. Çim alanlar, çıplak toprağa kıyasla iki kat daha fazla kirliliği emebilir. Ancak şehir içinde çim alan olarak düzenlenmiş yeşil alanlar yaz aylarında şebeke suyu ile sulanmaktadır. Çim alanların tükettiği su miktarı, sulama için gerekli olan altyapı, biçme işlemi için işçilik maliyetleri hesaplandığında yüksek rakamlar çıkmaktadır. Bu nedenle rekreatif amaçlı kullanılmayan alanlarda bitki örtüsü olarak sık, kısa, yoğun çalı ve ağaç kullanımı hem maliyet hem ekolojik açıdan daha verimli sonuçlar ortaya koymaktadır. Bu durum ısı adası etkisinin azaltılması yanı sıra ağaçların oksijen üretimi, bazı kirletici maddeleri yok etmeleri, tozu azaltmaları ile çevreye pozitif etki etmektedir (Yeang, 2012:163).

Verimi artırmak için genel bir tasarım stratejisi olarak yerli bitki türlerinin kullanımı da önemlidir. Kendi iklim sınırı içinde yetiştirilen yerli bitki türleri genelde daha az bakım gerektirmekte, su, gübre ve enerji gibi az bulunan kaynaklara daha az gereksinim duymaktadır (Yeang, 2012:143).

D-100 Karayolunun oluşturduğu gürültü sorununun önlenmesi ve/veya azaltılmasında bitkiler duvar veya toprak yığını gibi öğelerle birlikte kullanılmalıdır. Yaprak ve toprak yığını gibi yumuşak öğeler gürültü dalgalarını emerken, düzgün ağaç gövdeleri ve duvarlar gibi sert öğeler gürültü dalgalarını yansıtır. Bu nedenle karayolu kenarlarında uzun boylu ve sık dokulu herdem yeşil bitkiler, diğer türlere göre daha fazla gürültüyü emme veya tutma özelliğine sahip oldukları için, tercih edilmelidir. Ancak bitkilerin iyi bir gürültü perdesi

<sup>3</sup> Bu uygulamalarda (begonya ve hercai menekşe gibi) 9 çeşit ithal bitkinin kullanıldığı belirtilmektedir (www.anadoluparkbahceler.com).

oluşturması için bütün gövdesinin dallı ve yapraklı olması gerekir. En ideal bitkisel gürültü perdesi, kısa boylu herdem yeşil çalılarla başlayıp, giderek yükselen ve herdem yeşil ve yaprak döken bitki kombinasyonları ile yapılan bitkilendirmelerdir. Gürültünün sorun olduğu işlevlerin yer seçtiği otoyol kenarlarında, bitkisel perde genişliği en az 7,5 m veya daha fazla, yüksekliği de yeterli seviyede olmalıdır (Seçkin, 2011:98).

Karayolu bitkilendirmesinde monotonluğu kırmak için çeşitlilik sağlanmalı ancak sürücünün dikkatini dağıtan uygulamalara yer verilmemelidir. Kamulaştırma alanı boyunca ağaçlarla yapılan informal gruplamalar, düzgün aralıklı tekdüze sıralara tercih edilmeli ve karayolu güzergâhlarının kenarlarındaki ağaçların görünümüne düzensiz bir şekil verilmelidir (Seçkin, 2011:113).

Çalışılan alan özelinde saptanan sorunlar, kent bütününde genellenerek özellikle D-100 ve TEM çevresindeki peyzaj çalışmalarının bu bağlamda yeniden ele alınması gerekmektedir.

### **Kaynaklar**

ÇED Rehberi Karayolları/Otoyollar (2009) Çevresel Etki Değerlendirme Sektörel Rehberi, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, ÇED ve Planlama Genel Müdürlüğü, Ankara.

Kılınçaslan, T. *der.* (2012) Kentsel Ulaşım, Ninova Yayınları, İstanbul.

Melby, P. (1995) Simplified Irrigation Design, Second Edition, John Wiley & Sons, New York.

Seçkin, N. P. ve diğerleri (2011) Sürdürülebilir Peyzaj Tasarımı ve Uygulama İlkeleri, Literatür Yayın, İstanbul.

Spirn, A. W. (1986) Air Quality at Street-Level: Strategies for Urban Design, Boston Redevelopment Authority, E-Kitap.

Yeang, K. (2012) Ekotasarım-Ekolojik Tasarım Rehberi, *çev. Semih ve Demet Eryıldız* YEM Yayın, İstanbul.

[www.anadoluparkbahceler.com/](http://www.anadoluparkbahceler.com/) Şubat 2015.

[www.alhighways.com.au/](http://www.alhighways.com.au/) Şubat 2015.

<http://cevreonline.com/su/cimlerin%20genel%20durumu.htm> /Şubat 2015.

Google Earth, [www.googleearth.com/](http://www.googleearth.com/)Şubat 2015.

[www.guvencelikhasir.net/](http://www.guvencelikhasir.net/)Şubat 2015.

[www.greening.gov.hk/](http://www.greening.gov.hk/)Şubat 2015.

[www.roadtraffic-technology.com/](http://www.roadtraffic-technology.com/)Şubat 2015.

# İstanbul Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı Kalkış Gece Gürültüsü Haritalama Çalışması

**Y.Mimar Oya KESKİN**  
İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul  
e-mail: o.keskin@iku.edu.tr

**Prof. Dr. Sevtap YILMAZ**  
İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul  
e-mail: demirkale@itu.edu.tr

## Öz

Gelişen teknolojinin beraberinde getirdiği sorunlardan bir tanesi de gürültü problemidir. Çeşitli kaynakların ürettiği gürültü ile birlikte ortaya çıkan ve insan sağlığını tehdit eden bu sorun gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeleri gürültü konusunda tedbir almaya yöneltmektedir. Bu noktada, çevre gürültüsünün oluşmasında en büyük kaynaklardan bir tanesi de şüphesiz ki havalimanlarıdır. Gürültü haritalama, belirli bir bölgede yaşayan nüfusun gürültüden kaynaklanan rahatsızlığının belirlenmesi ve nüfusun gürültüye maruz kaldığı çevresel gürültünün değerlendirilmesi çalışmasıdır. Gürültü haritalama çalışmaları minimum 5 yılda bir gelişen ve değişen çevre göz önüne alınarak yenilenmelidir. Türkiye’de Çevre ve Orman Bakanlığı’nın hazırladığı ‘Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği’ne göre, ana havalimanları ve yakınındaki yerler ile iki yüz elli binden fazla nüfusu olan yerleşim alanları için gerektiği takdirde en geç 18/7/2014 tarihine kadar gürültü seviyesinin azaltılması da dahil olmak üzere gürültü ile ilgili hususlar ve gürültünün etkileri ile baş etmeye yönelik eylem planlarının hazırlanmış olması gerekmektedir. Çalışmanın amacı, Sabiha Gökçen Havalimanı çevresindeki rastgele yapılaşma ile gelişigüzel bina yüksekliklerinin yapımını önleyerek sonuçta özellikle şehir ve bölge plancıları için master planları yapılırken gürültünün yerleşme sınırlarının göz önüne alınması, ayrıca gürültü haritasına göre gürültülü bölgelerde yeni yapılacak yapıların ses yalıtımlarının Yönetmelik gereğince yapılmasıdır. Çalışma kapsamında, havalimanı ile Pendik ve Tuzla ilçeleri için SoundPlan simülasyon programı kullanılarak gürültü haritalandırma çalışması gerçekleştirilmiştir. Elde edilen haritalarda havalimanının güneyinde bulunan ve D-100 ve sahil yollarının çevresindeki Pendik ilçe sınırlarına dahil olan yapılarda yoğunluklu olarak 65 dBA üzerinde gürültüye maruz kalındığı ortaya çıkmıştır. Özellikle havalimanına komşu olan Tandoğan Caddesi ve Kaynarca Caddesi’nin kesişiminde bulunan Camçeşme ve Fevzi Çakmak Mahallelerinde konumlanmış olan konut yapılarının gürültü yalıtımı uygulanması gerekmektedir. Çünkü burada bulunan konut yapıları 75-85 dBA arası gece uçak gürültüsüne maruz kalmaktadırlar ve bu değerler insan sağlığı için olması gereken gürültü sınır değerlerinin çok ötesindedir.

**Anahtar sözcükler:** Çevre gürültüsü, Havalimanı gürültüsü, Gürültü haritalama, Sabiha Gökçen Havalimanı

## Giriş

Günlük hayatta seslerin algılanabilmesi insanların yaşam kaliteleri ve huzuru açısından büyük önem taşımaktadır. Gürültü ise bu kaliteyi ve huzuru bozan istenmeyen sesler olarak tanımlanabilir. Özellikle gece gürültüsüne maruz kalan kişilerde çeşitli fiziksel sorunların dışında önemli ölçüde psikolojik problemler de gözlenmektedir. Bu bölgelerde gürültünün kontrol altına alınması gerekmektedir.

Gürültü haritalama belirli bir bölgede yaşayan nüfusun gürültü kaynaklı rahatsızlığının belirlenmesi ve gürültüye maruz kalan çevrenin değerlendirilmesidir. Gürültü haritaları çeşitli gürültü kaynaklarının (trafik, uçaki raylı sistem, sanayi vb.) ürettiği gürültüyü göstermek için hazırlanır. Elde edilen gürültü haritaları ile bölgenin günlük/yıllık maruz kaldığı gürültü düzeyi, nüfusun maruz kaldığı dBA aralıkları gibi verilere ulaşılabilir. Gürültü haritaları minimum 5 yılda bir olacak şekilde hazırlanır. Haritalardan elde edilen veriler stratejik planlamada yol göstericidir ve yıllar içerisinde bölgedeki gürültü değişim oranının takip edilmesini sağlar.

Büyük kentlerde gün geçtikçe artan nüfus ve havalimanlarının yerleşme bölgelerinin içinde kalmaya başlamasıyla havalimanı gürültüsünün önemi de gittikçe artmaya başlamıştır. İstanbul da havalimanı gürültüsünün oldukça önemli olduğu kentlerden biridir. Yapılan araştırmalar sonucunda İstanbul sınırları içerisinde bulunan Atatürk Havalimanı ve çevresinde yapılmış gürültü haritalama çalışmalarına rastlanmış ancak yoğun hava trafiğine ev sahipliği yapan Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı ile ilgili herhangi bir gürültü haritalama çalışmasına rastlanmamıştır. Pendik ilçe sınırları içerisinde bulunan havalimanı, İstanbul'un 2.havalimanı olmakla beraber toplam yolcu trafiği bakımında Türkiye'nin de 3.büyük havalimanı olma özelliğine sahiptir. Yıllık yolcu taşıma verileri karşılaştırıldığında 2003 ve 2013 yılları arasındaki 10 yıllık süreçte iç hatlarda taşınan yolcu miktarı 2.826'dan 3.121.895'e çıkarken dış hatlarda taşınan yolcu miktarı 157.172'den 4.809.788'e ulaşmıştır (URL,1). Orana bakıldığında on yıl içerisinde taşınan yolcu kapasitesinin %3267 artış gösterdiği gözlemlenmiş bu da havalimanının hızlı gelişimini gözler önüne sermiştir.

Bölge yoğun yerleşim alanlarını barındırmasının yanında aynı zamanda ticari yapıları da içermektedir. Havalimanı'nın kuzeyinde çoğunluk olarak ticari yapılar ile fabrikalar bulunurken, doğrudan ticari yapı ve fabrikalara ek olarak konut bölgeleri de bulunmaktadır. Bunun yanında batı ve güneyde ise çoğunlukla boş araziler olduğu göze çarparken yer yer küçük konut bölgeleri ile özellikle batıda bazı fabrika alanlarına da rastlanmaktadır.

## İlgili Mevzuat

Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın 56.maddesine göre 'Herkes sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirliliğini önlemek devletin vatandaşlarının görevidir.' 1983 yılında 18132 sayılı resmi gazetede yayımlanan 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun 14'üncü maddesine göre, kişilerin huzur ve sükununu, beden ve ruh sağlığını bozacak şekilde ilgili yönetmelikler ile belirlenen standartlar üzerinde gürültü ve titreşim oluşturulması yasaklanmıştır.

'Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği', 1986 yılından beri yürürlükte olan Gürültü Kontrol Yönetmeliği'ndeki eksiklikleri ve sorunları gidermek amacı ile 25/6/2002 ve 2002/49/EC Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Direktifine paralel olarak 1 Temmuz 2005 yılında yürürlüğe girmiş, 27 Nisan 2011 yılında da yenilenmiştir. Bu Yönetmeliğin amacı; çevresel gürültüye maruz kalınması sonucu kişilerin huzur ve sükûnunun, beden ve ruh sağlığının bozulmaması için gerekli tedbirlerin alınmasını

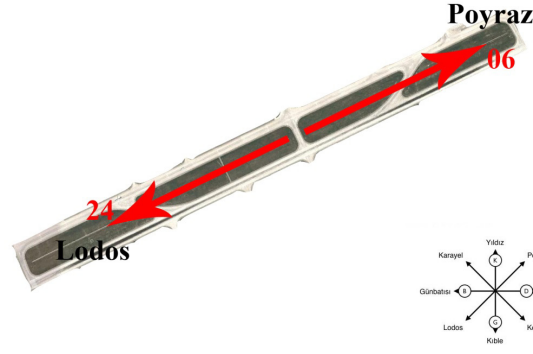
sağlamak ve kademeli olarak uygulamaya konulmak üzere; değerlendirme yöntemleri kullanılarak çevresel gürültüye maruz kalma seviyelerinin, hazırlanacak gürültü haritaları, akustik rapor ve çevresel gürültü seviyesi değerlendirme raporu ile belirlenmesi, çevresel gürültü ve etkileri hakkında kamuoyunun bilgilendirilmesi, gürültü haritaları, akustik rapor ve çevresel gürültü seviyesi değerlendirme raporu sonuçları esas alınarak; özellikle çevresel gürültüye maruz kalma seviyelerinin insan sağlığı üzerinde zararlı etkilere sebep olabileceği ve çevresel gürültü kalitesini korumanın gerekli olduğu yerlerde, gürültüyü önleme ve azaltmaya yönelik eylem planlarının hazırlanması ve bu planların uygulanması ile ilgili usul ve esasları belirlemektir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2010).

## **Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı Gece Kalkış Gürültüsü Haritalama Çalışması**

### **Çalışma Metodolojisi**

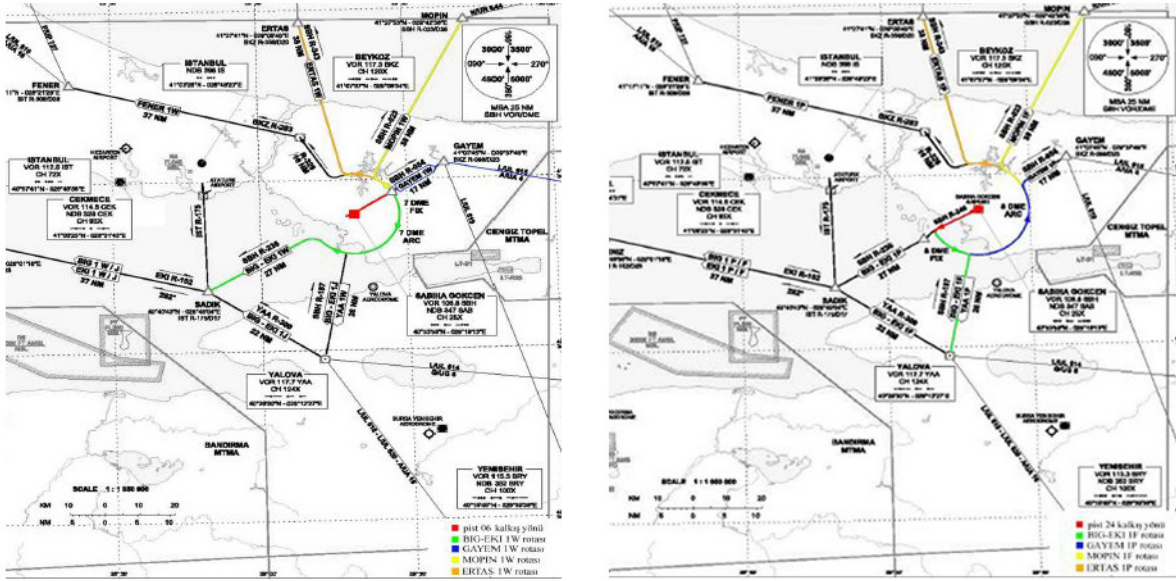
Çalışma metodolojisi kapsamında, ilk olarak haritalama yapılacak alan belirlenmiştir. Rota, uçak, pist ve operasyon sayıları göz önüne alınarak gürültüden etkilenecek alanı belirlemek için ön çalışmalar yapılmış ve İstanbul Anadolu Yakası'nın Pendik ve Tuzla ilçeleri ile Kocaeli ilinin küçük bir bölümünün gürültü etkisi altında kaldığı gözlemlenmiştir. Haritalama alanında yalnızca İstanbul il sınırları içerisinde kalan bölgeler alınmıştır. Simülasyon için SoundPlan 6.5 gürültü haritalama yazılımı kullanılmıştır. Zeminden 4m yükseklikte Lgece cinsinden kalkış yapan uçaklar için hesaplanan gürültü değerleri 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, 75-79 ve >80 dB olarak elde edilmiş ve 50m aralıklı ızgaralı gürültü haritaları oluşturulmuştur.

Pist kullanım yönünü belirlemek için en önemli etken şüphesiz ki rüzgar yönüdür. Rüzgar, havanın yüksek basınç noktasından alçak basınç noktasına hareketi ile oluşur. Bir bölgede yıl içerisinde rüzgarın en fazla estiği yöne '*hakim rüzgar yönü*' denilmektedir. Bir bölgede hakim rüzgar yönü yer şekillerine göre ortaya çıkmaktadır. Bu noktada, İstanbul'daki hakim rüzgar yönü boğazın uzanış doğrultusu ile paralellik göstermektedir. Rüzgar frekans gülü aracılığı ile hakim rüzgar yönü hakkında bilgi edinilebilir. İstanbul'da yıl içerisinde hakim olan rüzgar yönü kuzey-doğu rüzgarı yani Poyraz'dır. Dönemsel olarak da güney-batı rüzgarı olan Lodos bölgeye hakim olmaktadır. Bu noktada Sabiha Gökçen Havalimanı pist konumu incelendiğinde, 06/24 pisti için 06 (kuzey-doğu) pist yönünün Poyraz sırasında, 24 (güney-batı) pist yönünün ise Lodos meydana geldiğinde kullanıma açıldığını söylemek mümkündür. Çünkü uçak, rüzgarı karşısına alarak kalkış yapmaktadır. Sabiha Gökçen Havalimanı 06/24 pisti konumu ve rüzgar yönü gösterimi Şekil 1'de verilmiştir. Pistin 06 yönü için için *BIG-EKI 1W*, *MOPIN 1W*, *GAYEM 1W* ve *ERTAS 1W* rotaları hesaplama alanında kullanılmak üzere seçilmiştir. Bu rotaların seçilme sebebi, uçağın kalkış sonrası gürültüsünün yerleşim yerlerinde en çok etkili olabileceği rotalar olmasıdır. Uçağın en çok kalkış anında gürültü yarattığı bilindiği için, pist yakın çevresinde etkili olacak rotalar tespit edilmiştir. 24 yönü için ise *BIG-EKI 1P*, *MOPIN 1P*, *GAYEM 1P* ve *ERTAS 1P* rotaları dikkate alınmıştır. Bu rotaların seçilme sebebi de yine uçağın kalkış anında yerleşim yerlerinde en çok gürültü ürettiği bölgeleri kapsayan rotalar olmasıdır.



Şekil 1 Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı pist konumu ve rüzgar yönleri.

Her iki pist yönü için de seçilmiş olan rotalar Şekil 2'de gösterilmiştir. Kalkış süreci için kule tarafından belirlenen zorunlu yükseklik değerleri pistin 06 yönünün kullanımında 11.265 km (7 mil)'de 426m (1400 feet) iken bu sınır pistin 24 yönü için 12.874km (8mil)'de 396m (1300 feet)'dir. Bunun anlamı, örneğin 06 yönünde kalkan bir uçağın kalkış sürecinde 11.265km'de minimum 426m yüksekliğe ulaşması gerekliliğidir. Bu durum her havalimanında ve her pistte çevre özelliklerine göre farklılık göstermektedir.



Şekil 2 Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı pist 06 ve 24 örnek kalkış rotaları (TAİ, 2013).

Yıllık operasyon sayıları gece (23.00-07.00) kalkışlarında 365 gün için yapılmıştır. Sabiha Gökçen Havalimanı 2012 yılı gece uçak kalkış bilgileri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1 Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı 2012 yılı gece kalkış verileri.

Uçak Tipi (AzB Grup No.)	S1.0	S1.1	S1.2	S5.1	S5.2	S5.3	S6.1	S6.2	P1.2	P1.4	P2.2
2012 Yılı Gece Kalkış Yapan Uçak Sayısı	180	116	388	123	9374	62	255	35	149	16	60

## Haritalar

Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7'de Pendik ve Tuzla ilçelerini içine alacak şekilde düzenlenen haritalandırma alanında, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi Yönetimi Yönetmeliği'ne uygun olarak 50m aralıklar ile 4m yükseklikte hesaplanan 50-85 dBA aralığındaki Ln (Lgece) değerleri verilmiştir. Şekil 3'te yalnızca haritalandırılan alan ve gürültü konturları gözükürken, Şekil 4'te hesaplama alanı üzerine konut ve yardımcı binalar (fabrika, ticari vb.) eklenmiş haliyle sunulmuştur. Şekil 5 ve Şekil 6'da konut ve yardımcı binalar ayrı ayrı gösterilmiştir. Lgece gürültü haritalarında gündüz kullanımlı binalar (okul, resmi vb) haritalama alanında dahil edilmemiştir. Şekil 7'de alanın hesaplanan gürültü konturları harita alanının uydu fotoğrafı üzerine yerleştirilerek sunulmuştur.

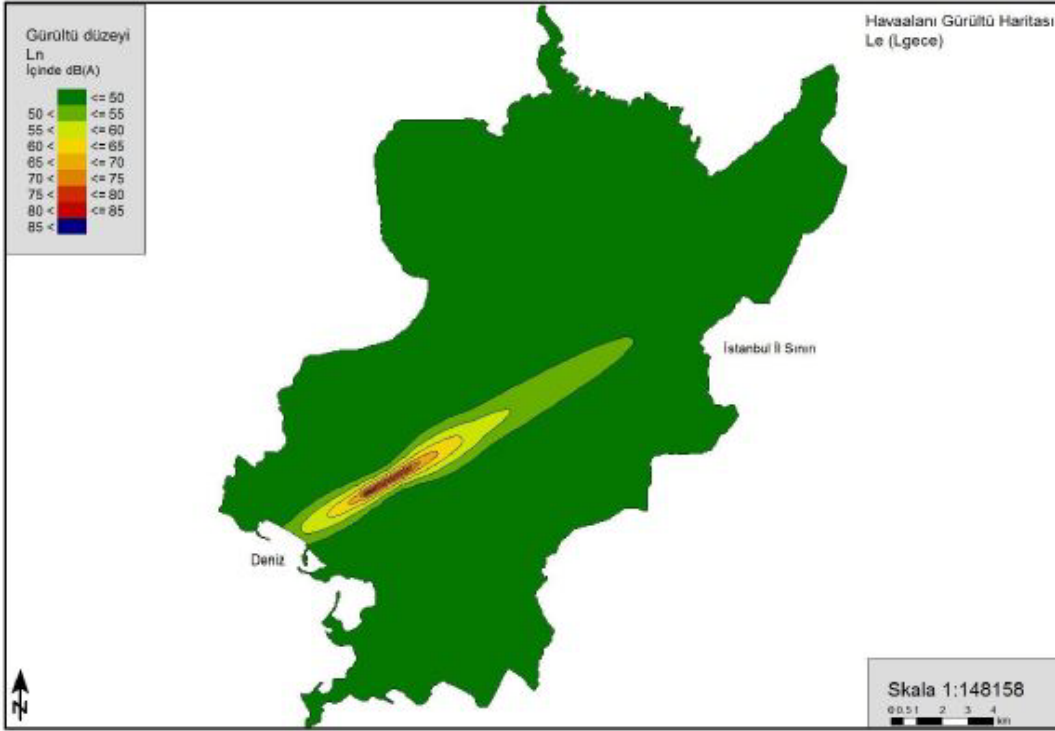
50-85 dBA aralığında her 5 dB'de bir olacak şekilde hesaplanan Ln (Lgece) değerleri ile gürültüden etkilenen konut sakini sayısı ile, konut ve hastane sayıları Tablo 2'de verilmiştir. Yönetmelikte belirtildiği şekilde konut sakini ve konut sayılarının yüzlü ifadelerle yuvarlanmış şekilleri de çizelgede yer almaktadır. Yönetmelikte belirtildiği şekilde havalimanı gece gürültüsü için verilen sınır değerlerini aşan konut ve konut sakini sayısı değerleri de Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 2 2012 yılı ortalama gece zaman dilimi gürültüden etkilenen konut, nüfus ve hastane sayıları.

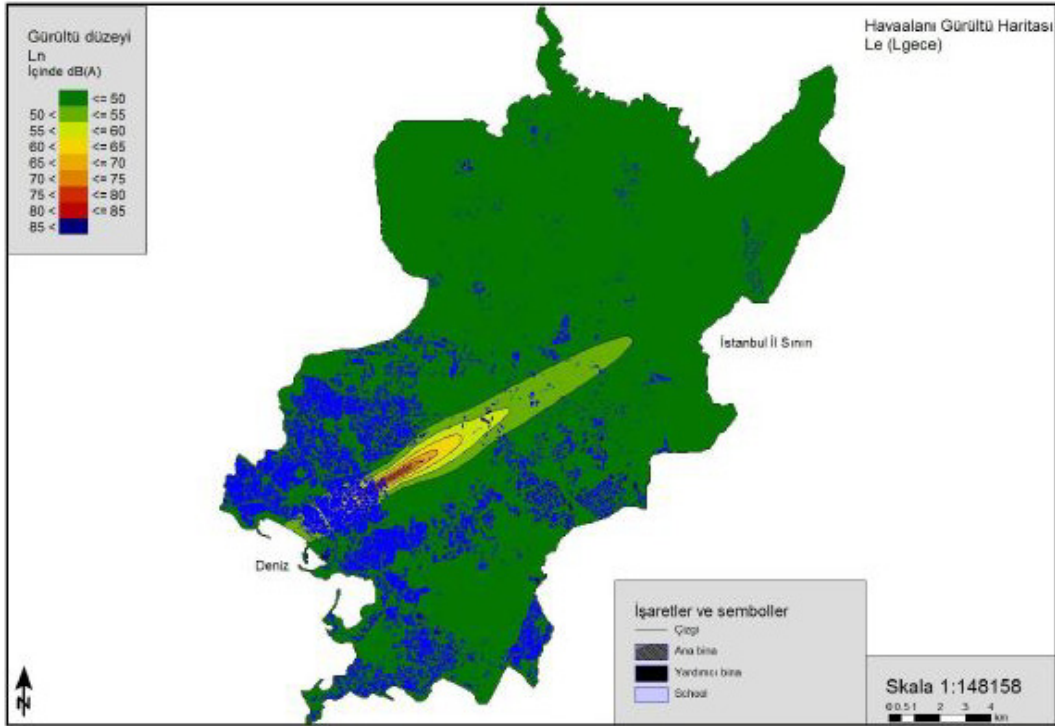
Zaman Aralığı	Gürültü (dBA)	Konut Sayısı	Etkilenen Nüfus	Hastane		
Ln (Lgece)	50-55	1600	1600	13677	13700	0
	55-60	1160	1200	9695	9700	0
	60-65	755	800	5035	5000	0
	65-70	288	300	1598	1600	0
	70-75	142	100	667	700	0
	75-80	104	100	433	400	0
	80-85	33	0	156	200	0
	>85	0	0	0	0	0

Tablo 3 Gece zaman dilimi (23.00-07.00) içerisinde sınır değerlerini aşan konut ve nüfus sayısı.

Zaman Aralığı	Büyük Havalimanı Çevre Gürültüsü Sınır Değeri	Sınır Değerini Aşan Konut Sayısı	Sınır Değerini Aşan Konut Nüfusu
Lgece (Ln)	58	1322	7889

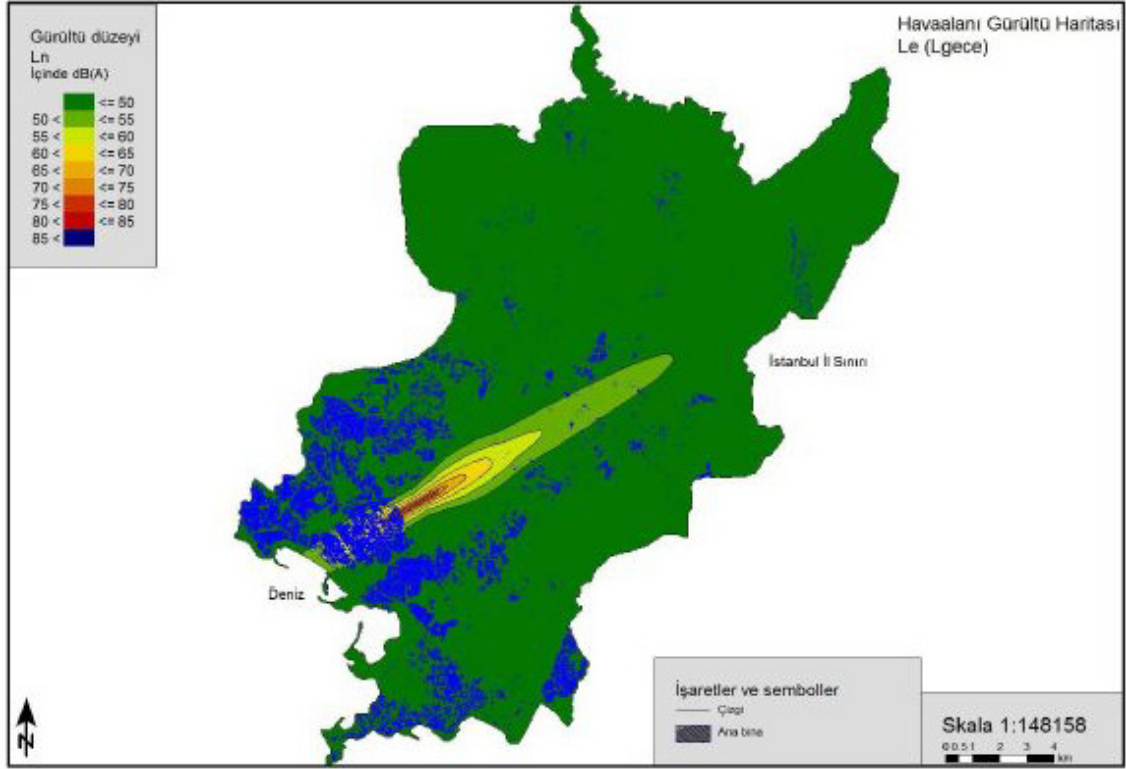


Şekil 3 Haritalandırma alanı ve 2012 yılı kalkış Lgece (Ln) gürültü konturları.

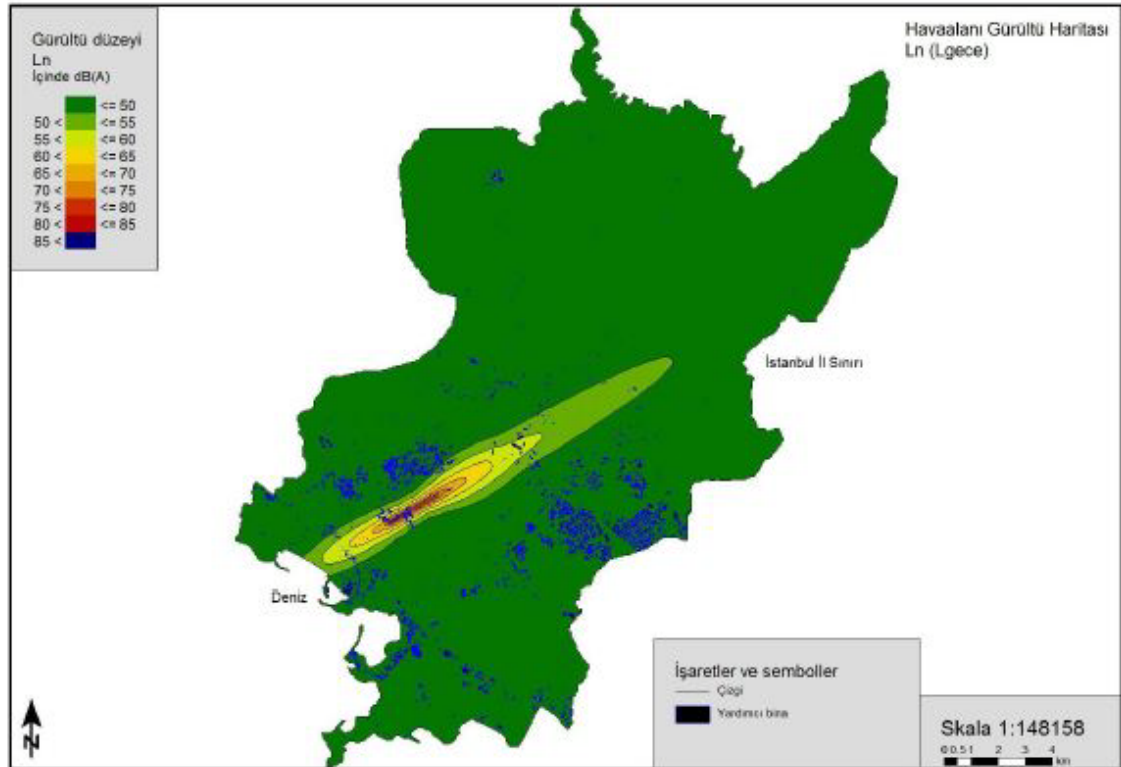


Şekil 4 2012 yılı kalkış Lgece (Ln) gürültü konturları ve tüm yapı tipleri.





Şekil 5 2012 yılı kalkış Lgece (Ln) gürültü konturları ve konut yapıları.



Şekil 6 2012 yılı kalkış Lgece (Ln) gürültü konturları ve yardımcı yapılar.



Şekil 7 2012 yılı kalkış Lgece (Ln) gürültü konturları ve haritalama alanı sınırları.

## Değerlendirme

Sabiha Gökçen Havalimanı Gürültü Haritalama çalışması kapsamında, haritalanan bölge Pendik ve Tuzla ilçelerini içerisine almaktadır. Bu iki ilçede bulunan tüm konut, hastane ve diğer yapılar ile birlikte toplam 854.932 konut sakini de değerlendirmeye alınmıştır. Çevre ve Orman Bakanlığı'nın Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğinde belirtilen sınır değerleri kapsamında gürültüden etkilenen bina ve nüfus yüzdeleri Çizelge 4'te verilmiştir. Gece zaman diliminde okul yapılarının kullanılmadığı varsayılarak hesaplamaya katılmamışlardır. Konut yapıları %32, konut sakinleri ise %25 oranında sınır değerini aşan gece zaman dilimi içerisindeki gürültüye maruz kalmaktadır. Bu da insan sağlığının tehdidi açısından çok ciddi bir orandır.

Elde edilen gürültü konturları incelendiğinde, 85 dBA ve üzeri gürültüye maruz kalan Fevzi Çakmak ve Cam Çeşme mahallelerinde yani uçağın kalkış zemini ve yakın çevresinde olduğu gözlemlenmektedir. Bunun sebebi olarak uçağın kalkış öncesi zeminde oluşturduğu gürültünün en yüksek düzeyde olduğu söylenebilir.

Sabiha Gökçen Havalimanı incelendiğinde, bölgenin güneyinde, batısında ve doğusunda yoğunluklu yapılaşma olduğu gözlemlenmiştir. Konut binaları özellikle bu üç yönde oldukça yoğun bir biçimde konumlandırılmışlardır. Havalimanı'nın kuzeyinde yani Gülbağlar, Ramazanoğlu, Kurtköy Mahallelerinde ise oldukça seyrek sayıda konut yapısı olduğu görülürken, henüz yapılaşmaya açılmamış yeşil alanların büyük yer kapladığı dikkat çekmektedir.

## SONUÇ

Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı gürültü haritalama süreci sonucunda elde edilen haritalarda gösterilen mavi renkli bölgeler konut, hastane ve yardımcı yapıları göstermektedir. Elde edilen haritalarda, havalimanının güneyinde bulunan ve D-100 ve sahil yolunun çevresindeki Pendik ilçe sınırlarına dahil olan yapılarda yoğunluklu olarak 65 dBA üzerinde gürültüye maruz kalındığı ortaya çıkmıştır. Özellikle havalimanının komşusu olan Tandoğan Caddesi ile Kaynarca Caddesi'nin kesişiminde bulunan Camçeşme ve Fevzi Çakmak Mahallelerinde konumlanmış konut yapılarının acil olarak kaldırılması ya da çok ciddi gürültü yalıtımı uygulanması gerekmektedir. Zira, burada bulunan konut yapıları 75-85 dBA arası gece uçak gürültüsüne maruz kalmaktadırlar ve bu değerler insan sağlığı için gerekli olan ideal gürültü sınır değerlerinin çok ötesindedir. Tuzla ilçe sınırı içerisinde kalan ve Sabancı Üniversitesi kampüsünü de içine alan Orhanlı Mahallesi ile Aydınli, Mimar Sinan, Piyale Okulu, Şifa Mahallelerinde bulunan yapıların büyük ölçüde 50 dBA ve altındaki gürültü bölgelerinde konumlandıkları gözlenmekle birlikte çok az bir kısmının 50-60 dBA arasındaki uçak gürültüsüne maruz kaldığı elde edilen haritalara bakılarak söylenebilir.

Yapılan araştırmalar, toplanan veriler ve gürültü haritalama çalışmaları sonucunda elde edilen sonuçlara göre yapılan değerlendirmeler aşağıda verilmiştir:

- Yoğun hava trafiğine ev sahipliği yapan Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı, çevresinde bulunan yapılar için ciddi bir gürültü problemi oluşturmaktadır.
- Havalimanı çevresinde oldukça büyük bir alana yayılmış olan fabrikalar ve şehrin ana arterlerinden olan karayolları da hesaba katılarak stratejik gürültü haritaları oluşturulmalıdır.
- Havalimanı gibi ciddi gürültü üreten ses kaynağı yapıları inşa edilmeden önce gürültü çalışmaları yapılmalı, çevre sakinleri için en uygun noktaya konumlandırılmalıdır.
- Bölge, yeni yerleşimlere açık bir alan olduğu için arazi kullanım planlamasında gürültü tahminleri göz önünde bulundurulmalıdır. Yönetmelikte, gündüz, akşam ve gece için belirlenen sınır değerlerini aşan bölgelerde kesinlikle yapılaşma izni verilmemelidir. Yönetmelikte verildiği gibi yalıtım uygulaması yapılmalıdır.
- Hali hazırda kullanılan Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı için çevre sakinlerinin gürültüye en hassas olduğu gece saatleri içerisindeki uçuş saatlerinde düzenlemeler yapılmalıdır.
- Özellikle pist çevresine yakın konumlanmış yapılarda bulunan sakinlerin gürültüden etkilenmesini önlemek için pist çevrelerine bariyer vb. engel uygulamaları yapılmalı, binaların yüksekliklerine dikkat edilmelidir. Binalarda yüksekliklerinin belirlenebilmesi için cephe gürültüsü çalışması yapılmalıdır.
- Yerel yönetimler, 'gürültü' konusuna olan hassasiyeti arttırmalı ve çözüm odaklı çalışmalar gerçekleştirmelidir.

## Kaynaklar

Çevre ve Orman Bakanlığı (2010) Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, Ankara.

Turkish Aerospace Industries, Inc. (2013) Sabiha Gökçen Havalimanı Uçuş Rota Bilgileri, Ankara.

URL 1 < [http://www.dhmi.gov.tr/haberler.aspx?HaberID=1440#.VOG\\_JPmsUto](http://www.dhmi.gov.tr/haberler.aspx?HaberID=1440#.VOG_JPmsUto)>, alındığı tarih: 25.03.2014.



# İzmir Aliğa Limanında Gemilerin Limanda Bekleme Süresi Boyunca Karbon Salımlarının Hesaplanması ve Bu Salımın Sistem Dinamikleri Yaklaşımıyla İncelenmesi

**Murat BAYRAKTAR\*, A. Güldem CERİT**

Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Tınaztepe Yerleşkesi 35160 Buca İZMİR

Tel: (232) 301 88 71

E-Posta: murat.bayraktar@deu.edu.tr\*, guldem.cerit@deu.edu.tr

## Öz

Bu bildiriye limanda bekleyen gemilerin bekleme süresi boyunca çevreye ne kadar karbon salımı yaptığı incelenmiş ve ayrıca bu salıma uygun bir sistem dinamiği modeli hazırlanmıştır. **Giriş-Amaç:** Bu çalışmada denizciliğin karbon salımına etkisi çerçevesinde İzmir Aliğa Limanında bulunan gemilerin çevreye ne kadar karbon salımı yaptığının hesaplanmasına yönelik bir model önerisinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. **Gereç-Yöntem:** Çalışma sistem dinamikleri yaklaşımı kapsamında kullanılan “Vensim®” yazılımı yardımıyla yapılmıştır. Öncelikle karbon salımı için uygun bir sistem Vensim® programında hazırlanmıştır. Bu sistemde karbon salımını etkileyecek her farklı etken değerlendirilmiş ve bu sistem İzmir Aliğa Limanına indirgenecek şekilde düzenlenmiştir. Daha sonra genel bir öngörü sağlanması ve oluşturulan sistemin doğruluğunun test edilmesi açısından Türkiye İstatistik Kurumunca açıklanan Türkiye genelinde var olan karbon salımları değerleri sisteme eklenmiştir. **Bulgular:** Bu aşamalardan sonra Aliğa Limanına giriş yapan gemilerin bekleme süresi ve bu bekleme süresi boyunca jeneratörlerinin, gemi makinelerinin karbon salımları hesaplanarak sisteme girilmiştir. Jeneratörlerin ve makinelerin katalogları incelenerek çevreye ne kadar karbon salımı yaptıkları tespit edilmiştir. **Sonuç:** Bu sistem yaklaşımı ile bölgedeki karbon salımı miktarı hesaplanmış ve gelecek yıllarda İzmir Aliğa Limanında karbon salımı miktarının limanda bulunan gemi sayısına göre nasıl değişebileceği hakkında bir öngörü yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** İzmir Aliğa Limanı, Sistem dinamikleri, Karbon Salımı

## Giriş

Türkiye’de ekonomik gelişme, artan nüfusun ihtiyaçları, dış ticaretteki büyüme ve bölgede yer alan dinamiklerle birlikte genel olarak ulaştırma ve özel olarak da deniz ulaştırması sektörleri büyümekte, genel olarak araç ve özel olarak da gemi trafiği yoğunluğu artmaktadır. Hizmetteki gemilerin ürünlerini sağlıklı bir şekilde ulaştırmak ve yeni yük alımı yapmak, ülkede liman ihtiyacını doğurmuştur. Türkiye’de bu ihtiyacı gidermek için birçok liman inşası yapılmış ve İzmir Aliğa limanı bunların en önemlilerinden biri haline gelmiştir. Bu limana yıl içinde birçok gemi gelmekte ve belli bir süre bu limanda bekleme yapmaktadır. Bu gemilerin bekleme süreleri yük boşaltma, yük alma ya da bakım onarım sürelerine bağlı olarak değişmektedir. Bu süreler boyunca gemilerin ana makinelerinden ve yardımcı makinelerinden karbon salımı meydana gelmektedir. Gemi sayısındaki hızlı artış, karbon salım miktarını önemli ölçüde artırmaktadır. Küresel ısınmanın belli bir ölçüde de yavaşlatılması için, yeni inşa edilen gemilerde makine gücünün yanı sıra çevreyle barışık olması da önemli bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

Karbon salımının en büyük etkisi, dünyanın ortalama sıcaklığını normal seviyelerinin üstüne çıkarmasıdır. Bu yüzden dünyanın varlığı devam ettirebilmesi için, kontrol altına alınması

gereken en önemli ölçüttür. Her bir uzman kendi alanında karbon salımını etkileyen faktörleri belirlemekte ve bunları azaltıcı yönde çalışmalar yapmaktadır. Bu çalışmada Ege Bölgesinin önemli limanlarından birisi olan Aliğa Limanında bekleyen gemilerin çevreye karbon salımlarını araştırmak amacıyla uygun bir sistem dinamiği modeli hazırlamış ve bir analiz gerçekleştirilmiştir.

## Literatür Taraması

Enerji sektörü, ülkelerin ilerleme politikaları içinde hayati önem taşıyan stratejik bir alan niteliğindedir. Enerjiye olan ihtiyacın sürekli arttığı, ancak kaynakların giderek azaldığı bir ortamda, enerji kaynaklarının daha etkin bir şekilde kullanılması önem kazanmaktadır. Enerji verimliliği kavramı, enerjinin üretim ve tüketimi anlamında yapılan çalışmaların tümünü içerir. Bu çalışmalar en az kaynak kullanımıyla en fazla enerji üretmeyi ve aynı miktar enerji kullanılarak daha fazla üretim gerçekleştirmeyi amaçlar (Narin ve Akdemir, 2006).

Enerji verimliliğindeki tüm gelişmelere rağmen 2050 yılında küresel enerji talebinin bugünkünün 2 katı olması beklenmektedir. Bu küresel nüfus artışı ve ekonomik büyümenin, süregelen kentleşmenin olduğu kadar hareketlilik ve enerjiye bağlı hizmetlere olan talep artışının kaçınılmaz sonucudur. Bu süre zarfında eğer küresel ısınma 2°C'nin altında tutulmak isteniyorsa küresel sera gazı emisyonlarının yarıya düşürülmesi gerekmektedir (WEC, 2013).

Enerji üretimine yatırım yapan ülkelerin karbon salım miktarları yatırımlarıyla doğru orantılı olarak artmaktadır. Karbon salımı dünya için önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Bu konu hakkında çeşitli ülkeler birçok istatistiksel veri hazırlamakta ve bunları kamuoyuna sunmaktadır. Bu çalışmaların en önemlilerinden birisi de Hollanda'da çevresel istatistikleri değerlendirme grubunun 2013 yılında yayınladığı rapordur. Bu raporda dünyanın önemli ülkelerinin 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 ve 2012 yıllarında çevreye ne kadar salım yaptığını göstermektedir (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2013).

Tablo1'de 1990 yılında ABD'nin karbon salımında en önemli payı oluşturduğu görülmektedir. İlerleyen yıllarda Çin karbon salımında etkisini artırıp 2010 yılından sonra ABD'nin önüne geçmiştir. Avrupa birliği ülkelerinde ve Rusya'da 1990 ve 2012 yıllarında çok büyük değişim olmamakta ve var olan küçük değişiklikler ise karbon salımını azaltıcı yöndedir.

Tablo 1 Dünyadaki Gelişmiş Ülkelerin Belirli Yıllarda Karbon Salımı

Milyarton Co2	1990	1995	2000	2005	2010	2012
<b>ABD</b>	4.99	5.26	5.87	5.94	5.5	5.19
<b>Almanya</b>	1.02	0.92	0.87	0.85	0.82	0.81
<b>İngiltere</b>	0.59	0.56	0.55	0.55	0.51	0.49
<b>Çin</b>	2,51	3,52	3,56	5,85	8,74	9,86
<b>Rusya</b>	2,44	1,75	1,66	1,72	1,71	1,77
<b>Toplam</b>	22.7	23.6	25.4	29.3	33	34.5

Kaynak: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2013.

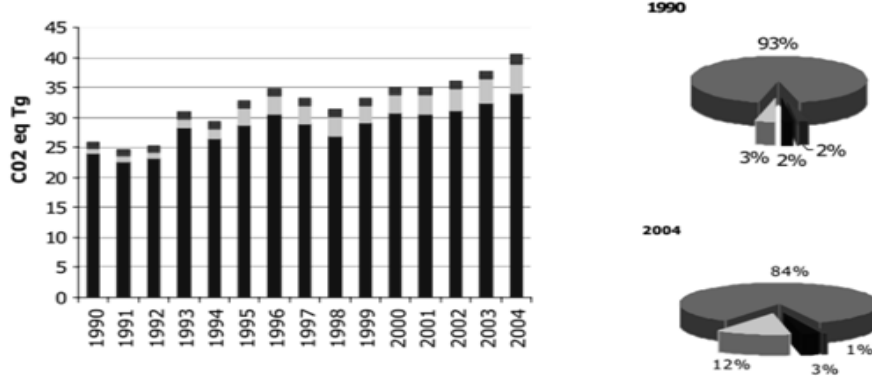
Tablo2'de görüldüğü gibi TÜİK Türkiye için karbon salım miktarlarını gösteren bir rapor yayınlamıştır. Bu rapora göre 1990 ve 2011 yılları arasındaki süreçte Türkiye karbon salımında artan bir eğilim göstermiştir. Türkiye karbon salımında büyük bir artış olmasına rağmen diğer büyük devletlerle kıyaslayınca karbon salım miktarı oldukça azdır (TÜİK, 2012).

Tablo 2 Türkiye'de Belirli Yıllarda Karbon Salımını

Milyonton CO <sub>2</sub>	1990	1995	2000	2005	2010	2011
<b>Türkiye</b>	188.43	238.82	298.21	330.98	402.1	422.42

Kaynak: TÜİK, 2012.

Şekil 1’de 1990 ve 2004 yılları arasında ulaştırma sektörünün karbon salımında ki dağılımı gösterilmiştir. Bu şekle göre karayolu ulaşımı karbon salımının büyük bir parçasını oluşturmaktadır. Denizcilik sektörü ise karbon salımında 1990 yılında %2 ve 2004 yılında ise %3 lük bir pay oluşturmuştur (TÜİK, 2006).

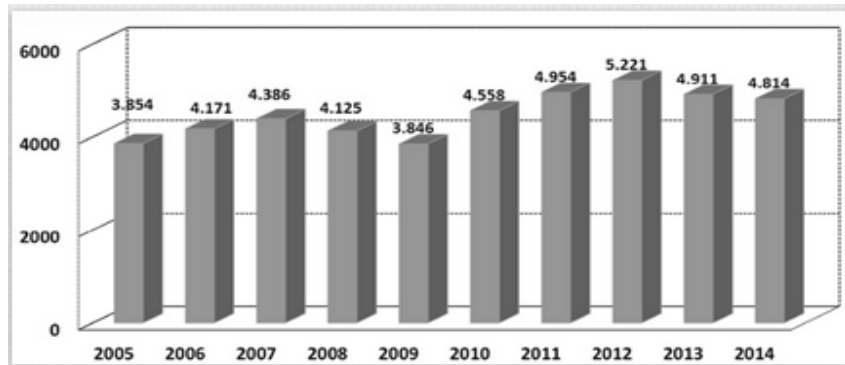


Şekil 1 Türkiye’de Belirli Yıllarda Ulaştırma Sektörünün Karbon Salımı Dağılımı  
Kaynak: TÜİK, 2006.

Bugünün uluslararası deniz işletmeciliğinde, petrol türevi ağır yakıtlar (HFO-Heavy Fuel Oil) gemi sevk sistemlerinde ana enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca damıtılmış deniz dizel yakıtları (MDO -Marine Diesel Oil-/ MGO –Marine Gas Oil-) yardımcı dizel makineler için ve liman operasyonları sırasında kullanılmaktadır (IEA, 2013).

Bu yakıtlara ek olarak son zamanlarda gemilerde biyodizel yakıt kullanımına ilişkin çalışmalar da yapılmaktadır. Bu çalışmalarda biyodizel yakıtın karbon salımının diğer yakıtlara göre daha az olduğu saptanarak biyodizelin maliyet ve lojistik açıdan kullanımı incelenmektedir (Nuran, 2014).

Türkiye’de denizciliğe verilen önemin artmasıyla beraber, Türkiye’de bulunan limanlarda farklı hizmetlerde birçok gemi bulunmaktadır. Şekil 2’de görüldüğü gibi bu limanların başlıcaları arasında yer alan Aliağa Limanında bir yıllık süre içinde 14 farklı terminaline toplamda binlerce gemi giriş-çıkış yapmaktadır. Şekil 2’de 2005 ve 2014 yılları arasında hangi yılda ne kadar gemi bulunduğu gösterilmiştir. Bu yıllar arasında gemi sayısında çok büyük dalgalanmalar olmamasına rağmen en fazla gemi sayısına 2012 yılında ulaşılmıştır (Aliağa Liman Başkanlığı, 2015).



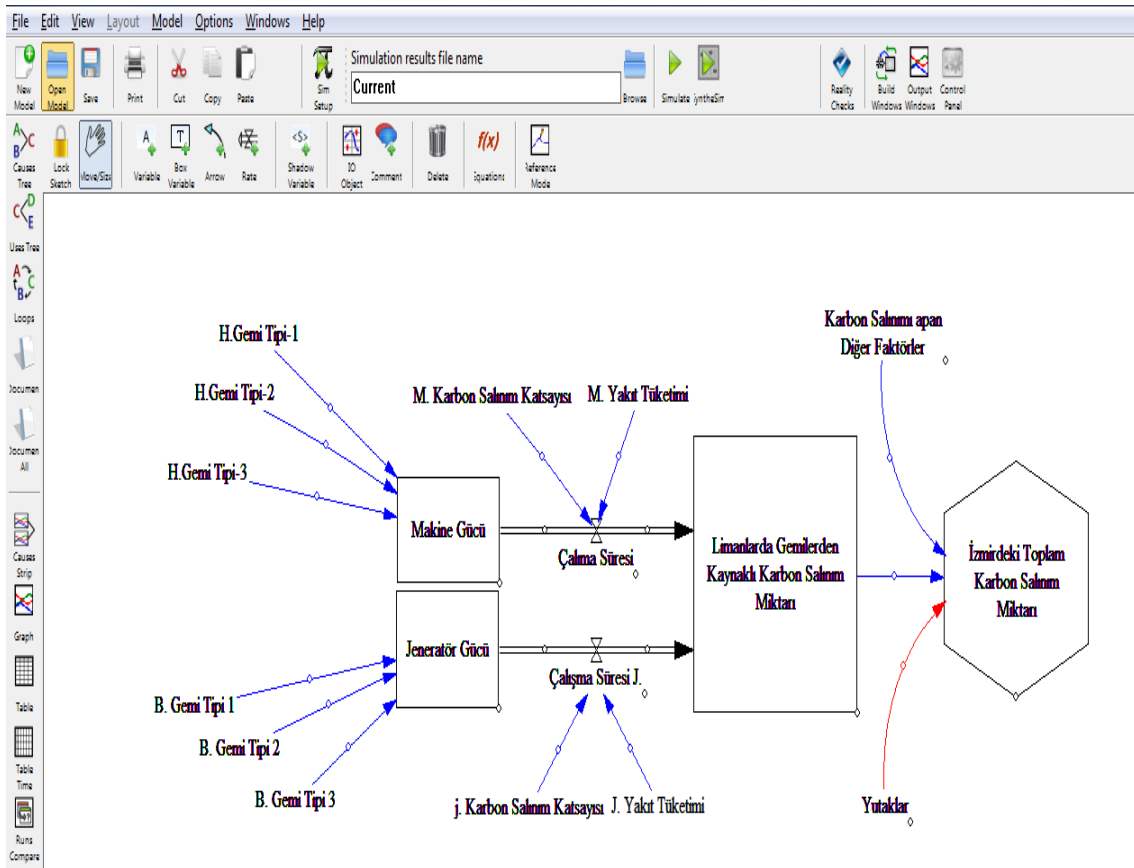
Şekil 2 Gemi Hareketleri (Adet/Yıl)  
Kaynak: Aliağa Liman Başkanlığı, 2015.

## Metot

Bu araştırmada sistem dinamikleri yaklaşımı uygulanmıştır. Sistem dinamikleri çok ciddi yönetim problemlerinde yardım oluşturan bir yaklaşımdır. Sistem dinamikleri şirket stratejilerinden insanların bağışıklık sistemlerine kadar birçok konuyu ele almaktadır ve herhangi bir dinamik sistem için kullanılabilir. Her durum için kendine özgü bir sistem dinamiği modeli oluşturulur. Bu modellerin kullanılmasıyla sistemlerde oluşan değişiklikler kolaylıkla belirlenir ve en kısa sürede müdahale edilebilir. Bu sayede zaman ve maliyet açısından fayda sağlanır. Özetle bu yaklaşımın ana amacı daha büyük başarı sağlayan yönetim politikalarını ve organizasyon yapılarını oluşturmaktır (Sterman, 2000).

## Model ve Uygulama

Bu aşamada Aliağa Limanında gemilerden kaynaklı karbon salımını bulmak için uygun bir model oluşturulmaktadır. Uygun modelin oluşturulması için sistem yaklaşımı ve bu yöntemde geliştirilen Vensim® yazılımı kullanılmaktadır. Bu programda verilerin yerleştirebileceği çeşitli başlıklar eklenmiştir. Şekil 3'teki sistemde geminin makine gücünden faydalanarak ne kadar yakıt tükettiğini ve bu yakıt tketiciminin, limanda bekleme süresine bağlı olarak çevreye ne kadar salım yaptığı modellenmiştir.



Şekil 3 Aliağa Limanında Bekleyen Gemilerin Karbon Salımının Vensim® Yazılımı ile Modellenmesi

### Limanda Bekleyen Gemilerin Makine Kataloglarının İncelenmesi

Limanda bekleyen gemilerin IMO numarasından gemilerin ayrıntılı bilgisine erişilebilmektedir. Bu sayede geminin hangi marka ana makine ve jeneratör kullanıldığı



bilgisine ulaşılmaktadır. Ulaşılan makine ve jeneratör bilgilerin katalogları üretici firmadan tedarik edilmektedir. Bu kataloglarda farklı devir hızlarında makineden elde edilen güce göre yakıt ve yağ tüketimi verileri alınmaktadır.

Tablo 4'te MAN firmasının ürettiği S60MC-C8 model ana makinenin devir hızına bağlı olarak ürettiği güç gösterilmiştir. Ayrıca devir hızına bağlı oluşacak efektif basınç ve silindir sayısına göre üretilen güç değerleri belirtilmiştir (MAN, 2015).

Tablo 4 MAN B&W S60MC-C8 Model Gemi Ana Makinesi Güç ve Hız Değerleri

Yerleştirme Noktaları	Makine Devir Hızı (devir/dakika)	Ortalama Efektif Basınç (bar)	Güç(kw)			
			Silindir Sayısı			
			5	6	7	8
L1	105	20	11900	14280	16660	19040
L2	105	16	9500	11400	13300	15200
L3	89	20	10050	12060	14070	16080
L4	89	16	8050	9660	11270	12880

Kaynak: MAN B&W S60MC-C8 Makine Kataloğu, 2015.

Tablo 5'te aynı model ana makinenin özgül yakıt tüketim değerleri gösterilmiştir. Bu sayede farklı güç değerlerine göre saatlik yakıt tüketim değerleri hesaplanabilmektedir.

Tablo 5 MAN B&W S60MC-C8 Model Gemi Makine Yakıt ve Yağlama Yağı Tüketim Miktarı

Yükteki Yerleşim Noktası	Özgül Yakıt Tüketimi (g/kWh)				Makine Yağı Tüketimi		
	Yüksek Verimli Turboşarjla		Klasik Turboşarjla		Yaklaşık sistem yağı (g/kwh)	Silindir Yağı	
	100%	80%	100%	80%		Mekanik Silindir Yağlaması	MAN B&W Alpha Silindir Yağlaması
L1	170	167	172	169	0,15	1-1,5	0,7
L2	163	160	165	162			
L3	170	167	172	169			
L4	163	160	165	162			

Kaynak: MAN B&W S60MC-C8 Makine Kataloğu, 2015.

Tablo 6'da jeneratörlerin çalışma kapasitelerine ve güç değerlerine göre ortalama yakıt tüketimleri belirtilmiştir. Bu tablodan yararlanılarak gemideki jeneratörlerin güçlerine göre saatlik yakıt tüketimleri hesaplanabilmektedir.

Tablo 6. Jeneratör Kapasitesine göre ortalama yakıt tüketimi

Jeneratör Kapasitesi(kw)	%25(galon/saat)	%50(galon/saat)	%75(galon/saat)	%100(galon/saat)
40	1.6	2.3	3.2	4
75	2,4	3,4	4,6	6,1
150	3.6	5.9	8.4	10.9
250	5.7	9.5	13.6	18
600	13.2	22	31.5	42.8
750	16.3	27.4	39.3	53.4
1000	21.6	36.4	52.1	71.1

Kaynak: Diesel Service and Supply Inc., 2015.

Tablo 7’de IMO MEPC (Deniz Çevresini Koruma Komitesi) ‘nin verilerine göre yakılan yakıtın tipine bağlı olarak, doğaya ne kadar karbondioksit salımı yapıldığını göstermektedir.

Tablo 7 IMO MEPC (Deniz Çevresini Koruma Komitesi)’ne Göre Kullanılan Yakıtı Göre Ortalama Karbon Salım Oranları

Yakıt Tipi	Hidrokarbon Karbon Miktarı	Saflığı	Net Karbon Miktarı	Kg CO <sub>2</sub> /Yakıt (ton)
Gemi Dizel Yakıtı (MDO)	0,85	1%	0,842	3,09
Ağır Yakıt (HFO)	0,853	3,50%	0,825	3,02
LNG	0,75	0	-	2,75 (kg/tonne LNG)

Kaynak: IMO MEPC (Deniz Çevresini Koruma Komitesi), 2015

Aliğa Limanının 14 farklı terminaline gelen gemilerin isimleri, hangi bayraklı oldukları, IMO numaralarını, durumlarını ve diğer bilgilerini Aliğa Limanının web sayfasından görüntülenmektedir. Şekil 4’te iki önemli terminal olan Batıçim ve Ege Gübre’de bulunan gemilerin 27.04.2015 tarihindeki durumları liste şeklinde gösterilmiştir (Aliğa Liman Başkanlığı, 2015).

Gemii Adı	Bayrağı	IMO NO	Gelip Trh.	Yanağma Trh.	Tahmini Kalkış Trh.	Durum
* Batıçim						
URLA	MOLDOVYA	8642563	24.04.2015	27.04.2015	28.04.2015	Yanağmış Gemii
PEREGRINE	MARSHALL ADALARI	9228150	25.04.2015	25.04.2015	29.04.2015	Yanağmış Gemii
TUZLA	COOK ADALARI	7920364	26.04.2015	27.04.2015	28.04.2015	Yanağmış Gemii
ST.FILIP	KOMOROS	7928794	27.04.2015	27.04.2015	29.04.2015	Yanağmış Gemii
EVANA	PANAMA	8701911	27.04.2015			Beklenen Gemii
BURHAN DIZMAN 2	TÜRKİYE	8430325	28.04.2015			Beklenen Gemii
TAHA Y	SIERRA LEONE	8307947	29.04.2015			Beklenen Gemii
FEYZ AMBASSADOR	PANAMA	8917417	30.04.2015			Beklenen Gemii
SPAR DRAGO	NORVEÇ	9299355	30.04.2015			Beklenen Gemii
* Ege Gübre						
ZEYBEK		8213732	25.04.2015	25.04.2015	30.04.2015	Yanağmış Gemii
BOZOK	COOK IS.	8142546	25.04.2015			Demirde
TAYLAN KALKAVAN	TÜRKİYE	8006957	25.04.2015			Demirde

Şekil 4 Aliğa Limanında Bulunan Gemilerin Güncel Listesi (27.04.2015)

Kaynak: Aliğa Limanı Online Gemii Takip Sistemi, 2015

## Salım Hesabı

Tablo 8’de 3 farklı türden 18 gemii incelenmiştir. Bu gemilerin IMO numaralarına bakılarak gemilerin ana makine ve jeneratör değerleri bulunmuştur.

Tablo 8 Limandaki Gemilerin Ana Makine ve Jeneratör Güçleri

Klas Numarası	IMO Numarası	İsim	Tip	Ana Makine(kw)	Jeneratör(kw)
9733012	9127459	ALLEGRI	Konteyner	9668	3*560
7165547	9366445	ASIATIC CLOUD	Konteyner	10500	3*570
9217605	9415959	BERNARD A	Konteyner	13280	4*740
9165554	9366512	BERRA K	Konteyner	10500	3*570
2112373	9260536	BURAK BAYRAKTAR	Konteyner	5920	3*500
9234868	8820016	CLARA MÆRSK	Konteyner	10623.04	3*1250
9733011	9126766	CORELLI	Konteyner	9698	3*560
4187724	9297577	KARLA A	Konteyner	11060	4*740
6147141	9319117	YM INTELLIGENT	Konteyner	15805	3*1200
5136643	9289154	BURGOS	Kimyasal Tanker	8561	3*760
14260653	9689146	HIGH FIDELITY	Kimyasal Tanker	7180	3*850
3113486	9260081	MOUNT OLYMPUS	Kimyasal Tanker	7980	3*600
3112435	9246463	PORT STANLEY	Kimyasal Tanker	8580	3*740
141008	9215103	TORM CECILIE	Kimyasal Tanker	8288.06	3*740
8302127	8304983	ARMADA 4	Römorkör	1044.4	3*150+40
8172868	9466685	BES PIONEER	Römorkör	1920	3*245
9529666	9127215	JACKIE B	Römorkör	1454.7	2*75

Kaynak: ABS Vessel Record, 2015.

Tablo 8’de klas numaraları verilen gemilerin 1 saat boyunca Aliğa Limanı içinde ana makinelerin çalışması durumunda ortalama karbon salımları tablo 4, 5 ve 6’dan faydalanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Toplam Ana Makine Gücü (Kw)  $\approx$ 142000 kw (Tablo 8).

Ortalama Yakıt Tüketimleri  $\approx$ 165 g/kwh (Tablo 5).

Tüm Makinelerin Çalışması Durumunda 1 Saat İçinde Toplam Yakıt Kullanımı  $\approx$ 23450kg  $\approx$ 23,5 ton

Harcanan Yakıt Miktarına Göre Karbon Salımı 18 gemi için 23 ton yakıt yanması  $\approx$ 70 kg karbon salımı ortaya çıkmaktadır (Tablo 7).

Tablo 8’de limanda bekleyen gemilerin kullandıkları jeneratörlerin güç değerleri belirtilmektedir.

Tablo 8’deki değerler kullanılarak ve jeneratörlerin %50 kapasiteyle çalıştığı kabul edilerek aşağıdaki hesaplamalar yapılmıştır.

Jeneratörler için Toplam Güç (Kw) için yakıt miktarı  $\approx$  1000 galon (1 galon=4,54609 litre) Toplamda jeneratörlerin yakıt harcama miktarı  $\approx$ 4600kg  $\approx$ 4,6 ton (Tablo 6).

Harcanan yakıt miktarına göre karbon salımı 4,6 ton yakıt yanması  $\approx$ 13 kg karbon salımı ortaya çıkmaktadır (Tablo 7).

## Sonuç

Literatür taramasında dünyanın sanayi alanında önde gelen ülkelerinin karbon salımları gösterilmiş ve Türkiye'nin karbon salımındaki konumu görülmüştür. Araştırma çerçevesinde hizmetteki gemiler belirlenmiş ve bunların makine katalogları incelenip çevreye ne kadar karbon salımı yaptıkları gösterilmiştir. Bu verilerden yola çıkılarak uygun bir model Aliğa limanı için uyarlanmıştır.

Aliğa limandan alınan verilere göre yıllık ortalama 4000 gemi Aliğa limanına uğramaktadır. Aynı zamanda 27.04.2015 tarihinde alınan güncel bilgilere göre Aliğa Limanında 90 adet gemi bulunmaktadır. Uygulanan metodun sonucunda 18 geminin, 1 saat içinde çalışması durumunda  $70+13 \approx 83$  kg karbon salımı yaptığı tespit edilmiştir. Yapılan modelden faydalanılarak Aliğa limanı için yıllık ortalama karbondioksit salım miktarı  $\approx 25$  ton'dur. Denizcilik sektörünün karbondioksit salımına etkisi yaklaşık olarak 1,2 milyon ton'dur. Bu bulgular ile Aliğa limanının Türkiye'deki karbon salımına etkisinin saptanması amacıyla bir yaklaşım gerçekleştirilmektedir. Sonuç olarak limanlarda bulunan gemilerin bir yıl içinde karbon salımına önemli ölçüde etki ettiği görülmektedir.

## Kaynaklar

- ABS Vessel Record.(2015) [www.eagle.org/safenet/record/record\\_vesselsearch](http://www.eagle.org/safenet/record/record_vesselsearch)
- Aliğa Liman Başkanlığı.(2015) [www.aliagadenizcilik.gov.tr/haber\\_detay.aspx?id=36](http://www.aliagadenizcilik.gov.tr/haber_detay.aspx?id=36)
- Diesel Service & Supply Company.(2015)  
[www.dieselserviceandsupply.com/temp/fuel\\_consumption\\_chart.pdf](http://www.dieselserviceandsupply.com/temp/fuel_consumption_chart.pdf)
- IEA (International Energy Agency). (2012) World Energy Outlook. A.B.D.
- IMO MEPC.(2015) Deniz Çevresini Koruma Komitesi Karbon Emisyonu Raporu
- Sterman, J. D. (2000) Business Dynamics Thinking and Modeling for a Complex World, Massachusetts Institute of Technology, U.S.
- MAN Marine Engine.(2015)  
[www.mandieselturbo.com/download/project\\_guides\\_tier2/printed/s60mcc8.pdf](http://www.mandieselturbo.com/download/project_guides_tier2/printed/s60mcc8.pdf)
- Nuran, M.(2014) Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Ekonomisi: Alternatif Enerji Kaynakları İçin Karşılaştırmalı Maliyet Analizi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Narin, M., Akdemir S. (2006) Enerji Verimliliği ve Türkiye, Türkiye Ekonomik Kurumu.
- PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.(2013)  
[http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news\\_docs/pbl-2013-trends-in-global-co2-emissions-2013-report-1148.pdf](http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news_docs/pbl-2013-trends-in-global-co2-emissions-2013-report-1148.pdf)
- TÜİK.( 2012, 2006) Seragazi Emisyonları Raporu, Türkiye
- W.E.C. (World Energy Comitee).(2013) World Energy Issues Monitor Report. A.B.D.

# Sinyalize Kavşaklarda Sürücü Davranışlarına Bağlı Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi

**Serhan TANYEL,**  
D.E.Ü.  
Mühendislik Fakültesi  
İnşaat Mühendisliği Böl.  
İZMİR  
Tel: (232) 301 70 18  
E-Posta:  
serhan.tanyel@deu.edu.tr

**S. Pelin ÇALIŞKANELLİ**  
D.E.Ü.  
Mühendislik Fakültesi  
İnşaat Mühendisliği Böl.  
İZMİR  
Tel: (232) 301 70 02  
E-Posta:  
pelin.caliskanelli@deu.edu.tr

## Öz

Çalışmada, İzmir kent merkezi özelinde, farklı sürücü davranışlarının çevre kirliliği üzerindeki etkileri incelenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, 4'ü kadın 15 sürücüye ait araçlara JANUS video kamera ve GPS cihazı yerleştirilmiş; en az 15 günlük veriler incelenerek sürücülerin sinyalize kavşaklardaki hareketleri incelenmiştir. Elde edilen veriler SIDRA TRIP 1.1 programına aktarılarak, sürücülere ait hızlanma ve yavaşlama ivmeleri belirlenmiş; hızlanma ve yavaşlama ivmelerinden yararlanarak, hızlanma ve yavaşlama sürücü parametreleri hesaplanmıştır. Yine SIDRA TRIP 1.1 programında hazırlanan bir senaryo ile hızlanma ve yavaşlama parametreleri belirlenmiş olan sürücülerin aynı koşullar altında harcadıkları yakıt ve sürücü davranış farklılıklarından kaynaklanan çevresel etkiler belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın sonucunda, SIDRA TRIP 1.1 programında tanımlanan sürücü profilleri (yavaş, normal, saldırgan v.b.) kullanılarak; saldırgan sürücülerin çevreyi daha fazla kirllettikleri sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar sözcükler:** sürücü davranışları, sinyalize kavşaklar, yavaşlama ivmesi, hızlanma ivmesi, çevresel etkiler

## Giriş

Trafiğin en önemli bileşeni hiç kuşkusuz insandır. İnsan davranışı ile ilgili bilgilerin sayısallaştırılması ve trafik mühendisliğinde kullanılan analitik modellere aktarılabilmesi oldukça zor ve bir o kadar karmaşık bir işlemdir. Son yıllarda özellikle sinyalize kavşakların kapasite ve başarımını araştıran çalışmalarda; kavşak tasarımının yanı sıra sürücü davranışları da incelenmeye çalışılmaktadır. Yapılan araştırmalar, sürücü özelliklerinin (yaş, cinsiyet, öğrenim durumu v.b.) kavşak/yol kapasitesi ve trafik kazalarında büyük önem taşıdığını göstermiştir (Özkan ve Lajunen, 2005; Özkan v.d., 2006).

Trafik psikolojisi alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde; sürücü davranışlarının "sürücülük becerisi" ve "sürücülük stili" olarak iki farklı başlık altında incelenebildiği görülmüştür. Sürücülük becerisi, kişilerin bilişsel ve psikomotor yetenekleri bakımından ne derece araç kullanmaya uygun olduğunu belirtmektedir. Sürücülük stili ise kişilerin sahip oldukları yetenekleri araç kullanırken nasıl ifade ettikleriyle ilişkidir ve sürücü davranışları,

tutumları, kişilik özellikleri bu başlık altında ele alınmaktadır. Ülkemizde yapılan bir çalışmada sürücülük becerisi yüksek olan ancak hız ihlali yapma, yeterli takip mesafesi bırakmama gibi davranışları nedeniyle güvenli sürücülük becerilerine sahip olmayan sürücülerin daha fazla kaza yaptıkları ve ceza aldıkları bulunmuştur (Sümer ve Özkan, 2002). Başka bir çalışmada ise hız ihlali nedeniyle ehliyeti alınmış sürücülerin, alkol nedeniyle alınmış sürücülere oranla bilişsel ve psiko-motor testlerde daha başarılı oldukları belirlenmiştir. Bu bulgular sürücülerin hız davranışlarının altında bilişsel ve motor yetersizliklerden çok kişilik özelliklerinin, trafik kurallarına ilişkin tutum ve inançlarının yattığını düşündürmektedir (Amado, v.d., 2004). Bahsedilen araştırma ve bulgular, trafikte insan unsurunu değerlendirirken, sürüş sırasında etkili olan sürücü davranışı, trafik kurallarına ilişkin tutumlar ile kişilik özelliklerinin de ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, bir sinyalizasyon sisteminin başarısının; sistemi kullanan sürücü ve yayaların davranış özelliklerinin doğru bir şekilde tanımlanmasına; buna bağlı olarak trafik yönetim ve kavşak tasarım ilkelerinin belirlenmesine; bu ilkeler doğrultusunda sürücü/yayaların bilgilendirilmesine ve bu bilgiler ışığında doğru kullanmasının denetlenmesine bağlı olduğu söylenebilir.

Çalışmada, İzmir kent merkezi özelinde, farklı sürücü davranışlarının trafik kaynaklı çevre kirliliği üzerindeki etkileri incelenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, 4'ü kadın 15 sürücüye ait araçlara, JANUS video kamera ve GPS cihazı yerleştirilmiş; cihazlardan en az 15 günlük veri toplanarak sürücülerin sinyalizasyon kavşaklardaki davranışları incelenmiştir. Elde edilen veriler SIDRA TRIP 1.1 programına aktarılarak, sürücülere ait hızlanma ve yavaşlama ivmeleri belirlenmiştir. Elde edilen hızlanma ve yavaşlama ivmelerine bağlı olarak hesaplanan hızlanma ve yavaşlama kalibrasyon parametreleri oluşturulan senaryo ortamına aktarılmıştır. Böylece aynı trafik koşulları altında farklı özellikteki sürücülere ait kavşaktan geçiş hareketlerinin yakıt tüketimi ve çevresel etkileri incelenmeye çalışılmıştır.

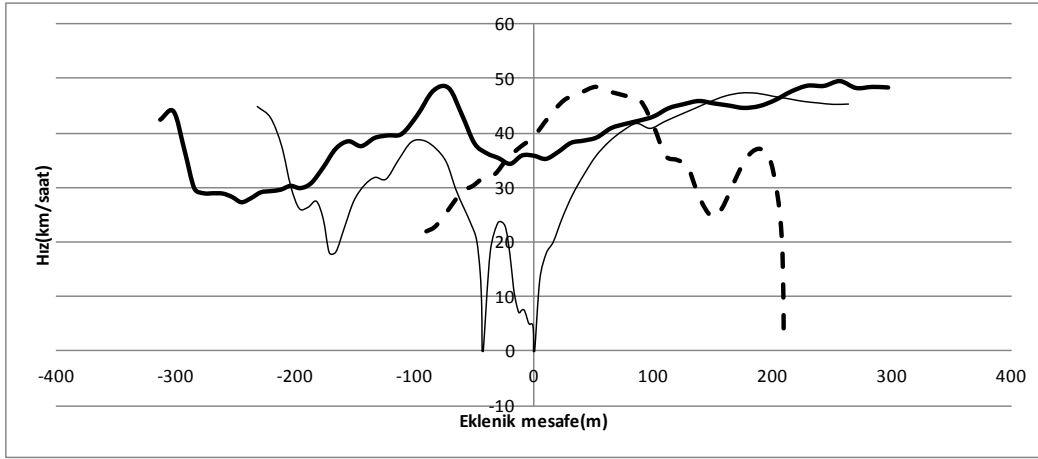
## **Verilerin Elde Edilmesi**

Çalışma kapsamında 23-66 yaş aralığında kendi aracı olan ya da kendisi adına atanan bir aracı kullanan, en az 1 yıl boyunca haftada en az 2 kere kendi aracı ile yolculuk yapmış ve/veya en az 5000 km araç kullanmış gönüllü sürücülerin trafikteki hareketleri araç içine takılan kamera aracılığıyla kaydedilmiştir. Çalışmada 15 gönüllü sürücüye ait veriler analizlerde kullanılmıştır. Ayrıca uygulanan bir anket yardımıyla yaş, eğitim durumu meslek, gelir ve cinsiyet gibi bilgilerde deneklerden toplanmıştır.

Gönüllü sürücülere ait trafik davranışlarının kaydedilebilmesi ve GPS verilerinin toplanabilmesi için Janus V2 araç içi kameralarından yararlanılmıştır. Kameradan, araç içi ve araç dışı görüntü ve ses kaydı yapılabilmekte ayrıca GPS özelliği ile aracın güzergahı belirlenebilmektedir. (Şekil 1). Bir yazılım yardımı ile kameraya ait JDF formatından TXT formatına getirilen veriler, Microsoft EXCEL programına aktarılarak hız ve koordinatlara bağlı noktalar arası mesafe, süre ve ivme değerleri hesaplanmıştır. Hesaplardan elde edilen veriler kullanılarak gönüllü sürücüler için Hız-mesafe grafikleri elde edilebilmiştir (Şekil 2).



Şekil 1 JANUS V2 kamerasına ait programın genel görünümü



Şekil 2 Gönüllü Sürücü 1'in aynı kavşaktan üç ayrı geçişine ait hız-mesafe grafikleri

Şekil 2'de aynı sürücünün farklı tarihlerde ve farklı trafik koşulları altında aynı sinyalden geçiş hareketine bağlı hız ve mesafe verileri görülmektedir. Değişik araç türleri veya markaları, boyutları, ağırlıkları, motor güçleri gibi etkenler sebebiyle farklı hızlanma ve yavaşlama ivmelerine sahip olabilirler. Bu durum özellikle otobüs, kamyon gibi ağır araçlarla, otomobiller arasında belirgindir. Yolun eğimi gibi bazı parametrelerin de hızlanma ve yavaşlama ivmesinde etkili olduğu bilinmekle birlikte sürücü özelliği de önemli bir etkidir. Yapılan çalışmalar, genellikle sürücülerin yavaşlama ivme değerlerinin, hızlanma ivme değerlerinden yüksek olduğunu göstermiştir. Tablo 1'de yavaşlama, Tablo 2'de ise hızlanma ivmeleri üzerine yapılmış olan çalışmaların birer özeti sunulmaktadır.

Tablo 1 Yavaşlama ivmesi değerleri

Yazar	Yıl	Değer
ITE (Trafik Mühendisliği El Kitabı)	2009	3,0 m/sn <sup>2</sup>
Gazis v.d.	1960	4,9 m/sn <sup>2</sup>
Williams	1977	2,95 m/sn <sup>2</sup>
Parsonson ve Santiago	1980	3,0 m/sn <sup>2</sup>
Wortman ve Matthias	1983	2,1~4,2 m/sn <sup>2</sup>
Chang v.d.	1985	2,9 m/sn <sup>2</sup>
Ihab v.d.	2007	3,27 m/sn <sup>2</sup>

**Tablo 2** Hızlanma ivmesi değerleri

Yazar	Yıl	Değer
ITE (Trafik Mühendisliği El Kitabı)	2009	1,48 m/sn <sup>2</sup>
NCHRP Report 383	2008	1,5 m/sn <sup>2</sup>
Long	2000	1,45 m/sn <sup>2</sup>
Bham ve Benekohal	2001	1,43~0,83 m/sn <sup>2</sup>

Çalışma kapsamında elde edilmiş gönüllü sürücülere ait konum verileri (GPS verileri), SIDRA TRIP 1.1 programına aktararak değerlendirilmiştir. SIDRA TRIP 1.1, GPS verilerini kullanarak araç yolculuk gezi değerlendirmesi için geliştirilmiş bir bilgisayar programıdır. Akçelik (2011) SIDRA TRIP 1.1 programında sürücülere saldırganlık derecelerine göre beş sınıfa ayırmış ve her bir sürücü tipi için farklı sürücü hızlanma ve yavaşlama ölçeklendirme parametreleri önermiştir (Tablo 3). Akçelik ve Besley (2000), hızlanma ve yavaşlama ivmelerine ait değerlerin hesaplanabilmesi için aşağıdaki bağıntıları önermişlerdir:

$$a_{hızlanma} = f_a [p_1 + p_2 \sqrt{v_f - v_i} - p_3 v_i] / 3,6 \quad (1)$$

$$a_{yavaşlama} = f_d [p_1 + p_2 \sqrt{v_i - v_f} - p_3 v_f] / 3,6 \quad (2)$$

Bağıntılarda,  $a_{hızlanma}$ , hızlanma ivmesini (m/san<sup>2</sup>),  $a_{yavaşlama}$ , yavaşlama ivmesini (m/san<sup>2</sup>),  $v_f$ , aracın son hızını (km/saat),  $v_i$ , aracın ilk hızını (km/saat),  $f_a$ , hızlanma ivmesi ölçeklendirme katsayısını,  $f_d$ , yavaşlama ivmesi ölçeklendirme katsayısını ifade etmektedir.  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$  bağıntı katsayıları olup, aldıkları değerler Tablo 4'te gösterilmiştir.

Çalışma kapsamında, on beş deneğe ait JANUS verilerinden yararlanarak; her bir deneğe ait sürücü ölçeklendirme katsayılarının elde edilmesi hedeflenmiştir. JDF Dönüştürücü Yazılımı kullanılarak, sürücülerin JANUS kayıtlarından geçtikleri her bir sinyalizasyon kavşağına ait hız ve koordinat verileri elde edilerek SIDRA Trip programına aktarılmıştır.

**Tablo 3** SIDRA TRIP 1.1' de önerilmiş olan sürücü ölçeklendirme parametreleri (Akçelik, 2011)

Sürücü tipi	Hızlanma ivmesi kalibrasyon parametresi	Yavaşlama ivmesi kalibrasyon parametresi
Çok yavaş	1,40	1,40
Yavaş	1,60	1,60
Normal	1,80	1,80
Saldırgan	2,00	2,00
Çok saldırgan	2,20	2,20

**Tablo 4**  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$  bağıntı katsayıları

	P1	P2	P3
Hızlanma İvmesi	2,08	0,127	0,005
Yavaşlama İvmesi	1,71	0,236	0,003

SIDRA TRIP 1.1 programının çıktıları kullanılarak her bir sürücüye ait yolculuk süresi, yolculuk gecikmesi (trip delay), en yüksek hızlanma ve yavaşlama ivmeleri, ortalama seyahat hızları gibi veriler bir tablo haline dönüştürülmüştür. (1) ve (2) bağıntıları kullanılarak, sürücülerin yolculuklarından elde edilmiş olan hızlanma ve yavaşlama ivmeleri kullanılarak yolculuklara ait " $f_a$  ve  $f_d$ " değerleri hesaplanmıştır. Bu değerlerin ortalaması alınarak, sürücülere ait ölçeklendirme parametreleri elde edilebilmiştir. Çalışma kapsamında incelenen sürücülere ait ölçeklendirme parametreleri Tablo 5'te sunulmuştur.



**Tablo 5** Gönüllü sürücülere ait ölçeklendirme katsayıları

Ölçeklendirme Katsayıları		
Denek No	Hızlanma ( $f_a$ )	Yavaşlama ( $f_d$ )
1	2,38	2,07
2	2,80	2,48
3	2,15	2,52
4	2,87	2,90
5	2,44	1,91
6	2,13	2,06
7	1,89	1,21
8	1,80	1,28
9	1,85	1,57
10	2,10	1,34
11	2,11	2,06
12	1,31	0,98
13	1,72	1,34
14	1,73	2,31
15	2,10	2,37

Tablo incelendiğinde dikkati çeken en önemli husus, sürücülerin genelinin hızlanma ölçeklendirme katsayılarının, yavaşlama ölçeklendirme katsayılarından daha yüksek olduğudur. Bu bulgular, Tablo 1 ve 2'de verilen farklı ülkede ve araştırmacılar tarafından elde edilen sonuçlardan farklıdır.

Dikkati çeken diğer bir husussa, gönüllü sürücülerin sergilediği davranış biçimlerindeki farklılıklardır. Örneğin hızlanma parametreleri göz önüne alındığında 12 numaralı Gönüllü Sürücünün “Çok Yavaş” sürücü standart değerlerinin altında kaldığı, 8, 13, 14 numaralı Gönüllü Sürücülerin “Yavaş” sürücü davranışı, 7, 9 numaralı Gönüllü Sürücülerin “Normal” sürücü davranışı, 3, 6, 10, 11, 15 numaralı Gönüllü Sürücülerin ise “Saldırgan” sürücü davranışı gösterdiği görülmüştür. Bunun yanı sıra 1, 2, 4, 5 numaralı Gönüllü Sürücülerin “Çok Saldırgan” sürücü standart değerinin üstüne çıktığı görülmüştür.

Yavaşlama parametreleri göz önüne alındığında ise 7, 8, 10, 12, 13 numaralı Gönüllü Sürücülerin “Çok Yavaş” sürücü standart değerinin altında kaldığı, diğer Gönüllü Sürücüler incelendiğinde 9 numaralı Gönüllü Sürücünün “Çok Yavaş” sürücü davranışı, 5 numaralı Gönüllü Sürücünün “Normal” sürücü davranışı gösterdiği 1, 6, 11 numaralı Gönüllü Sürücülerin “Saldırgan” sürücü davranışı gösterdiği görülmüştür. Bunun yanı sıra 2, 3, 4, 14, 15 numaralı Gönüllü Sürücülerin “Çok Saldırgan” sürücü standart değerinin üstüne çıktığı görülmüştür.

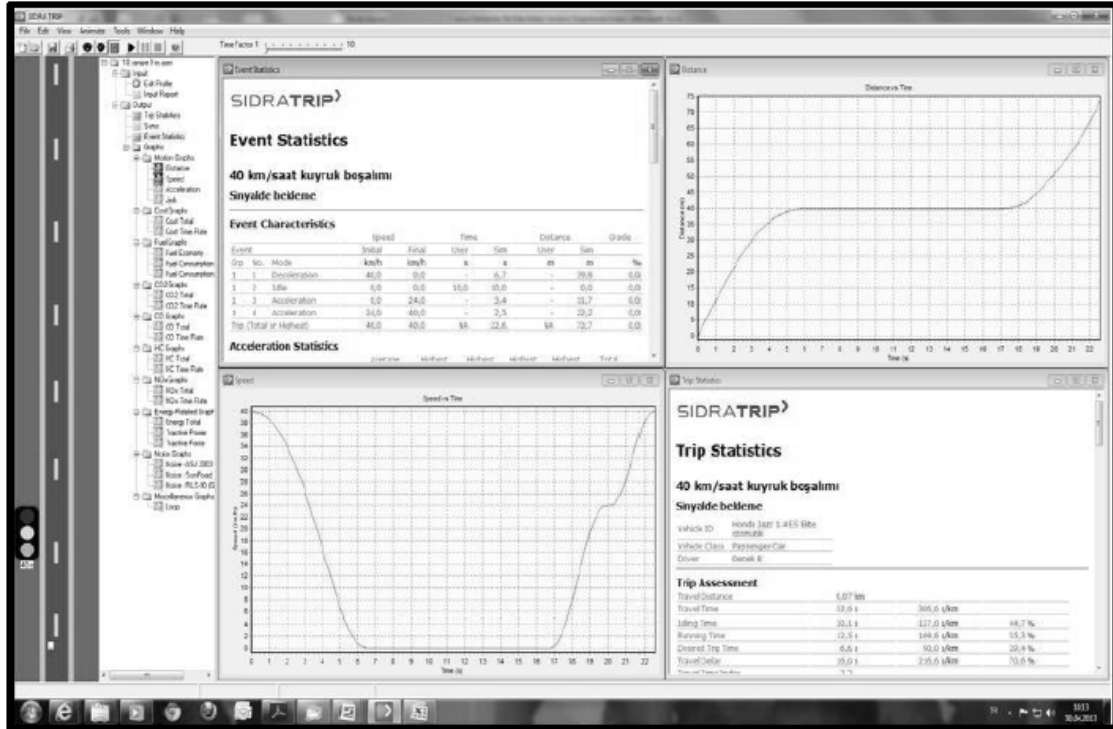
Sürücülerin hızlanma ivmeleri açısından %60'ının, yavaşlama ivmeleri açısından %53'ünün SIDRA TRIP 1.1 parametrelerine göre “Saldırgan” ve “Çok Saldırgan” sürücü sınıfına girdikleri belirlenmiştir. Bu durum, ülkemizdeki saldırgan sürücü kavramının ve davranışlarının trafik psikolojisi açısından irdelenmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

## Senaryoların Oluşturulması

Tablo 5'te verilmiş olan ölçeklendirme katsayıları kullanılarak, SIDRA TRIP 1.1 programında, tüm sürücülerin aynı kavşaktan geçişleri, benzetim (simülasyon) yöntemiyle modellenabilmektedir. Çalışmada örnek olarak yaklaşık 200 m uzunluğunda bir arterde yer alan bir trafik sinyali senaryosu oluşturulmuştur. Senaryoda yapılan kabuller aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Sinyal, arterin başlangıcından 100m uzaklıkta yer almaktadır.
- Araçların normal akım hızları 40 km/saat olarak kabul edilmiştir.
- Sinyale ait kırmızı süre 40 saniyedir. Sürücülerin, gerçekleştirilen senaryolarda sırasıyla 5, 10, 20, 30 ve 40 saniye boyunca bekledikleri düşünülmüştür.
- Her bir senaryo, sürücünün sinyalden 1000 kez geçtiği kabul edilerek çalıştırılmıştır.
- Sürücü kırmızı ışıkta durduktan sonra hızını ilk olarak 24 km/saat'e çıkarmakta; bu hızda yaklaşık 50 metre ilerledikten sonra hızlanarak 40 km/saat'e ulaşmaktadır.
- Her bir sürücünün kullandığı araç tipi simülasyonda aynı araç olarak tanımlanmıştır. Böylece sürücüye bağlı hızlanma ve yavaşlama özellikleri de simülasyona yansıtılmaya çalışılmıştır.

Şekil 3'te örnek bir SIDRA TRIP 1.1 çıktısı görülmektedir.



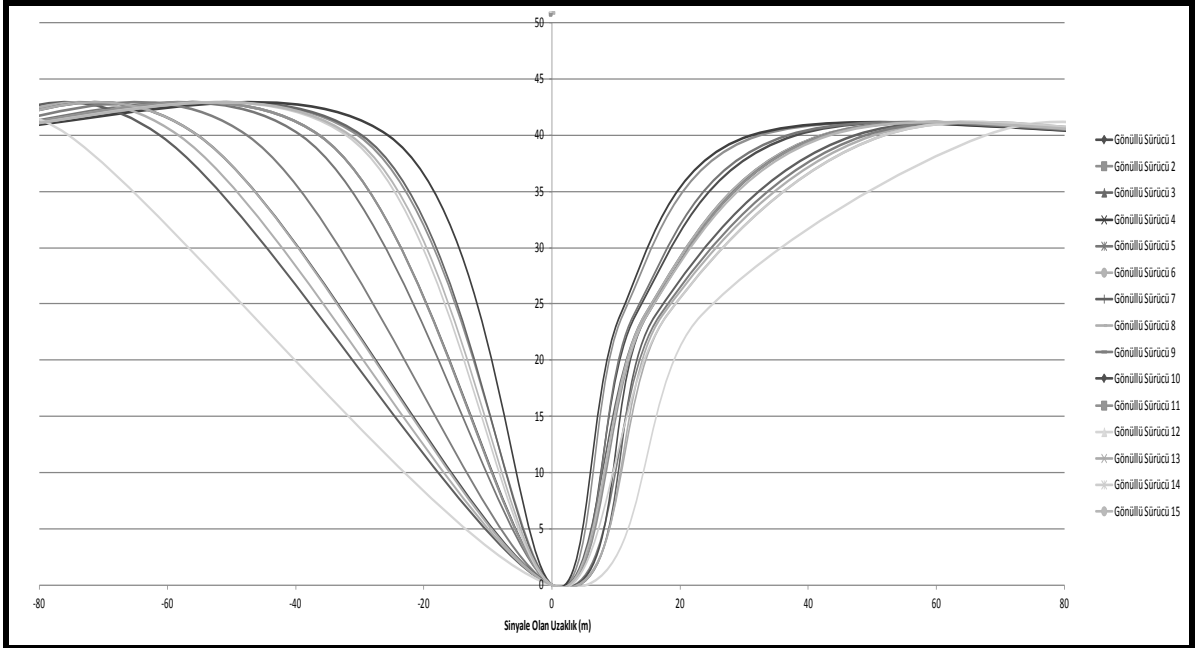
Şekil 3 SIDRA TRIP sonuçlarının rapor ve grafik örneği

## Senaryo Sonuçlarının Değerlendirilmesi

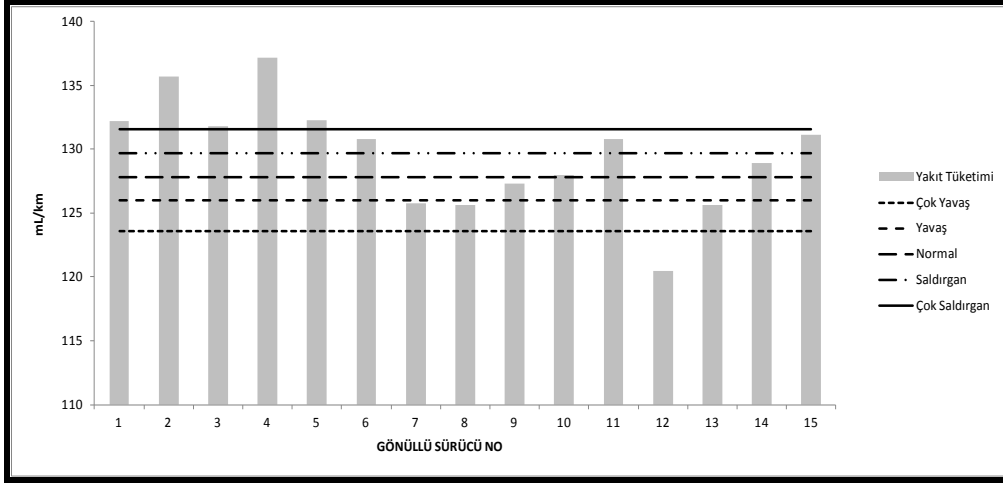
Senaryo sonuçlarından elde edilmiş olan değerler kullanılarak ilk adımda, gönüllü sürücülerin yavaşlama ve hızlanma davranışları karşılaştırılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla Şekil 4'te sunulan hız-yol grafiğinden yararlanılabilir. Grafik incelendiğinde gönüllü sürücülerin hızlanma davranışlarının, yavaşlama davranışlarına kıyasla daha fazla benzerlik gösterdiği ve hızlanma aşamasında çoğu sürücünün yüksek hızlanma ivmesi ile hareket ettiği söylenebilir. Bu durum, daha önceki bölümlerde açıklandığı üzere sürücülerin hızlanma parametrelerinin agresif (saldırgan) sürücü davranışına uyduğu sonucuyla tutarlıdır.

Sürücülerin yavaşlama davranışları incelendiğinde ise, sürücüler arasındaki farklılıkların daha belirgin olduğu söylenebilir. Sürücülerin önemli bir kısmı, sinyalden çok önce yavaşlamaya başlamaktadır. Bu şekilde, kırmızı ışıkta daha az bekleyerek veya hiç beklemeden kavşağı terk etmek istedikleri söylenebilir. Nitekim, yavaşlama parametreleri çoğu sürücü için hızlanma parametrelerinden daha küçük bulunmuştur. Buradan, sürücülerin sinyalde bekleme yapmak istemediği için yavaşlamaya erken başladıkları ve kalkış için acele ettikleri sonucu çıkarılabilir.

Sürücü davranışlarının çevresel etkilerinin irdelenmesinde ise ilk olarak yakıt tüketimi incelenmiştir. Şekil 5'te farklı sürücülere ait yakıt tüketiminin değişimi görülmektedir. Gönüllü sürücülerin her birine ait yakıt tüketimi sütun grafik olarak; SIDRA TRIP 1.1' de yer alan standart sürücü parametrelerinden elde edilen sonuçlar ise yatay kıyas çizgileri şeklinde gösterilmiştir. Buna göre gönüllü sürücülerin yakıt tüketimleri, standart değerlerle karşılaştırıldığında, saldırgan sürücülerin (örneğin gönüllü sürücü 2 ve 4) yakıt tüketimlerinin, normal ve yavaş (örneğin gönüllü sürücü 7, 8 ve 12) sürücülere oranla daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır.

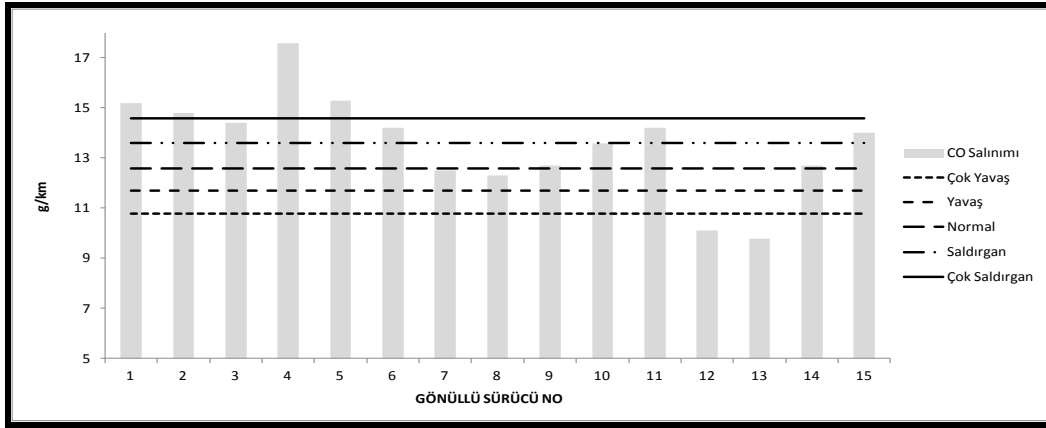


Şekil 4 Senaryolardan elde edilen Gönüllü sürücülere Ait Hız-Mesafe Grafiği

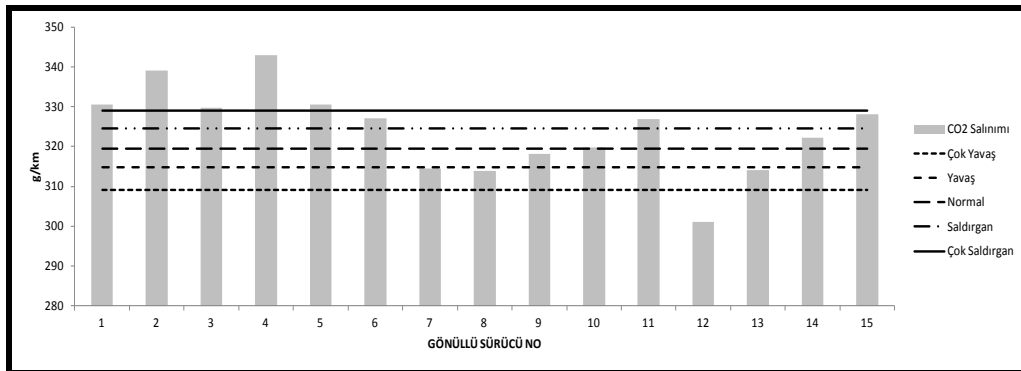


Şekil 5 Yakıt tüketimi

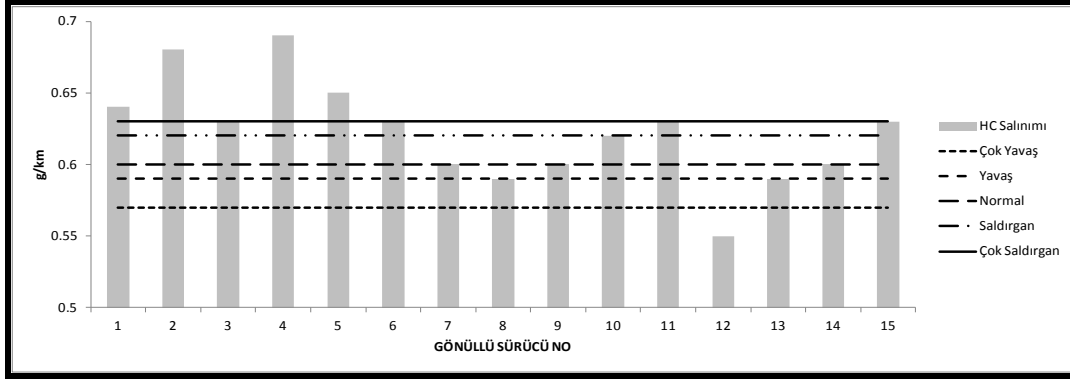
Dünya genelinde birincil enerji kaynaklarının yaklaşık beşte biri, ulaştırma sektörü tarafından tüketilmektedir (Ceylan v.d., 2007). Atmosfere yayılan kirliliğin çok büyük bir kısmını yol taşımacılığı sonucu ortaya çıkan emisyonlar oluşturmaktadır. Gönüllü sürücülerin her birine ait CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> ve HC salımları, sütun grafik olarak; SIDRA TRIP 1.1’de yer alan standart sürücü parametrelerinden elde edilen sonuçlar ise yatay kıyas çizgileri şeklinde gösterilmiştir (Şekil 6-9). Buradan saldırgan sürücülerin, normal ve yavaş sürücülere kıyasla standart değerlere göre daha fazla CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> ve HC salımı yaptığı buna bağlı olarak da çevreye daha fazla zarar verdiği sonucuna varılmıştır.



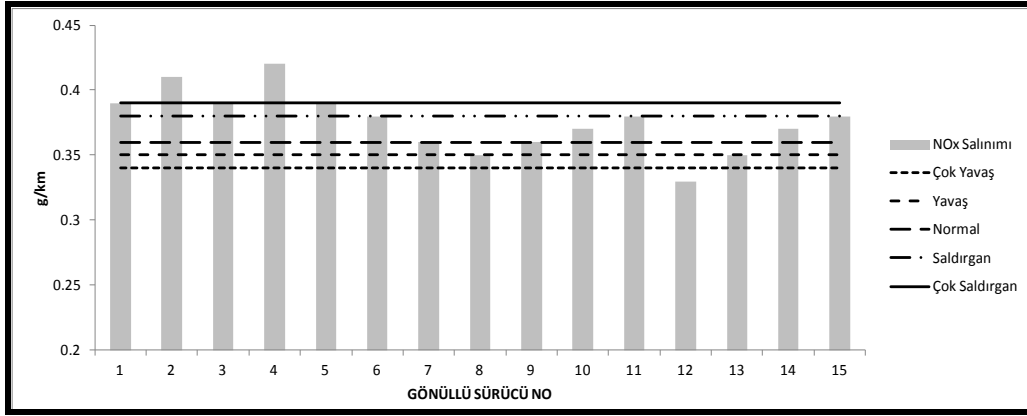
Şekil 6 CO salım değerleri



Şekil 7 CO<sub>2</sub> salım değerleri



Şekil 8 HC salım değerleri



Şekil 9 NOx salım değerleri

## Sonuç ve Öneriler

Çalışma kapsamında, gönüllü sürücülerden elde edilen verilerden yararlanarak aşağıdaki sonuçların elde edildiği söylenebilir:

- Sürücülerin hızlanma davranışlarının, yavaşlama davranışlarına kıyasla daha fazla benzerlik gösterdiği ve hızlanma aşamasında çoğu sürücünün yüksek hızlanma ivmesi ile hareket ettiği görülmüştür.
- Sürücülerin yavaşlama davranışları incelendiğinde ise sürücüler arasındaki farklılıkların daha belirgin olduğu söylenebilir. Sürücülerin önemli bir kısmı, sinyalden çok önce yavaşlamaya başlamaktadır. Bu şekilde, kırmızı ışıkta daha az bekleyerek veya hiç beklemeden kavşağı terk etmek istedikleri söylenebilir.
- Sürücülerin yakıt tüketimleri, standart değerlerle karşılaştırıldığında, saldırgan sürücülerin yakıt tüketimlerinin, normal ve yavaş sürücülere oranla daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır.
- Saldırgan sürücülerin, normal ve yavaş sürücülere kıyasla standart değerlere göre daha fazla CO, CO<sub>2</sub>, NOx ve HC salımı yaptığı buna bağlı olarak da çevreye daha fazla zarar verdiği sonucuna varılmıştır.

Sonuçlar birlikte ele alındığında, sürücü davranış farklılıklarının sadece kavşak gecikme ve kapasitesi üzerinde değil, çevre kirliliği üzerinde de önemli etkileri olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, durma ve kalkma davranışlarının daha sık gözlemlendiği kent içi ulaşımında daha da belirgin bir hal almaktadır. Buna göre karayolu taşıtlarına alternatif olarak toplu taşımacılık sistemlerinin yaygınlaştırılması yolcu-km başına yakıt tüketiminde ve çevresel etkilerin azaltılmasında önemli katkı sağlayacaktır.

**Teşekkür** Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 110M677 numaralı proje ile desteklenmiştir. Ayrıca çalışmadaki değerli katkılarından dolayı sayın Ecem ŞENTÜRK ve Nazlı Seda BİRCAN ile sayın Dr. Rahmi AKÇELİK'e teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

Akçelik, R. (2011), SIDRA Trip User Guide, , Akcelik & Associates Pty Ltd.

Akçelik, R., and Besley M. (2001). Microsimulation and analytical methods for modelling urban traffic. The Conference on Advance Modeling Techniques and Quality of Service in Highway Capacity Analysis, Truckee, California, USA.

Amado, S., Koyuncu, M. & Kaçaroğlu, G. (2004), Güvenli sürücülüğün değerlendirilmesinde etkili olan faktörler: Sürücünün demografik özellikleri, deneyimi, kişilik özellikleri ve psikoteknik değerlendirme, Türk Psikoloji Dergisi, 19(53),pp. 23-43.

Bham, G.H.; Benekohal, R.F. (2001) Acceleration Behavior of Drivers in a Platoon Proceedings of the First International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design Snowmass Village at Aspen, Colorado SA August 14-17; pp.280-285.

Ceylan, H., Karşahin, M. ve Haldenbilen, S., “Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkelerde Ulaşım: Yenilenebilir Enerjiye Karşın Enerji Azaltımı”, 7. Ulaştırma Kongresi, s.438-447, İstanbul, 2007

Chang M. S., Messer C. J. and Santiago A. J. (1985) Timing traffic signal change intervals based on driver behavior. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1027, p TRB, National Research Council, Washington, D.C., p. 20-30.

Gazis, D., Herman R. and Maradudin A. (1960) The problem of the amber signal in traffic flow. Operations Research 8, pp. 112-132.

Institute of Transportation Engineers (2009) Traffic Engineering Handbook, 5th Edition, Publication No. TB-010A, James L. Pline editör, Washington D.C., A.B.D.

Long, G. (2000) Acceleration Charactersitics of Starting Vehicles, Transportation Research Board 79th Annual Meeting January 9-13, Washington, DC.

Özkan, T.; Lajunen, T. (2005) A new addition to DBQ: Positive Driver Behaviours Scale Transportation Research Part F 8 (2005) 355–368

Özkan, T.; Lajunen, T.; Summala, H. (2006) Driver Behaviour Questionnaire: A follow-up study Accident Analysis and Prevention 38 (2006) 386–395

Parsonson, P. S.; Santiago, A. (1980) Design Standards for Timing - the Traffic Signal Clearance Period Must be Improved to Avoid Liability. Compendium of Technical Papers, ITE, 1980, pp. 67-71.

Sümer, N. & Özkan, T. (2002), Sürücü davranışları, becerileri, bazı kişilik özellikleri ve psikolojik belirtilerin trafik kazalarındaki rolleri, Türk Psikoloji Dergisi, 17 (50), pp. 1-22.

Transportation Research Board (2008) Changeable Message Sign Displays During Non-Incident, Non-Roadwork Periods, National Cooperative Highway Research Program Syn:383, Washington DC.

Williams W. W. (1977) Driver behavior during yellow interval. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 644, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 75-78.

Wortman, R. H.; Matthias, J.S. (1983) Evaluation of Driver Behavior at Signalized Intersections. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 904, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1983, pp. 10-20.

# Sinyalize Dönel Kavşakların Performanslarının Farklı Senaryolar Altında İncelenmesi

**Ziya ÇAKICI, Yetiş Şazi MURAT**

Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü - Denizli

Tel: (0 258) 296 34 66, (0 258) 296 33 57

E-Posta: zcakici@pau.edu.tr, ysmurat@pau.edu.tr

## Öz

Sinyalize dönel kavşaklar, ülkemizde ve gelişmekte olan ülkelerin birçoğunda karşılaşılan trafik yönetimi yaklaşımlarından birisi olmasına rağmen, bu tip kavşakların tasarımları ve işletim performansları ile alakalı akıllarda halâ birçok soru işareti bulunmaktadır. Depolama alanının yeterliliği ve/veya boyutları, sinyalizasyon sisteminin sinyal süreleri vb. konular bunlardan yalnızca birkaçıdır. Çalışma kapsamında, sinyalize dönel kavşaklar ele alınmıştır. Oluşturulan 4 farklı senaryo için, farklı trafik hacimleri ve sola dönüş oranlarına sahip 50 farklı durum, ortalama taşıt gecikmesi performans kriteri dikkate alınarak VISSIM programı ile analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Analizlerde, Avustralya – Merlbourne’ den, geometrisi standartlara uygun olan örnek bir sinyalize dönel kavşak baz alınarak sirkülasyon şerit sayısının iki ve üç şeritten oluşması durumları irdelenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda, kavşak yaklaşım kollarındaki trafik hacimlerinin ve sola dönüş hacimlerinin artması durumunda ortalama taşıt gecikmelerinin önemli düzeyde arttığı, buna karşılık oluşturulan örnek durumlar için farklı faz planları ve sinyal sürelerinin uygulanması ile birlikte ortalama taşıt gecikmelerinin önemli oranda azaltılabileceği sonucuna varılmıştır. Bunun yanı sıra, sirkülasyon şeridi sayısının ikiden üçe çıkartılması durumunda, sirkülasyon şeritlerindeki örülme bölgelerinden dolayı, ortalama taşıt gecikmelerinin çok az da olsa arttığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Kavşak, Sinyalize Dönel Kavşak, Gecikme, VISSIM, Simülasyon

## Giriş

Kavşaklar, farklı yönlerden gelen trafik akımlarının kesiştiği, birleştiği/örüldüğü ve ayrıldığı alanlardır. Bu alanlarda, farklı manevralardan dolayı trafik kazası görülme olasılığı da oldukça yüksektir. Karayollarının bu riskli alanlarında trafik kazalarını önlemek amacı ile, çeşitli trafik denetimi teknikleri uygulanmaktadır. Sinyalizasyonlu denetimler, trafik akımları yönlendirme adası/adaları oluşturularak gerçekleştirilen denetimler vb. bu uygulamalardan yalnızca birkaçıdır.

Kavşak tipi seçiminde ve tasarımında, trafik güvenliği kriteri oldukça önemli bir unsur olmasına rağmen, kavşağın işletim performansının da göz önünde bulundurulması

gerekmektedir. Tasarımdaki amaç, hizmet düzeyi ve kapasitesi oldukça yüksek, buna karşılık gecikme ve olumsuz çevresel etkilerin minimuma indirildiği bir tasarım olmalıdır.

Özellikle ülkemizde ve gelişmekte olan ülkelerde, kavşaktaki trafik akımlarının düzenli bir şekilde yönlendirilmesi için öngörülen uygulamalardan birisi de sinyalizasyonlu yapıdır. Sinyalizasyonlu yapı, trafik akımlarının geçiş sırası ve geçiş düzeni dikkate alındığında sinyalizasyon kavşakları andıran sinyalizasyon dönel kavşaklar, genel olarak, trafik kültürünün ve temel trafik eğitiminin yetersiz olduğu ülkelerde karşımıza çıkmaktadır. Dönel kavşağa ilave olarak sinyalizasyon uygulaması yapılmasının öncelikli sebebi, dönel kavşaklarda ada etrafında sirküle olan akım ile yaklaşım kollarındaki akımların birbirleri ile çakışmalarını ve kaza olasılığını minimum düzeye indirmektir (Bai ve diğ., 2010). Diğer bir deyişle sinyalizasyon dönel kavşak uygulaması ile kavşaktaki trafik güvenliğinin artırılması amaçlanmaktadır.

Ülkemizde ve dünyada her ne kadar sayıları artmış olsa da, bir çok trafik mühendisinin aklında sinyalizasyon dönel kavşaklar ile alakalı pek çok soru bulunmaktadır. Bu tip kavşakların kavşak kapasitesini ve hizmet düzeyini, gecikmeyi, çevreyi, ekonomiyi nasıl ve ne derece etkilediği akıllardaki sorulardan yalnızca birkaçıdır (Çakıcı, 2014).

Literatürde sinyalizasyon kavşaklar ve dönel kavşaklar ile alakalı birçok çalışma olmasına rağmen, sinyalizasyon dönel kavşaklar üzerine yapılan çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Brabender ve Vereeck (2007) dönel kavşağın kazaları büyük oranda azalttığını fakat bu durumun ana yoldaki ve diğer yollardaki hız sınırı ile bağlantılı olduğunu ortaya koymuşlardır. Çalışma sonucunda, trafik güvenliği açısından bakıldığında, en güvenli kavşakların sinyalizasyon dönel kavşaklar olduğunu belirtmişlerdir. Qian ve diğ. (2008) yapmış oldukları çalışmada, sola dönüşlerde ada etrafında depolamanın yapıldığı sinyalizasyon dönel kavşaklar ile kısmi denetimli sinyalizasyon dönel kavşakları karşılaştırmışlardır. Karşılaştırmalar sonucunda, düzenli ve fazla trafik akımının bulunduğu kavşaklarda taşıt kesişmesi ve kavşak tıkanıklığı problemlerini ortadan kaldırmak için sinyalizasyon dönel kavşak uygulamasının etkin bir çözüm olduğunu ortaya koymuşlardır. Maher (2008) sinyalizasyon dönel kavşaklarda karmaşık kombinasyonel optimizasyon problemlerinin çözümü için geliştirilen cross-entropy yöntemini kullanarak sinyal süresi optimizasyonu için yeni bir yöntem geliştirmiştir. Bai ve diğ. (2010), nümerik hesaplama ve deneysel trafik mühendisliği yöntemlerini uygulayarak, sinyalizasyon dönel kavşakta merkez adanın yarıçapı ve devre sürelerinin ortalama taşıt gecikmesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Johnnie ve diğ. (2012) yaptıkları çalışmada, sinyalizasyon dönel kavşaklardaki ve dönel kavşaklardaki hizmet düzeyini belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu çalışmada dönel kavşak uygulaması ile hizmet düzeyinin artırılabilirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Tracz ve Chodur (2012) trafik hacminin yoğun olduğu kent içi arterlerdeki sinyalizasyon dönel kavşaklarda uygulanan farklı tip faz planlarının avantajlarını ve dezavantajlarını incelemişlerdir. Ma ve diğ. (2013) sinyalizasyon dönel kavşaklardaki sinyal süreleri ve yatay işaretlemelerin aynı anda belirlenebildiği bir optimizasyon modeli geliştirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmacılar, dönel kavşak işletimini optimize etmek için, kapasite maksimizasyonunu, devre süresi uzunluğu minimizasyonunu ve gecikme minimizasyonunu formüle etmişlerdir.

Görüldüğü üzere, sinyalizasyon dönel kavşakların performansları ve bu tip kavşakların optimum işletilmesi üzerine yapılmış çalışma sayısı yetersizdir. Yapılan çalışma kapsamında, bu tip kavşakların optimum işletilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde sinyalizasyon dönel kavşak tasarımında dikkate alınması gereken hususlar, bu tip kavşaklarda uygulanan faz planları ve sinyalizasyon dönel kavşaklar için



geliştirilen sinyal süresi hesabı yaklaşımı aşamalarına yer verilirken, ikinci bölümde gecikme performans kriteri ele alınmıştır. Üçüncü bölümde, dört farklı senaryo altında VISSIM simülasyon programı ile incelenen 50 farklı örnek duruma ait analiz sonuçları verilmiştir. Son bölümde ise elde edilen sonuçlar ve bulgular değerlendirilmiştir.

## **Sinyalize Dönel Kavşaklar**

Sinyalize kavşaklar ve dönel kavşakların kombinasyonu sonucu ortaya çıkan sinyalize dönel kavşaklar, hem kavşak yaklaşım kollarında hem de merkez ada etrafındaki bazı noktalarda sinyalizasyon sistemlerinin bulunduğu ve trafik akımlarının kavşaktan geçiş önceliğinin bu sinyalizasyon sistemleri ile belirlendiği eşdüzey kavşaklardır.

### **Sinyalize Dönel Kavşak Tasarımında Dikkate Alınması Gereken Hususlar**

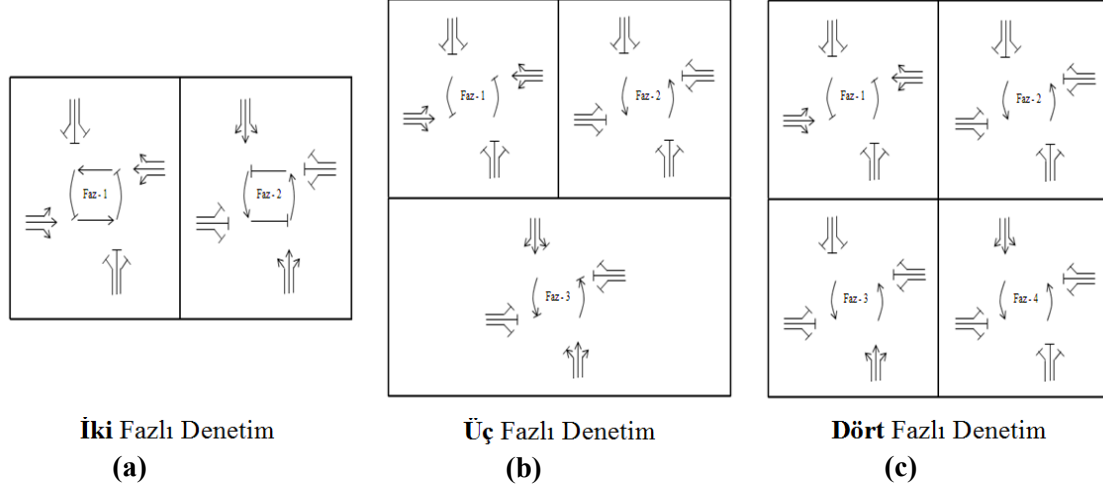
Sinyalize dönel kavşakların tasarımı ve işletilmesi aşamasında tasarımcının geometrik özellikler, trafik özellikleri ve sinyal süresi tasarımı ile ilgili bazı faktörleri kesinlikle göz önünde bulundurması gerekmektedir. Kavşağın geometrik özellikleri, kavşağın geometrik elemanlarının standartlara uygun olup olmamasını ve merkez ada etrafındaki taşıt depolama alanının boyutlarını içermektedir. Trafik açısından, kavşak yaklaşım kollarındaki saatlik trafik hacimlerinin doğru bir şekilde analiz edilmesi, kavşak yaklaşım kollarındaki taşıt kompozisyonlarının ve söz konusu taşıtların hareket yönlerinin belirlenmesi, sinyalize dönel kavşakların performansını önemli ölçüde etkileyen sola dönüş hareketi yapan taşıtların sayılarının ve cinslerinin (ağır taşıt, normal taşıt) tespit edilmesi hususları dikkate alınmalıdır. Sinyal süreleri ve faz tasarımı açısından ise, merkez ada etrafındaki ve kavşak yaklaşım kollarındaki sinyalizasyon sistemlerinin sinyal sürelerinin kavşak performansı açısından uygunluğu, mevcut faz tasarımının yeterliliğinin irdelenmesi önem arz etmektedir.

### **Sinyalize Dönel Kavşaklarda Uygulanan Faz Planları**

Sola dönüşlerde taşıt depolamasının söz konusu olduğu sinyalize dönel kavşaklarda trafik denetimi genellikle iki, üç ya da dört fazlı olarak gerçekleştirilmektedir. İki fazlı denetimde, kavşağın karşılıklı yaklaşım kollarındaki taşıtlara aynı anda geçiş hakkı tanınmaktadır (Şekil 1.a). Sola dönüş hareketlerinin her iki fazda da engellendiği bu yöntemde, taşıtların birbirleri ile kesişme olasılığı oldukça düşüktür.

Üç fazlı denetim, kavşak yaklaşım kollarındaki trafiğin dengeli olarak dağılmadığı durumlarda uygulanmaktadır. Üç fazlı denetimde trafik hacminin yüksek olduğu yaklaşım kollarındaki taşıtlara aynı fazda geçiş hakkı verilmekte ve bu yaklaşım kollarındaki sola dönen taşıtların herhangi bir kazaya sebep olma olasılığını ortadan kaldırmak için, bu fazda sola dönüş hareketi yapan taşıtlar merkez ada etrafında depolanmaktadır. Trafik hacmi fazla olmayan diğer yaklaşım kollarındaki akımlara ise kesişme olasılıklarının düşük olmasından dolayı aynı fazda geçiş hakkı verilmektedir (Şekil 1.b).

Kavşakta bulunan tüm yaklaşım kollarındaki trafik hacimlerinin yüksek olduğu durumlarda veya yaklaşım kollarında sola dönüş hareketi yapacak olan taşıt sayısının fazla olduğu durumlarda ise, dört fazlı trafik denetimi tekniği uygulanmaktadır (Şekil 1.c).

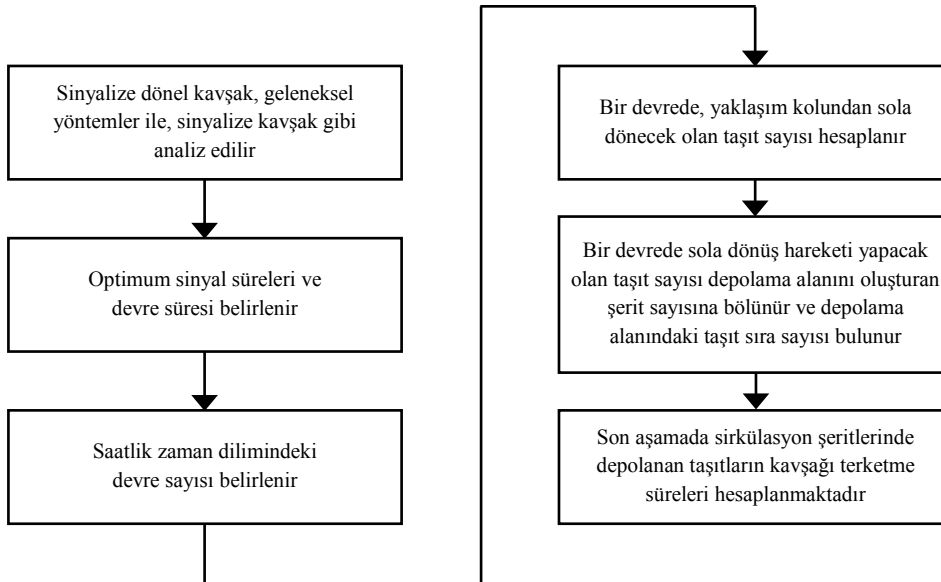


Şekil 1 Sinyalize Dönel Kavşaklarda Uygulanan Faz Planları

### Sinyalize Dönel Kavşaklar için Sinyal Süre Hesabı Yaklaşımı

Sinyalize dönel kavşak tasarımında en önemli noktalardan birisi de taşıt depolama alanındaki sinyal sürelerinin belirlenmesidir. Gelişigüzel ve kavşaktaki trafik koşulları dikkate alınmaksızın belirlenen sinyal süreleri, hem kavşak yaklaşım kollarında hem de merkez ada etrafında bulunan taşıtların kavşakta uzun süre beklemelerine sebep olabilmektedir.

Mevcut paket programlar (SIDRA, TRANSYT vb.) ile sinyalize dönel kavşaklarda sinyal süreleri tayini ve optimizasyonu yapılamadığı için, çalışma kapsamında yeni bir sinyal süre hesabı yaklaşımı geliştirilmiş ve aşamaları Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2 Sinyalize Dönel Kavşaklar için Geliştirilen Sinyal Süresi Hesabı Yaklaşımı  
Şekil 2’deki akış diyagramından yola çıkarak, merkez ada etrafındaki sinyalizasyon sisteminin yeşil süresi, Çakıcı (2014) tarafından geliştirilen Denklem 1 ile kolayca hesaplanabilmektedir.

$$\phi = \alpha + [(n - 1) \times \lambda] + \varepsilon \quad (1)$$

Burada;  $\phi$  merkez ada etrafındaki sinyalizasyon sisteminin yeşil süresini (sn);  $\alpha$  sinyalizasyon sisteminin ön kısmındaki taşıtların başlangıç hareket kayıplarını (sn) – (2.5-3.0 sn);  $n$  depolama alanındaki taşıt sıra sayısını;  $\lambda$  taşıtların kavşağı terketme süresini (sn) – (2.0-2.5 sn);  $\varepsilon$  2.0 – 3.0 sn aralığında sabit değeri (sn) temsil etmektedir.

Sinyalize dönel kavşakta, merkez ada etrafındaki sinyal süresinin Denklem 1 ile hesaplanmasının ardından kavşak devre süresi de kolaylıkla hesaplanabilmektedir.

### Kavşak Performans Kriteri: Gecikme

Gecikme, sinyalize kavşaklardaki taşıtların sinyalizasyon sistemleri, diğer taşıtlar ve kavşağın geometrik özellikleri nedeniyle kaybettiği zaman olarak tanımlanmakta olup sinyalize kavşakların performansının ve hizmet düzeyinin belirlenmesinde önemli bir parametredir. Sinyalize kavşaklardaki taşıt gecikmeleri yavaşlama, durma ve hızlanma gecikmeleri olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır (Dion ve diğ., 2004). Yavaşlama gecikmesi, kavşağa yaklaşan taşıt sürücüsünün sinyalizasyon sisteminden dolayı hızını yavaşlatmaya başladığı andan itibaren, sinyalizasyon sistemi nedeni ile durmaya başladığı ana kadar geçen süre olarak tanımlanmaktadır. Durma gecikmesi, taşıtın sinyalize kavşakta kırmızı sinyal süresince durmasından dolayı kaybettiği zaman olarak tanımlanırken, hızlanma gecikmesi ise, sinyalizasyon sistemi kırmızıdan yeşile döndükten sonra taşıtın tekrar hızlanması için gereken süre olarak belirtilmektedir.

Gecikme performans parametresinin doğru olarak tahmin edilebilmesi için analitik ve gözlemsel birçok yöntem geliştirilmiş olup (Akçelik, 1988; Mousa, 2002; Akgüngör, 2004; Murat, 2006; Chaudhry ve Ranjitkar, 2013) bu konudaki çalışmalar hızlanarak devam etmektedir.

### Analizler

Bu çalışmada ele alınan 50 farklı örnek durum, 4 farklı senaryo altında, düşük ve yüksek trafik talepleri için, depolama şerit sayısının 2 ve 3 şeritten oluşması durumları dikkate alınarak analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan dönel kavşağın geometrik yapısı ile ilgili bilgiler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1 Analizlerde Kullanılan Dönel Kavşağın Geometrik Özellikleri

Yaklaşım Kolu	Giriş Şerit Sayısı	Çıkış Şerit Sayısı	Yaklaşım Kolu Şerit Genişliği (m)	Sirkülasyon Şerit Sayısı	Sirkülasyon Şerit Genişliği (m)
Batı	3	3	3.5	3	4.0
Kuzey	2	2	3.5	2	4.0
Doğu	3	3	3.5	3	4.0
Güney	2	2	3.5	2	4.0

Öncelikli olarak, 50 farklı örnek durum, oluşturulan 4 farklı senaryo dikkate alınarak ve Tablo 1’ de gösterildiği gibi depolama şerit sayısının 2 olması kabulü yapılarak analiz edilmiştir. Daha sonra ise tüm yönlerdeki depolama şerit sayısının 3 olması durumu göz önünde bulundurulmuş ve Tablo 2’ de gösterilen farklı trafik talepleri için analizler tekrarlanmıştır.

Tablo 2 Örneklerin Oluşturulmasında Kullanılan Farklı Trafik Hacimleri

Hareket Yönü	Başlangıç - Varış	Düşük Talep			Yüksek Talep		
		Otomobil (ta/sa)	Ağır Taşıt (ta/sa)	Toplam Taşıt (ta/sa)	Otomobil (ta/sa)	Ağır Taşıt (ta/sa)	Toplam Taşıt (ta/sa)
Düz Giden	B – D	848	105	953	1015	101	1116
	D – B	994	86	1080	1293	82	1375
	K – G	182	20	202	231	10	241
	G – K	86	4	90	90	3	93
Sağa Dönen	B – G	11	0	11	20	0	20
	D – K	66	4	70	157	18	175
	K – B	49	0	49	45	2	47
	G – D	35	0	35	41	1	42
Sola Dönen	B – K	86	21	107	101	25	126
	D – G	102	26	128	138	34	172
	K – D	22	6	28	26	6	32
	G – B	11	3	14	12	3	15
<b>Toplam (ta/sa)</b>		<b>2493</b>	<b>274</b>	<b>2767</b>	<b>3169</b>	<b>285</b>	<b>3454</b>
B: Batı Yaklaşım Kolu – D: Doğu Yaklaşım Kolu – K: Kuzey Yaklaşım Kolu – G: Güney Yaklaşım Kolu							

Tablo 2’de verilen ana akımların bulunduğu yaklaşım kollarındaki toplam taşıt sayıları %50 ve %25 oranında azaltılmış ve artırılmıştır (diğer yaklaşım kollarındaki taşıt sayılarında herhangi bir değişiklik yapılmamıştır), aynı zamanda ana akımlardaki sola dönüşler %10-%50 aralığında artırılmıştır ve böylece 50 farklı örnek durum elde edilmiştir. Oluşturulan 50 farklı örnek durumdan bazılarında ait, kavşak yaklaşım kolu bazlı hacim değişimleri ve sola dönüş oranları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3 Oluşturulan 50 Örnek Durum için Hacim Değişimi ve Sola Dönüş Oranları

Senaryo No	Kavşak Yaklaşım Kolu	Hacimdeki Oransal Değişim (%)	Sola Dönüş Oranı (%)	Senaryo No	Kavşak Yaklaşım Kolu	Hacimdeki Oransal Değişim (%)	Sola Dönüş Oranı (%)
1	B – D	%50 Azaltılmış	%10	29	B – D	Değişme yok	%50
	K – G	Değişme yok	%10		K – G	Değişme yok	%10
7	B – D	%50 Azaltılmış	%40	34	B – D	%25 Arttırılmış	%20
	K – G	Değişme yok	%10		K – G	Değişme yok	%60
12	B – D	%25 Azaltılmış	%10	37	B – D	%25 Arttırılmış	%40
	K – G	Değişme yok	%60		K – G	Değişme yok	%10
15	B – D	%25 Azaltılmış	%30	42	B – D	%50 Arttırılmış	%10
	K – G	Değişme yok	%10		K – G	Değişme yok	%60
19	B – D	%25 Azaltılmış	%50	47	B – D	%50 Arttırılmış	%40
	K – G	Değişme yok	%10		K – G	Değişme yok	%10
24	B – D	Değişme yok	%20	50	B – D	%50 Arttırılmış	%50
	K – G	Değişme yok	%60		K – G	Değişme yok	%60
B: Batı Yaklaşım Kolu – D: Doğu Yaklaşım Kolu – K: Kuzey Yaklaşım Kolu – G: Güney Yaklaşım Kolu							

## Senaryolar

*Senaryo 1:* İlk senaryoda, oluşturulan tüm örnek durumların analizinde, Şekil (1.c)’de gösterilen dört fazlı plan uygulanmıştır. Uygulanan sinyal süreleri, Denizli’ de bulunan Pekdemir Kavşağı’ ndan alınmış olup, Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4 Senaryo 1’de Fazlarda Uygulanan Sinyal Süreleri

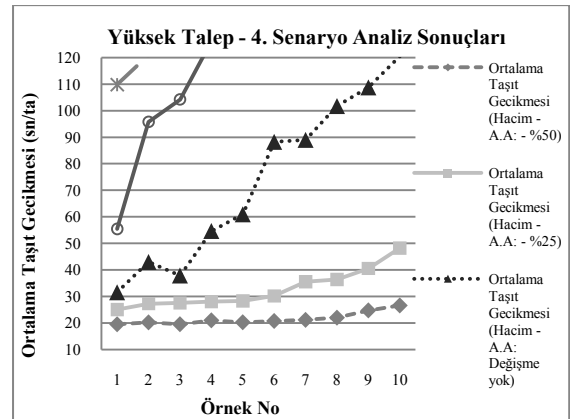
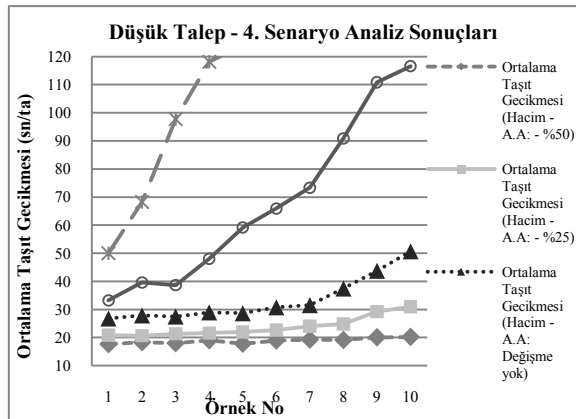
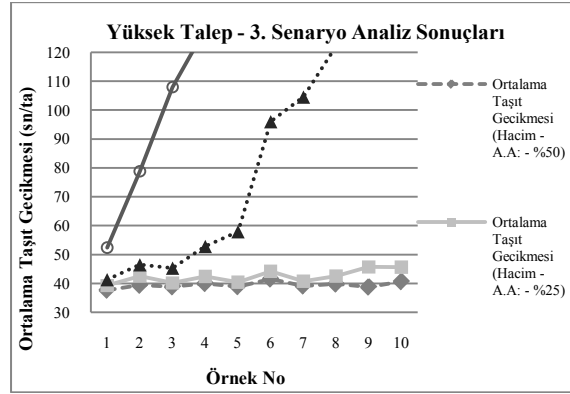
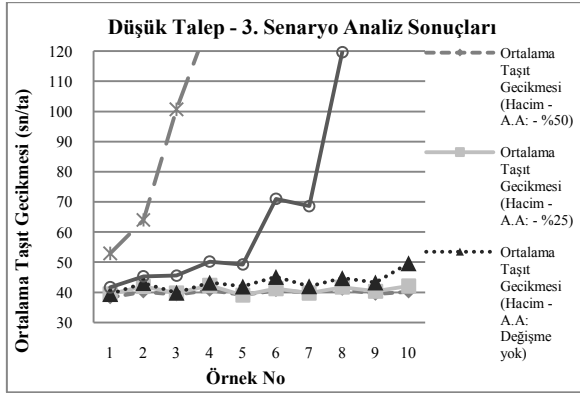
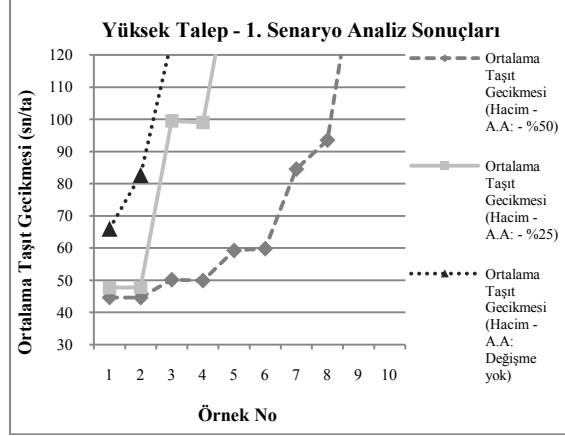
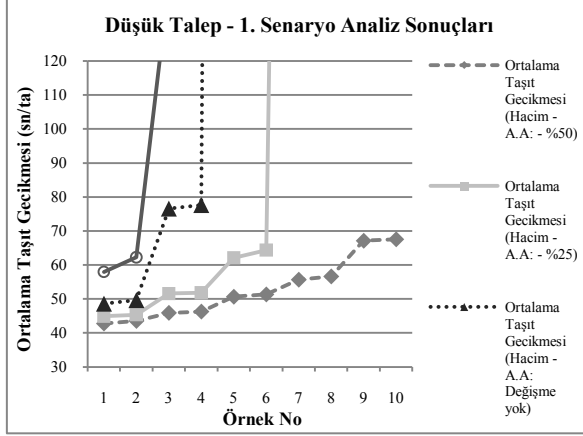
Faz No	Sinyal Yerleşimi	Yeşil Süre (sn)	Fasılah Yeşil Süre (sn)	Sarı Süre (sn)	Kırmızı Süre (sn)	Devre Süresi 140 sn
1	Batı	35	5	2+2 = 4	96	
	Doğu	45	5	2+2 = 4	86	
2	Ada	69	5	2+2 = 4	62	
3	Güney	18	5	2+2 = 4	113	
4	Kuzey	15	5	2+2 = 4	116	
Sarı Süre: 2+2 = 4 sn (Her fazın başlangıcında ve bitişinde) Ortak Kırmızı Süre: 4+4 = 8 sn (Her faz geçişinde)						

*Senaryo 2:* Senaryo 2’de, Senaryo 1 sonunda elde edilen ve ortalama taşıt gecikmesinin 120 sn’nin üzerinde olduğu örnek durumlar aynı faz planı ve Çakıcı (2014) tarafından geliştirilen sinyal süresi hesabı yaklaşımı uygulanarak yeniden analiz edilmiştir. ortalama gecikme değerleri 120 sn’ nin altına düşürülebilen örnek durumlara ait sinyal süreleri ve ortalama taşıt gecikmeleri Tablo 5’ de sunulmuştur.

*Senaryo 3:* Senaryo 3’de, sinyalize dönel kavşakta depolama durumunun kavşak performansına etkisinin incelenmesi amacı ile kavşak üç fazlı sinyalize kavşak olarak yeniden analiz edilmiştir. Trafik hacimlerinin yoğun olduğu yaklaşım kolları ayrı birer faz olarak düşünülmüştür ve ana akımların bulunmadığı diğer yaklaşım kollarındaki trafik hacimleri saatlik 350 ta/sa’ in altında olduğu için bu yaklaşım kollarına aynı anda geçiş hakkı verilmiştir. Analizlerde, sinyalize kavşağın devre süresi Senaryo 1’dekine benzer şekilde 140 sn olarak alınmış ve SIDRA programı kullanılarak elde edilen sinyal süreleri VISSIM programına aktararak 50 farklı örnek durum için ortalama taşıt gecikmesi elde edilmiştir.

*Senaryo 4:* Senaryo 4’de, Senaryo 3’de olduğu gibi 3 fazlı denetim tekniği kullanılmış ve merkez ada etrafında depolamanın yapılmadığı varsayılmıştır. Ancak bu senaryodaki analizlerde, Senaryo 3’den farklı olarak, SIDRA programı vasıtası ile elde edilen optimum sinyal süreleri (ortalama taşıt gecikmesini minimize edecek şekilde atanan sinyal süreleri) kullanılmıştır. Daha sonra, Senaryo 3’ e benzer şekilde, SIDRA programı kullanılarak elde edilen sinyal süreleri VISSIM programına aktararak 50 farklı örnek durum için ortalama taşıt gecikmesi elde edilmiştir.

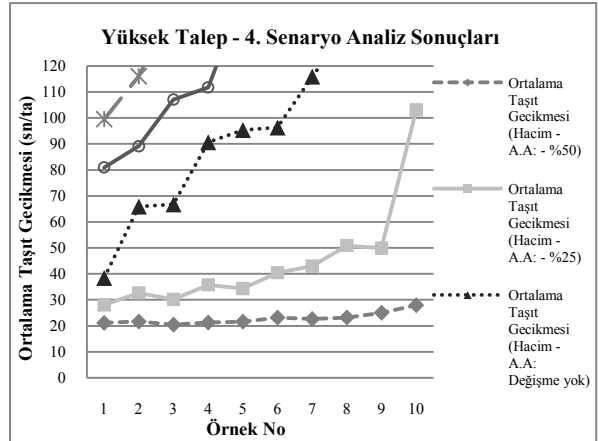
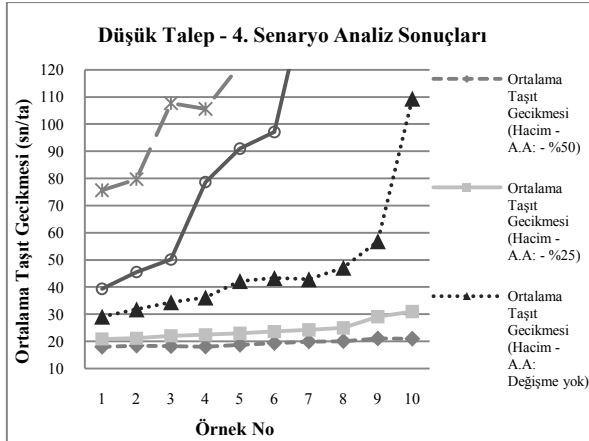
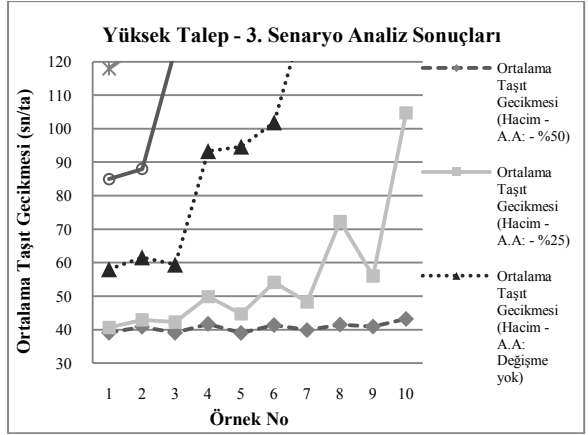
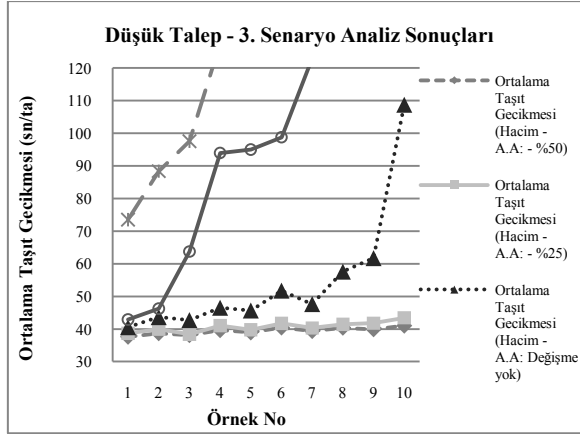
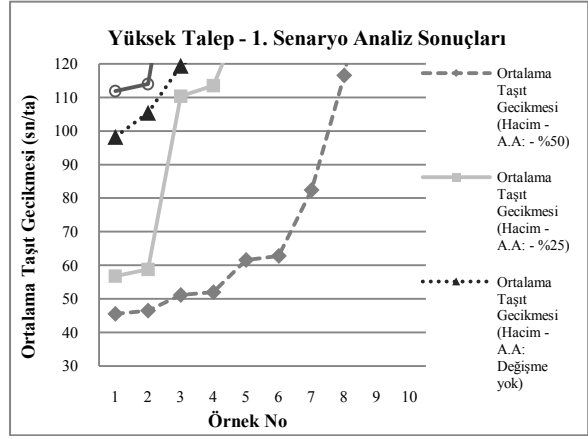
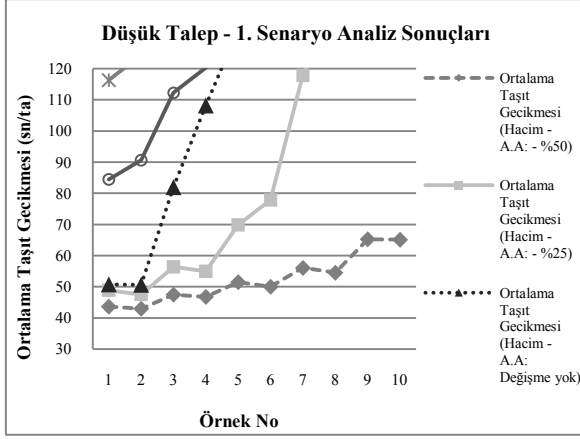
Şekil 3’ de sinyalize dönel kavşağın 2 adet depolama şeridinden oluşması durumunda, Düşük ve Yüksek trafik talepleri için oluşturulan 50 farklı örneğe ait 1 – 3 ve 4. Senaryolarda elde edilen ortalama taşıt gecikmeleri grafiksel olarak gösterilmektedir. Şekil 4’ de ise sinyalize dönel kavşağın, 3 adet depolama şeridinden oluşması durumunda göz önünde bulundurulmuş senaryolar sonucu elde edilen ortalama taşıt gecikmeleri verilmiştir.



Ortalama Gecikmesi 120 sn/ta' dan Daha Az Olan Örnek Durum Sayıları (Depolama = 2 Şerit)				
<b>Düşük Talep</b>	1. Senaryo: 22	2. Senaryo: 32	3. Senaryo: 41	4. Senaryo: 44
<b>Yüksek Talep</b>	1. Senaryo: 14	2. Senaryo: 23	3. Senaryo: 31	4. Senaryo: 33

A. A: Kavşaktaki ana akımlardaki trafik hacmi değişimleri

Şekil 3. Depolamanın 2 Şerit Olması Durumunda 1 – 3 ve 4. Senaryolarda Elde Edilen Ortalama Taşıt Gecikmeleri



Ortalama Gecikmesi 120 sn/ta' dan Daha Az Olan Örnek Durum Sayıları (Depolama = 3 Şerit)				
<b>Düşük Talep</b>	1. Senaryo: <b>25</b>	2. Senaryo: <b>31</b>	3. Senaryo: <b>39</b>	4. Senaryo: <b>40</b>
<b>Yüksek Talep</b>	1. Senaryo: <b>17</b>	2. Senaryo: <b>23</b>	3. Senaryo: <b>29</b>	4. Senaryo: <b>33</b>
A. A.: Kavşaktaki ana akımlardaki trafik hacmi değişimleri				

Şekil 4. Depolamanın 3 Şerit Olması Durumunda 1 – 3 ve 4. Senaryolarda Elde Edilen Ortalama Taşıt Gecikmeleri

Tablo 5 Senaryo 2’de Elde Edilen Yeni Sinyal Süreleri ve Ortalama Taşıt Gecikmeleri

Depolama Şerit Sayısı	Örnek Durum	Kavşaktaki Hacimsel Değişimler	Senaryo No	Batı - Doğu Yeşil Süre (sn)	Ada Yeşil Süre (sn)	Kuzey Yeşil Süre (sn)	Güney Yeşil Süre (sn)	Devre Süresi (sn)	Ortalama Gecikme (sn/ta)
Depolama Şerit Sayısı = 2	Düşük Talep	A. A: -%25	7	17 – 21	53	12	8	90	51.54
			8	18 – 22	57	15	9	95	55.48
			9	18 – 22	57	12	8	95	84.68
			10	18 – 23	61	15	9	100	118.17
		A. A: %0	5	26 – 30	54	13	8	100	101.64
		6	29 – 33	56	14	9	105	107.91	
	A. A: +%25	3	43 – 52	57	15	9	125	111.44	
		4	43 – 52	62	18	11	130	116.66	
		A. A: +%50	1	48 – 56	48	12	8	120	47.12
		2	46 – 54	55	16	11	125	55.96	
		A. A: -%50	9	14 – 19	50	12	9	85	47.72
			10	14 – 19	55	14	10	90	51.42
	Yüksek Talep	A. A: -%25	5	25 – 32	52	12	8	100	72.27
			6	23 – 30	59	16	11	105	116.91
		A. A: %0	3	40 – 50	59	15	9	125	110.64
			4	41 – 51	63	17	11	130	117.01
		A. A: +%25	1	42 – 57	52	13	8	125	77.07
			2	41 – 55	59	17	11	130	101.22
A. A: +%50	1	43 – 58	51	11	8	125	112.92		
Depolama Şerit Sayısı = 3	Düşük Talep	A. A: -%25	8	18 – 22	52	13	9	90	71.40
			9	21 – 25	49	10	8	90	119.70
		A. A: %0	5	33 – 37	52	12	9	105	98.56
			6	33 – 37	57	15	11	110	114.41
	A. A: +%25	4	47 – 55	59	16	11	130	102.35	
		2	45 – 54	55	16	11	125	81.73	
	Yüksek Talep	A. A: -%50	9	16 – 20	49	10	8	85	76.49
			5	25 – 33	51	12	8	100	110.55
		A. A: -%25	6	25 – 32	57	15	11	105	114.78
			4	39 – 47	57	15	11	120	102.96
	A. A: %0	1	45 – 60	54	14	9	130	88.87	
		2	46 – 61	58	16	11	135	109.45	
Sarı Süre: 2+2 = 4 sn (Her fazın başlangıcında ve bitişinde)									
Ortak Kırmızı Süre: 4+4 = 8 sn (Her faz geçişinde)									
A.A : Kavşaktaki ana akımdaki trafik hacmi değişimleri									



## Sonuçlar

Bu çalışmada, yapılan analizlerin sonuçları iki kısımda değerlendirilmiştir. Öncelikli olarak, depolama şerit sayısı farketmeksizin elde edilen genel sonuçlardan bahsedilmiştir. Sonraki aşamada depolama şerit sayısının kavşak performansı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Talebin düşük ve yüksek olması durumları için yapılan analizler sonucunda elde edilen genel sonuçlar şu şekilde sıralanabilir:

1. Toplam trafik hacminin artması, ortalama taşıt gecikmelerini de arttırmıştır.
2. Toplam trafik hacminin aynı olması durumunda, hem ana akımdaki hem de diğer akımlardaki sola dönüş oranı arttıkça, kavşaktaki ortalama gecikmeler artmıştır.
3. Senaryo 1'e göre, ortalama taşıt gecikmesinin 120 sn' nin üzerinde olduğu örnek durumların nedeni olarak, sinyal sürelerinin dengesiz dağılımı ve merkez ada etrafındaki yeşil sürenin, yeterli olmaması gösterilebilir.
4. Senaryo 2'de, geliştirilen sinyal süresi hesabı yaklaşımı ile, bazı örnek durumlara ait ortalama taşıt gecikmelerinin azaltılabildiği mümkün hale gelmiştir.
5. Senaryo 3 ve 4' de ana akımlardaki sola dönüş hareketlerinde depolamanın yapılmadığı durumlarda, ortalama gecikme değeri 120 sn' nin altında olan örnek durum sayısı artmıştır.
6. Senaryo 4'de optimum devre süreleri kullanıldığı için, örnek durumlara ait ortalama gecikmeler oldukça düşüktür. Ortalama gecikmesi 120 sn' nin altında olan örneklerin en fazla görüldüğü senaryodur. Toplam trafik hacmi arttıkça optimum devre süreleri de artmıştır. Ayrıca toplam trafik hacminin aynı olduğu durumlarda sola dönüş hareketi yapacak olan taşıt sayısındaki artış ile birlikte optimum devre süreleri artış göstermiştir.

Bu çalışmanın ana amaçlarından birisi de depolama şerit sayısının sinyalizasyon kavşak performansı üzerindeki etkisinin belirlenmesidir. Elde edilen sonuçlar ışığında, depolamanın yapıldığı şerit sayısının kavşak performansına etkileri ise aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

1. Depolama şerit sayısının 2 olması durumunda, ana akımlardaki sola dönüş oranı arttıkça depolama alanı yetersiz kalmış, bu durum ortalama taşıt gecikmelerinin artmasına ve kavşağın tıkanmasına sebep olmuştur.
2. Depolama şerit sayısının 3 olması durumunda, depolama alanı arttığı için, ortalama gecikmelerde ani bir artış görülmemiş, gecikmeler kademeli bir şekilde artış göstermiştir. Ayrıca, ana yaklaşım kollarında en sağ şeritte bulunan taşıtlar da sola dönüş hareketi yapmakta olup bu taşıtlar orta ve sol şeritte hareketlerine devam eden taşıtların hareketlerini kısıtlamaktadır. Bu yüzden ortalama taşıt gecikmelerinde artış görülmüştür.

## Teşekkür

Yazarlar, analizlerde kullandıkları VISSIM programı için Planung Transport Verkehr AG' ye ve SIDRA programı için Dr. Rahmi AKÇELİK' e teşekkürlerini sunarlar.

## Kaynaklar

- Akcelik, R. (1988) The Highway Capacity Manual Delay Formula for Signalized Intersections, Institute of Transportation Engineers, 58 (3), pp. 23-27.
- Akgüngör, A. P. (2004) Sinyalize Kavşaklarda Gecikme Tahmininin Matematiksel Modellenmesi I: Farklı Çözümleme Süreleri için Zamana Bağlı Yeni Bir Gecikme Modeli, Teknoloji, 7 (3), pp. 369-379.
- Bai, Y., Chen W., Xue K. (2010) Association of Signal-Controlled Method at Roundabout and Delay, 2010 International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation, 1, Changsha, IEEE, pp. 816-820.
- Brabender, B. D., Vereeck L. (2007) Safety Effects of Roundabouts in Flanders: Signal Type, Speed Limits and Vulnerable Road Users, Accident Analysis & Prevention, 39 (3), pp. 591-599.
- Chaudhry, M. S., Ranjtkar, P. (2013) Delay Estimation at Signalized Intersections with Variable Queue Discharge Rate, Proceedings of Eastern Asia Society for Transportation Studies, 9, pp. 1764-1775.
- Çakıcı, Z. (2014) Sinyalize Dönel (Yuvarlakada) Kavşakların Tasarım Esaslarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Dion, F., Rakha, H., Kang, Y. S. (2004) Comparison of Delay Estimates at Under-Saturated and Over-Saturated Pre-Timed Signalized Intersections”, Transportation Research Part B: Methodological, 38 (2), pp. 99-122.
- Johnnie, B.E., Ahmed, A., Iman, A. (2012) Extent of Delay and Level of Service at Signalized Roundabout, International Journal of Engineering & Technology, 2 (3), pp. 419-424.
- Ma, W., Liu, Y., Head, L., Yang, X. (2013) Integrated Optimization of Lane Markings and Timings for Signalized Roundabouts, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 36, pp. 307-323.
- Maher, M. (2008) The Optimization of Signal Settings on a Signalized Roundabout Using the Cross-Entropy Method, Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, 23 (2), pp. 76-85.
- Murat, Y. S. (2006) Comparison of Fuzzy Logic and Artificial Neural Networks Approaches in Vehicle Delay Modeling, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 14 (5), pp. 316-334.
- Mousa, M. R. (2002) Analysis and Modeling of Measured Delays at Isolated Signalized Intersections, Journal of Transportation Engineering, 128, pp. 347-354.
- Qian, H., Li, K., Sun, J. (2008) The Development and Enlightenment of Signalized Roundabout, 2008 International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation, 2, Hunan, IEEE, pp. 538-542.
- Tracz, M., Chodur, J. (2012) Performance and Safety of Roundabouts with Traffic Signals, SIIV-5th International Congress – Sustainability of Road Infrastructures 2012 (Procedia-Social and Behavioral Sciences), 53, pp. 788-799.

# Sinyalize Yol Ağlarında Bağ Kapasite Artırımı ve Sinyal Optimizasyonu Problemlerinin Eşzamanlı Çözümü

**Özgür BAŞKAN<sup>1</sup>, Cenk OZAN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Pamukkale Üniversitesi, Müh. Fak., İnş. Müh. Böl., Kınıklı, 20070, Denizli  
Tel: (258) 2963416

E-Posta: obaskan@pau.edu.tr

<sup>2</sup>Adnan Menderes Üniversitesi, Müh. Fak., İnş. Müh. Böl., 09100, Aydın  
Tel: (256) 2137503

E-Posta: cenk\_ozan@hotmail.com

## Öz

Ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerde kentiçi yol ağlarının etkin işletimi özellikle yerel kaynakların verimli kullanımı noktasında oldukça önemlidir. Yol ağlarının etkin işletimi ise sinyal sürelerinin optimum şekilde düzenlenmesi ve ağ içindeki kapasite artırımına aday olabilecek bağların kapasitesinin belirlenmesi ile sağlanabilmektedir. Bu çalışmada, sinyalize yol ağlarında bağ kapasite artırımı ve sinyal optimizasyonu problemlerinin eşzamanlı olarak çözülebilmesi için iki seviyeli programlama tekniğinden faydalanılmıştır. Alt seviye trafik atama problemi olarak temsil edilmiş üst seviyede ise ulaşım ağındaki toplam seyahat süresi ve yatırım fonksiyonundan oluşan amaç fonksiyonunun en küçüklenmesine çalışılmıştır. Çözüm için sezgisel Armoni Araştırması Tekniği'nden (AAT) faydalanılmıştır. Geliştirilen modelde üst seviyede oluşturulan herhangi bir sinyal ve bağ kapasite artırımı planına bağlı olarak alt seviyede trafik atama problemi çözülerek sürücülerin bu plana olan tepkileri değerlendirilmiştir. Çalışmada Sioux-Falls ulaşım ağı kullanılmıştır. 24 düğüm ve 76 bağdan oluşan ulaşım ağında 7 adet kavşak sinyalize olarak kabul edilmiştir. Sinyalize kavşaklara bağlanan 16 adet bağ ise kapasite artırımına aday bağlar olarak seçilmiştir. Geliştirilen model kullanılarak her bir olası bağ kapasite artırımı ve sinyal planına göre trafik atama problemi çözülerek ağdaki toplam seyahat süresi ve yatırım fonksiyonu değerini en küçükleyen plan belirlenmiştir. Sayısal uygulama sonucunda, bağ kapasite artırımı ve sinyal optimizasyonu problemlerinin eşzamanlı olarak çözümünün geliştirilen model ile yapılabileceği ortaya konmuştur.

**Anahtar sözcükler:** Bağ kapasite artırımı; sinyal optimizasyonu; Armoni Araştırması Tekniği.

## Giriş

Ulaştırma problemlerinin oldukça karmaşık ve birçok parametreye bağlı olması nedeniyle çözümde problemleri birbirinden bağımsız olarak ele almak literatürde kolaylık açısından çoğu zaman tercih edilmektedir. Ancak bu durum birbiri ile içsel bağımlılığı olan parametrelerin ayrı olarak değerlendirilmesi durumunu ortaya çıkarmaktadır. Bağ kapasite artırımı ve sinyal optimizasyonu problemlerinin genellikle ayrı olarak değerlendirilmesi istenilen doğrulukta sonuçların elde edilmesini zorlaştırmaktadır. Söz konusu problemlerin birbiri ile göz ardı edilemeyecek derecede bağlantılı olduğu oldukça açıktır. Herhangi bir ulaşım ağındaki bağlarda kapasite artırımına gidilmesi diğer ağ parametrelerinin sabit kalması durumunda dahi optimum sinyal sürelerinin değişmesine neden olacaktır. Bu nedenle her iki

problemin eşzamanlı çözümü buna bağlı olarak optimum kapasite artırımı ve sinyal sürelerinin belirlenmesi karar vericiler tarafından yapılan planlamaların başarı şansını artıracaktır. Literatürde kapasite artırımı probleminin çözümü amacıyla yapılan çalışmalar Abdulaal ve LeBlanc (1979) ile başlamıştır. Sonrasında Suwansirikul ve diğ. (1987) bağ kapasite artırımı probleminin çözümü amacıyla yeni bir sezgisel metot önermiş ve farklı ulaşım ağları üzerinde test etmiştir. Chiou (2005) problemin çözümü için eğitim tabanlı metotlar önermiş ve ulaşım ağları üzerinde geliştirilen metotları test etmiştir. Ayrıca Karoonsoontawong ve Waller (2006) çözüm için sezgisel metotlar önermiş ve metotların çözümdeki avantaj ve dezavantajları çalışmada belirtilmiştir. Li ve diğ. (2012) bağ kapasite artırımı problemini tek seviyeli problemler serisi haline dönüştürmüş ve çözümde global optimizasyon metodunu önermiştir. Başkan (2013a) ulaşım ağına eklenecek bağların belirlenmesi ve kapasite artımı problemlerinin eş zamanlı olarak çözümünü gerçekleştirmiş ve gerçek ulaşım ağı üzerinde test etmiştir. Başkan (2013b) ve Başkan (2014) bağ kapasite artırımı probleminin çözümünde Guguk kuşu ve Armoni Araştırması sezgisel algoritmalarının performanslarını farklı ulaşım ağları üzerinde test etmiş ve başarılı sonuçlar elde etmiştir. Diğer taraftan literatürde sinyal optimizasyonu probleminin ayrı olarak değerlendirildiği çalışmalar oldukça fazladır. Bu konudaki ilk çalışmalardan biri Allsop ve Charlesworth (1977) tarafından yapılmış ve sinyal optimizasyonu probleminin çözümü için karşılıklı iteratif yaklaşımı kullanılmıştır. Heydecker ve Khoo (1990) ise sinyal optimizasyonu problemini kısıtlı optimizasyon problemi olarak ele almıştır. Yang ve Yagar (1995) ise problemin çözümünde duyarlılık tabanlı algoritma kullanmış ve ulaşım ağı üzerinde test etmiştir. Teklu ve diğ. (2007) sinyal optimizasyon probleminin çözümünde genetik algoritma tekniğini kullanmış ve geliştirilen algoritmayı gerçek ulaşım ağı üzerinde test etmiştir. Dell'Orco ve diğ. (2013) stokastik kullanıcı dengesi altında optimum sinyal sürelerinin belirlenmesi amacıyla iki seviyeli programlama yaklaşımını önermiş ve Armoni Araştırması sezgisel algoritmasını çözüm için kullanmışlardır. Son zamanlarda Ozan ve diğ. (2015) koordine sinyalle ağlarda sinyal optimizasyonu problemini modifiye pekiştirmeli öğrenme yaklaşımı altında çözmüş ve başarılı sonuçlar elde etmişlerdir.

Literatürden görülebileceği gibi bağ kapasite artırımı ve sinyal optimizasyonu problemlerinin ayrı olarak değerlendirildiği birçok çalışma olmasına rağmen her iki problemin eşzamanlı çözümünün gerçekleştirildiği çalışma oldukça azdır. Ziyou ve Yifan (2002) optimum sinyal süreleri ve kapasite artırımlarının belirlenmesi için rezerv kapasite kavramını kullanmıştır. Sonuçlar söz konusu problemlerin eşzamanlı çözümünün daha gerçekçi sonuçlar verdiğini göstermiştir. Chiou (2008a) ve Chiou (2008b) yapmış olduğu çalışmalarda sinyalle yol ağlarında kapasite artırımı probleminin çözümünde eşzamanlı olarak sinyal optimizasyonu problemini de ele almış ve başarılı sonuçlar elde etmiştir. Karoonsoontawong ve Waller (2010) kapasite artırımı, sinyal optimizasyonu ve dinamik trafik atama problemlerinin birlikte çözümünü gerçekleştirebilen bir metot önermiş ve ulaşım ağları üzerinde test etmiştir. Literatürden görülebileceği gibi söz konusu problemlerin eşzamanlı çözümünün yapılabilmesi amacıyla farklı algoritmaların ve modellerin geliştirilmesinin ve performanslarının değerlendirilmesinin gerekliliği açıktır. Bu nedenle çalışmada sinyal optimizasyonu ve optimum bağ kapasite artırımı problemlerinin birlikte çözümünü gerçekleştirebilen yeni bir sezgisel çözüm algoritması geliştirilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde problem formülasyonu, sonraki bölümde geliştirilen sezgisel çözüm algoritması, dördüncü bölümde sayısal uygulamalar ve son bölümde sonuçlar ve gelecekte yapılması planlanan çalışmalar verilmiştir.

## Problem Formülasyonu

Bağ kapasite artırımı ve sinyal optimizasyonu problemlerinin birçok parametreye bağlı olması ve probleme özgü amaç fonksiyonunun belirlenebilmesi için denge bağ akımlarının bulunması gerekmektedir. Çalışmada problemin çözümü için iki seviyeli programlama tekniğinden faydalanılmıştır. Üst seviyede ağ toplam seyahat süresi ve yatırım fonksiyonundan oluşan amaç fonksiyonunun en küçüklenmesi amaçlanırken alt seviyede ise kapasite artırımı ve sinyal planlarına bağlı olarak denge bağ akımları trafik atama probleminin çözümü ile belirlenebilmektedir. Üst seviye (ÜS) amaç fonksiyonu Denklem (1)'de verilmiştir.

$$\text{ÜS} \quad \min_y Z(x, y, \psi) = \sum_{a \in A} (t_a(x_a, y_a) x_a + \rho g_a(y_a)) \quad (1)$$

$$0 \leq y_a \leq y_a^{\max}, \quad \forall a \in A \quad (2)$$

$$\phi_m^{\min} \leq \phi_m \leq \phi_m^{\max}, \quad \forall m \in M \quad (3)$$

Burada;  $y_a^{\max}$ ,  $a \forall a \in A$  bağının maksimum kapasite artırımı olarak verilmiştir. Ayrıca Denklem (2)'de verilen kısıt bağ yatırım maliyetlerinin toplam bütçeyi aşmamasını sağlamaktadır. Denklem (3) ise faz yeşil sürelerinin maksimum ve minimum alabileceği değerleri belirtmektedir.

Alt seviyede (AS) ise denge bağ akımları Deterministik Kullanıcı Dengesi (DKD) yaklaşımı altında belirlenebilmektedir. Wardrop (1952) birinci ilkesine göre herhangi bir B-V çifti arasındaki tüm kullanılan rotaların seyahat maliyetleri kullanılmayan rotaların seyahat maliyetine eşit yada daha azdır. Bu yaklaşımda tüm sürücülerin rotalar hakkında mükemmel bilgiye sahip olduğu ve en az maliyetli rotaları seçtiği kabulü yapılmaktadır. Her ne kadar söz konusu ifade gerçeği tam olarak yansıtmasa da, bu yaklaşım altında trafik atama probleminin konveks olması nedeniyle literatürde sıkça tercih edilmektedir. DKD trafik ataması Denklem (4)'de verildiği gibi ifade edilebilmektedir.

$$\text{AS} \quad \min_x z = \sum_{a \in A} \int_0^{x_a} t_a(w, y_a, \psi_a) dw \quad (4)$$

$$\sum_{k \in K} f_k^{rs} = D_{rs} \quad \forall r \in R, s \in S, k \in K_{rs} \quad (5)$$

$$x_a = \sum_{rs} \sum_{k \in K_{rs}} f_k^{rs} \delta_{a,k}^{rs} \quad \forall r \in R, s \in S, a \in A, k \in K_{rs} \quad (6)$$

$$f_k^{rs} \geq 0 \quad \forall r \in R, s \in S, k \in K_{rs} \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^m \phi_i + I_i = \zeta_l \quad \forall l \in L \quad (8)$$

Burada;  $t_a(w, y_a, \psi_a)$ ,  $a \forall a \in A$  bağının maliyetini temsil etmekte ve Amerikan Karayolları Bürosu (BPR) tarafından belirlendiği şekliyle Denklem (9)'da verildiği gibi ifade edilmektedir.

$$t_a(x_a, y_a, \psi_a) = \alpha_a + \beta_a \left( \frac{x_a}{\theta_a + y_a} \right)^4 \quad (9)$$

Alt seviye amaç fonksiyonunun kısıtlarından biri olan Denklem (5) herhangi bir B-V çifti  $r-s$  arasında bulunan rotalardaki toplam trafik hacminin talebe eşit olması gerektiğini ifade etmekte; Denklem (6) herhangi bir bağdaki trafik hacminin bu bağı kullanan rotalardaki trafik hacminin toplamına eşit olması durumunu göstermektedir. Ayrıca tüm rota trafik hacimlerinin pozitiflik kısıtı Denklem (7)'de verilmektedir. Denklem (8) ise sinyalize kavşaklardaki faz yeşil süreleri ile yeşillerarası sürelerin toplamının kavşağın devre süresine eşit olması gerektiğini ifade etmektedir.

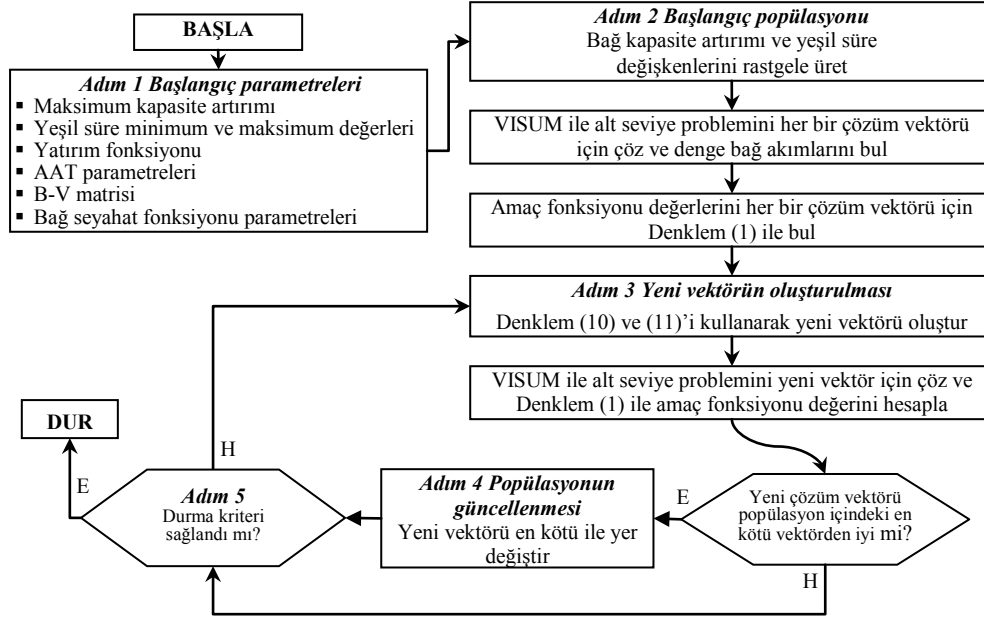
### Sezgisel Çözüm Algoritması

Çalışmada bağ kapasite artırımı ve sinyal optimizasyon problemlerinin birlikte çözümü amacıyla sezgisel iki seviyeli çözüm algoritması geliştirilmiştir. Visual Basic (VBA) programlama dilinde kodlanan çözüm algoritmasında sinyalize yol ağına ait karar değişkenleri üst seviyede belirlenirken, DKD bağ akımları alt seviyede VISUM (PTV AG, 2014) yazılımı ile belirlenmiştir. Geliştirilen algoritmada sezgisel Armoni Araştırması Tekniği (AAT) kullanılmıştır. Geem ve diğ. (2001) tarafından geliştirilen AAT, bir orkestradaki müzisyenlerin çaldıkları notalar ile armonik açıdan en iyi melodinin elde edilmesi prensibine dayanmaktadır. Bir orkestrada tüm orkestra elemanlarının birbirleri ile armonik açıdan uyumlu bir şekilde çalmaları ile en estetik melodiye yaklaşıırken, optimizasyon sürecinde en iyi çözüm amaç fonksiyonu değerinin global optimuma giderek yaklaşması sonucu elde edilebilmektedir. AAT sürecinde diğer sezgisel algoritmalarda olduğu gibi ilk olarak başlangıç popülasyonu (armoni belleği) rastgele oluşturulur. Çalışmada çözümü yapılan probleme özgü olarak değişkenler dikkate alınarak başlangıç popülasyonu Şekil 1'de verildiği gibi oluşturulmaktadır.

Kapasite artırımı değişkenleri						yeşil süre değişkenleri					
$y_{11}$	$y_{12}$	..	..	..	$y_{1n}$	$\phi_{11}$	$\phi_{12}$	..	..	..	$\phi_{1m}$
$y_{21}$	$y_{22}$	..	..	..	$y_{2n}$	$\phi_{21}$	$\phi_{22}$	..	..	..	$\phi_{2m}$
↓	↓				↓	↓	↓				↓
$y_{p1}$	$y_{p2}$	..	..	..	$y_{pn}$	$\phi_{p1}$	$\phi_{p2}$	..	..	..	$\phi_{pm}$

Şekil 1 Başlangıç popülasyonu

Burada;  $n$  ulaşım ağına kapasite artırımına aday bağların sayısını,  $m$  sinyalize kavşaklardaki toplam faz sayısını,  $p$  ise popülasyon büyüklüğünü ifade etmektedir. Geliştirilen sezgisel algoritmada başlangıç popülasyonunun her bir satırı, kapasite artırımı ve faz yeşil süreleri değişkenlerinin maksimum ve minimum sınırları içerisinde rastgele oluşturulur. Sonrasında popülasyon büyüklüğü kadar oluşturulan karar değişkenleri vektörleri VISUM yazılımına aktarılır ve trafik atama modülü çalıştırılarak denge bağ akımları elde edilir. Elde edilen bağ akımları, bağ seyahat süreleri ve yatırım fonksiyonu kullanılarak Denklem (1) yardımıyla tüm vektörler için amaç fonksiyonu değerleri elde edilir. Geliştirilen algoritmanın adımları Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2 Algoritma adımları

Yeni vektörün oluşturulması için karar değişkenleri  $y'_i$  ve  $\phi'_i$ ,  $i=1,2, \dots, h$ , belli bir olasılık dahilinde mevcut popülasyon içinden rastgele olarak seçilmekte yada çözüm kümesi içinden seçilmektedir. Bunu sağlayan AAT parametresi, Armoni Belleğini Dikkate Alma Oranı (HMCR) olarak ifade edilir. Seçim işleminin nasıl yapıldığı Denklem (10)'da verilmiştir:

$$y'_i \wedge \phi'_i = \begin{cases} y'_i \wedge \phi'_i \in \{y_{1i}, y_{2i}, y_{3i}, \dots, y_{pi}\} \wedge \{\phi_{1i}, \phi_{2i}, \phi_{3i}, \dots, \phi_{pi}\} & \text{rnd}(0,1) \leq \text{HMCR} \\ y'_i \wedge \phi'_i \in \{0 \leq y'_i \leq y_i^{\max}\} \wedge \{\phi_i^{\min} \leq \phi'_i \leq \phi_i^{\max}\} & \text{aksi takdirde} \end{cases} \quad (10)$$

Bu aşamadan sonra, ton ayarlama işleminin gerekli olup olmadığının belirlenmesi için her karar değişkeninin değerlendirilmesi yapılmaktadır. Karar değişkenleri için bu işlem Ton Ayarlama Oranı (PAR) olarak ifade edilen parametre ile aşağıdaki gibi yapılmaktadır:

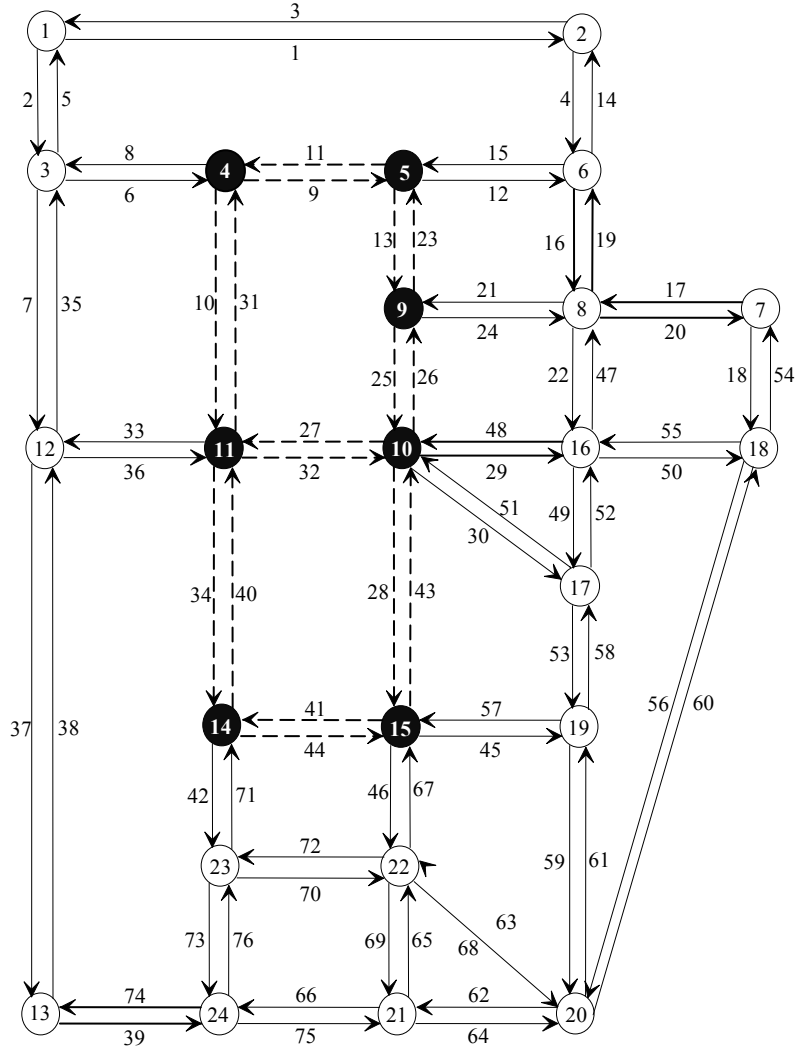
$$y'_i \wedge \phi'_i = \begin{cases} (y'_i \wedge \phi'_i) \pm \text{rnd}(0,1) * b_g & \text{rnd}(0,1) \leq \text{PAR} \\ y'_i \wedge \phi'_i & \text{aksi takdirde} \end{cases} \quad (11)$$

Burada;  $\text{rnd}(0,1)$  olarak verilen ifade (0-1) arasında üretilen rastgele sayıyı temsil etmekte,  $b_g$  ise kullanıcıya özel bant genişliği olarak kullanılmaktadır. Yeni vektör üretildikten sonra amaç fonksiyonu belirlenmekte ve eğer yeni vektör popülasyon içindeki en kötü vektörden daha iyi bir sonuç veriyorsa popülasyona dahil edilmekte ve en kötü vektör popülasyondan çıkarılmaktadır. Son olarak algoritmanın durma koşulunun sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmektedir. Koşulun sağlanmaması durumunda, Adım 3 ile 5 arasındaki işlemler istenen koşul sağlanıncaya yada verilen maksimum iterasyon sayısına ulaşıncaya kadar tekrar edilir.

## Sayısal Uygulama

Geliştirilen algoritmanın test edilmesi amacıyla 24 düğüm, 76 bağ ve 552 B-V çifti olan Sioux Falls ulaşım ağı seçilmiş ve Şekil 3'de verilmiştir. Bağ parametreleri ve B-V matrisi Başkan (2014)'den alınmıştır. Şekilden görülebileceği gibi kesikli çizgi ile belirtilen bağlar

kapasite artırımına aday bağlar olup bunlar arasındaki koyu olarak belirtilen düğümler sinyalizasyon kavşakları olarak seçilmiştir. 4,5,9 ve 14 nolu kavşaklar 3 fazlı, diğerleri 4 fazlı olarak düzenlenmiştir. Bağ seyahat maliyet fonksiyonu olarak Denklem (9)'da verilen fonksiyon kullanılmıştır.



Şekil 3 Sioux Falls ulaşım ağı

Sioux Falls ulaşım ağı için kullanılan üst seviye amaç fonksiyonu literatürle uyumlu olarak Denklem (12)'de verilmiştir. Faz yeşil süre minimum ve maksimum değerleri 7 ve 40 sn, yeşillerasası süre ise 5 sn olarak seçilmiş ve devre süreleri buna bağlı olarak her bir sinyal çözüm vektörü için belirlenmiştir. Maksimum kapasite artırımını ise 20 olarak seçilmiştir (Başkan, 2014).

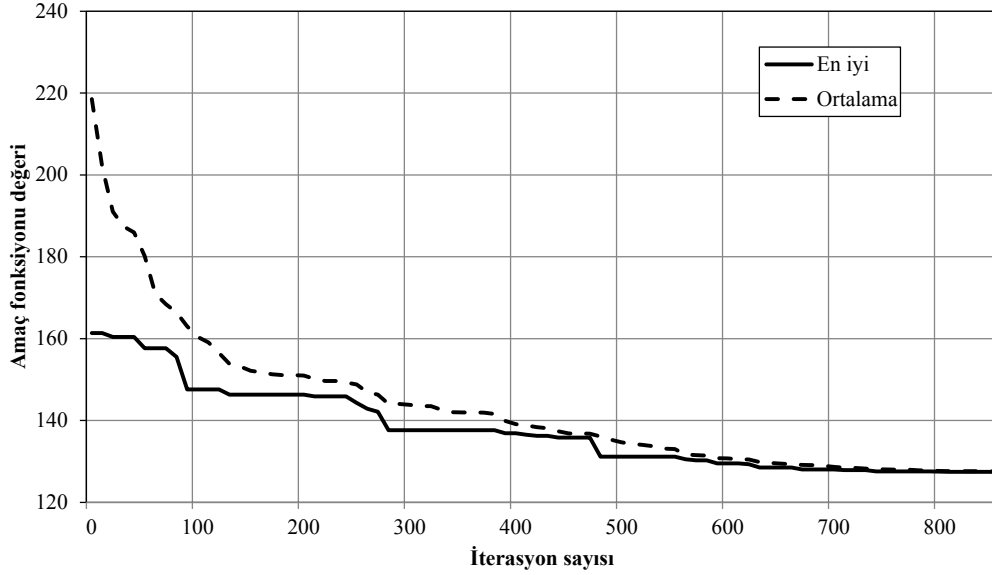
$$\min_y Z(x, y, \psi) = \sum_{a \in A} (t_a(x_a, y_a)x_a + 0.001d_a y_a^2) \quad (12)$$

$$0 \leq y_a \leq y_a^{\max}, \quad \forall a \in A \quad (13)$$

$$\phi_m^{\min} \leq \phi_m \leq \phi_m^{\max}, \quad \forall m \in M \quad (14)$$



Alt seviye problemi olarak ifade edilen DKD trafik atama problemi VISUM yazılımı ile çözülmüştür.  $t$ . iterasyonda armoni belleği içindeki en iyi amaç fonksiyonu değeri ile ortalama değer arasındaki göreceli hatanın 0.001'den küçük olması durumunda algoritma sonlandırılmıştır. HMCR, PAR ve  $p$  parametreleri 0.90, 0.40 ve 10 olarak seçilmiştir. Önerilen algoritmanın Sioux Falls ulaşım ağına uygulanması neticesinde elde edilen amaç fonksiyonu yakınsama grafiği Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4 Sioux Falls ağı yakınsama grafiği

Geliştirilen algoritmanın çalıştırılması neticesinde verilen durma kriteri 850. iterasyonda sağlanmış ve algoritma sonlandırılmıştır. Algoritmanın başlangıç belleğini oluşturmasından sonra elde edilen en iyi ve ortalama değerler yaklaşık 160 ve 220 iken özellikle ilk 400 iterasyon sonunda AAT'nin operatörleri sayesinde önemli bir iyileşme sağlanmıştır. 850 iterasyon sonunda amaç fonksiyonu değeri yaklaşık 127 olarak elde edilmiş ve başlangıç değerine göre yaklaşık % 20 iyileşme elde edilmiştir. Elde edilen optimum bağ kapasite artırım değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1 Bağ kapasite artırımları

Bağ No	$y_a$	Bağ No	$y_a$
9	8.29	27	3.72
11	0.00	32	7.77
13	1.63	34	<b>10.47</b>
23	0.29	40	8.84
25	<b>11.52</b>	28	1.94
26	6.16	43	1.36
10	0.00	44	2.57
31	4.05	41	2.60

Çözüm sonunda en fazla kapasite artırımının ağın performansı açısından 9 ve 10 nolu kavşaklar arasındaki 25 nolu bağ ile 11 ve 14 nolu kavşaklar arasındaki 34 nolu bağda yapılmasının uygun olacağı belirlenmiştir. Ayrıca kapasite artışına aday olan bağlar arasındaki sinyalize kavşaklardaki optimum sinyal süreleri belirlenmiş ve Tablo 2'de verilmiştir. Elde edilen denge bağ akımları ise Tablo 3'de verilmiştir. Ayrıca kapasite artırımına aday bağların denge akımları Tablo 3'de koyu olarak belirtilmiştir.

Tablo 2 Optimum sinyal süreleri

Kavşak No	Devre süresi (sn)	Faz No	Yeşil başlangıç (sn)	Yeşil bitiş (sn)	Kavşak No	Devre süresi (sn)	Faz No	Yeşil başlangıç (sn)	Yeşil bitiş (sn)
4	113	1	0	40	10	75	1	0	13
		2	45	66			2	18	25
		3	71	108			3	30	53
5	94	1	0	17	11	144	4	58	70
		2	22	62			1	0	40
		3	67	89			2	45	61
9	50	1	0	17	15	100	3	66	106
		2	22	29			4	111	139
		3	34	45			1	0	18
14	42	1	0	13	15	100	2	23	44
		2	18	25			3	49	62
		3	30	37			4	67	95

Tablo 3 Denge bağ akımları

Bağ No	Hacim (10 <sup>3</sup> tş/sa)	Bağ No	Hacim (10 <sup>3</sup> tş/sa)	Bağ No	Hacim (10 <sup>3</sup> tş/sa)
1	5.85	27	<b>24.30</b>	53	9.64
2	8.42	28	<b>20.60</b>	54	17.40
3	4.73	29	11.20	55	22.20
4	7.83	30	8.64	56	22.30
5	9.54	31	<b>9.81</b>	57	16.50
6	13.70	32	<b>18.10</b>	58	11.30
7	14.00	33	9.3	59	10.40
8	17.50	34	<b>15.30</b>	60	23.10
9	<b>20.40</b>	35	11.30	61	8.81
10	<b>4.17</b>	36	12.50	62	7.69
11	<b>18.70</b>	37	15.80	63	8.51
12	9.20	38	16.50	64	7.44
13	<b>18.50</b>	39	12.00	65	9.66
14	6.71	40	<b>11.60</b>	66	10.80
15	11.40	41	<b>8.03</b>	67	22.50
16	14.10	42	7.98	68	7.86
17	13.50	43	<b>21.30</b>	69	8.31
18	20.30	44	<b>8.00</b>	70	11.40
19	15.20	45	19.80	71	4.26
20	16.40	46	18.50	72	9.43
21	3.42	47	8.78	73	9.25
22	9.96	48	16.90	74	12.60
23	<b>14.60</b>	49	11.80	75	11.90
24	8.57	50	18.50	76	7.49
25	<b>18.40</b>	51	9.78		
26	<b>19.80</b>	52	12.40		

Tablo 2'den görülebileceği gibi en yüksek devre süreleri 4 ve 11 nolu kavşaklarda elde edilmiştir. Ancak bu değerlerin kavşak faz diyagramlarına bağlı olarak değişebileceği açıktır. Ayrıca bu çalışmada tüm sinyalizasyon kavşakları izole olarak değerlendirilmiştir. Kavşakların koordine olarak düzenlenmiş olması durumunda sonuçların farklı olacağı ve bu durumun göz önüne alınarak sinyalizasyon ağ tasarımının yapılması gerektiği unutulmamalıdır.

## Sonuçlar

Bu çalışmada bağ kapasite artırımı ve sinyal optimizasyonu problemlerinin eşzamanlı çözümü amacıyla iki seviyeli sezgisel algoritma geliştirilmiştir. Üst seviyede toplam ağ seyahat süresi ve yatırım fonksiyonundan oluşan amaç fonksiyonunun en küçüklenmesi amacıyla AAT'den faydalanılmıştır. DKD trafik ataması alt seviye problemi olarak ifade edilmiş ve çözüm için VISUM yazılımı kullanılmıştır. Geliştirilen algoritma VBA programlama dilinde kodlanmış ve test edilmesi amacıyla Sioux Falls ulaşım ağına uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar sinyal optimizasyonu ve bağ kapasite artırımı problemlerinin eşzamanlı çözümünde geliştirilen algoritmanın kullanılabilirliğini göstermiştir.

## Teşekkür

VISUM 14 yazılımının akademik olarak kullanımını sağlayan Planung Transport Verkehr (PTV) AG'ye teşekkür ederiz.

## EK: Notasyon

$A$	Bağlar kümesi
$K_{rs}$	B-V çifti $rs \forall r \in R, s \in S$ arasındaki rotalar kümesi
$R$	Başlangıç kümesi
$S$	Varış kümesi
$M$	Faz kümesi, $\forall m \in M$
$N$	Kapasite artırımına aday bağlar kümesi, $\forall n \in N$
$L$	Sinyalize kavşaklar kümesi, $\forall l \in L$
$\psi(\phi, \zeta)$	Sinyal değişkenleri
$\mathbf{D}$	B-V talepleri vektörü, $\mathbf{D} = [D_{rs}] \forall r \in R, s \in S$
$\mathbf{f}$	Rota akımları vektörü, $\mathbf{f} = [f_k^{rs}] \forall r \in R, s \in S, k \in K_{rs}$
$\mathbf{t}$	Bağ seyahat süreleri vektörü, $\mathbf{t} = [t_a(x_a, y_a)] \forall a \in A$
$\mathbf{x}$	Denge bağ akımları vektörü, $\mathbf{x} = [x_a] \forall a \in A$
$\mathbf{y}$	Bağ kapasite genişletme vektörü, $\mathbf{y} = [y_a] \forall a \in A$
$\phi$	Yeşil süre vektörü
$d_a$	Maliyet katsayısı, $\forall a \in A$
$\theta_a$	Bağ kapasitesi, $\forall a \in A$
$Z$	Üst seviye amaç fonksiyonu
$z$	Alt seviye amaç fonksiyonu
$I$	Yeşillerarası süre
$\rho$	Yatırım maliyetinden seyahat süresine dönüşüm faktörü
$g_a(y_a)$	Yatırım fonksiyonu, $\forall a \in A$
$\delta_{a,k}^{rs}$	Bağ-rotalı belirleme matrisi değişkeni, $\forall r \in R, s \in S, k \in K_{rs}, a \in A$ .
$\alpha_a, \beta_a$	Bağ maliyet fonksiyonu parametreleri, $\forall a \in A$
$\phi^{\min}$	Minimum yeşil süre
$\phi^{\max}$	Maksimum yeşil süre
$\zeta_l$	Devre süresi, $\forall l \in L$
$h$	Üst seviye karar değişkenlerinin toplam sayısı
$p$	Popülasyon büyüklüğü (armoni belleği)
$u$	maksimum iterasyon sayısı

## Kaynaklar

- Abdulaal, M. and LeBlanc, L. (1979) Continuous equilibrium network design models. Transportation Research Part B, 13, pp. 19-32.
- Allsop, R. E. and Charlesworth, J. A. (1977) Traffic in a signal-controlled road network: an example of different signal timings including different routings. Traffic Engineering Control, 18(5), pp. 262-264.
- Başkan, Ö. (2013a) Birleştirilmiş Ulaşım Ağ Tasarım Probleminin Diferansiyel Gelişim Algoritması ile Çözümü, 10. Ulaştırma Kongresi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, Bildiriler Kitabı, s. 301-311, ISBN: 978-605-01-0507-0, 25-27 Eylül, İzmir.
- Baskan, O. (2013b) Determining Optimal Link Capacity Expansions in Road Networks Using Cuckoo Search Algorithm with Lévy Flights. Journal of Applied Mathematics, vol. 2013, Article ID 718015, 11 pages.
- Baskan, O. (2014) Harmony search algorithm for continuous network design problem with link capacity expansions. KSCE Journal of Civil Engineering, 18(1), pp. 273-283.
- Chiou, S. W. (2005) Bilevel programming for the continuous transport network design problem. Transportation Research Part B, 39, pp. 361-383.
- Chiou, S. W. (2008a) A hybrid approach for optimal design of signalized road network. Applied Mathematical Modeling, 32, pp. 195-207.
- Chiou, S. W. (2008b) A non-smooth model for signalized road network design problems. Applied Mathematical Modeling, 32, pp. 1179-1190.
- Dell'Orco, M., Baskan, O. and Marinelli, M. (2013) A harmony search algorithm approach for optimizing traffic signal timings. Promet Traffic & Transportation, 25(4), pp. 349-358.
- Geem, Z. W., Kim, J-H. and Loganathan, G. V. (2001) A New Heuristic Optimization Algorithm: Harmony Search, Simulation, 76(2), pp. 60-68.
- Heydecker, B. G., and Khoo, T. K. (1990) The equilibrium network design problem. Proceedings of AIRO'90 conference on Models and methods for Decision Support, Sorrento, pp. 587-602.
- Karoonsoontawong, A. and Waller, S.T. (2006) Dynamic continuous network design problem-Linear bilevel programming and metaheuristic approaches. Transportation Research Record, 1964(1), pp. 104-117.
- Karoonsoontawong, A. and Waller, S. T. (2010) Integrated Network Capacity Expansion and Traffic Signal Optimization Problem: Robust Bi-level Dynamic Formulation. Networks and Spatial Economics, 10, pp. 525-550.
- Li, C., Yang, H., Zhu, D. and Meng, Q. (2012) A global optimization method for continuous network design problems. Transportation Research Part B, 46, pp. 1144-1158.

Ozan, C., Baskan, O., Haldenbilen, S., Ceylan, H. (2015) A modified reinforcement learning algorithm for solving coordinated signalized networks. Transportation Research Part C, 54, pp. 40-55.

PTV AG. (2014). VISUM 14- User Manual, Karlsruhe: PTV Planung Transport Verkehr AG.

Suwansirikul, C., Friesz, T. L., and Tobin, R. L. (1987) Equilibrium decomposed optimisation: a heuristic for the continuous equilibrium network design problem. Transportation Science, 21(4), pp. 254-263.

Teklu, F., Sumalee, A. and Watling, D. (2007) A genetic algorithm approach for optimizing traffic control signals considering routing. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, 22, pp. 31-43.

Wardrop, J. G. (1952) Some theoretical aspects of road traffic research. Proceedings of the Institution of Civil Engineers Part II, Vol. 1, pp. 325-378.

Yang, H. and Yagar, S. (1995) Traffic assignment and signal control in saturated road networks. Transportation Research Part A, 29(2), pp. 125-139.

Ziyou, G. and Yifan, S. (2002) A reserve capacity model of optimal signal control with user-equilibrium route choice. Transportation Research Part B, 36, pp. 313–323.



# Küçük Ölçekli Kentlerde Işıklı Kavşaklarda Başlangıç Zaman Kaybı ve Doymun Akım Değerinin Belirlenmesi

**Ayşe POLAT<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, Ulaştırma Anabilim Dalı, İstanbul  
Tel: (0553) 571 85 83  
E-Posta: ayysepolat@gmail.com

**Gürcan SARISOY<sup>2</sup>**

<sup>2</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, Ulaştırma Anabilim Dalı, İstanbul  
Tel: (0532) 486 66 57  
E-Posta: gurcansarisoy@gmail.com

**Kemal Selçuk ÖĞÜT<sup>3</sup>**

<sup>3</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, Ulaştırma Anabilim Dalı, İstanbul  
Tel: (0543) 795 4310  
E-Posta: oguts@itu.edu.tr

## Öz

Türkiye’de artan nüfusun ve gelişen teknolojinin etkisiyle araç sahipliği ve kullanımına olan eğilim artmakta, artan araç sayılarına paralel bir şekilde gerekli trafik düzenlemelerinin yapılmaması, trafik sorunlarına neden olmaktadır. Özellikle büyük kentlerde görülen trafik sorunları, küçük kentlerde de son yıllarda araç sahipliği ve kullanımının artmasıyla rahatsızlık verici düzeye gelmektedir. Farklı yönlerden gelen akımların kesiştiği bölgeler olan kavşaklarda, trafik sorunları daha çok görülmekte, bu sorunların çözümü için genellikle kavşağın, trafik ışığıyla denetlenmesi yoluna gidilmektedir. Işık denetimi ile gecikmelerin azalması amaçlansa da, yanlış uygulamalar nedeniyle gecikmelerde artışların meydana geldiği gözlenmektedir.

Bu çalışmada, merkez nüfusu 200 bin’den az olan Tokat, Karabük ve Yalova’da, yapılacak zaman cinsinden aralık ölçümleri ile ışıklı kavşaklardaki başlangıç zaman kaybı ve doymun akım değerleri hesaplanmıştır. Çalışmada Tokat’ta 2 kavşakta 4 akım kolunda, Yalova’da 2 kavşakta 4 akım kolunda ve Karabük’te 1 kavşakta 1 akım kolunda olmak üzere toplamda benzer özellikli 5 kavşakta, 9 akım kolu seçilerek zaman cinsinden aralık gözlemleri yapılmıştır. Çalışma kapsamında kavşaklarda zaman cinsinden aralıklar ölçülerek kuyruktaki hangi araçta zaman cinsinden doymun aralığa ulaşıldığı belirlenmiş, zaman cinsinden doymun aralık, doymun akım değeri ve başlangıç zaman kayıpları hesaplanmıştır. Gözlemlerin hava şartlarından etkilenmemesi için, olumsuz hava şartlarında gözlemler yapılamamıştır. Ayrıca tüm gözlemler havanın aydınlık olduğu gündüz saatlerinde yapılmış olup gün içinde farklı zamanlarda (hem zirve saatler hem de zirve dışı saatler) yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda başlangıç zaman kayıpları 0–2,24 sn, doymun zaman cinsinden aralıklar 1,97–2,33 sn doymun akım değerleri ise 1546–1827 taşıt/saat arasında değişmektedir. Gözlemler sonucu elde edilen başlangıç zaman kaybı ve doymun akım değerleri hem kavşaklar arasında hem de iller arasında istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

**Anahtar sözcükler:** Işıklı kavşak, zaman cinsinden aralık, zaman cinsinden doymun aralık, başlangıç zaman kaybı ve doymun akım değeri.

## Giriş

Küçük ölçekli şehirlerde yol ağının en basit şekilleri görülmekte olup, bu ağdaki kesişim noktaları olan kavşaklar, ilk olarak ışık denetimsiz işletilmişlerdir. Nüfusun artması, teknolojinin gelişmesi ve buna bağlı olarak araç sahipliğinin hızla artmasıyla bu tür kavşaklar istenilen performansı vermemeye başlamış, çözüm için devreye ışık denetimi girmiştir.

Şehir içinde trafik yoğunluğundan dolayı kavşaklarda tıkanmalar meydana gelmektedir. Meydana gelen tıkanıklıkların olumsuz yönü yalnızca zaman kaybı değil aynı zamanda yüksek yakıt tüketimi, çevre kirliliği ve kullanıcılar üzerindeki olumsuz psikolojik etkileridir.

Bildiri kapsamında, küçük ölçekli şehirlerden olan ışıklı kavşaklarda Tokat, Yalova, Karabük'ten sırasıyla 2, 2, 1'er adet benzer özellikteki kavşakta 9 farklı akım kolunda yapılan ölçümler ışığında zaman cinsinden aralık, zaman cinsinden doygun aralık, doygun akım değerleri ve başlangıç zaman kayıpları belirlenmiştir. Belirlenen değerler hem kavşaklar arasında hem de iller arasında istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

## Literatür Çalışması

### Zaman Cinsinden Doygun Aralığın Bulunması

Kavşakta kırmızı ışıkta bekleyen taşıtların oluşturduğu kuyruk yeşil ışık yandığında taşıtların hareketiyle erimeye başlamaktadır. Trafik ışığı önünde durulup, taşıtlar arasındaki zaman cinsinden aralıklar incelendiğinde, başlangıçtan belli bir araç sonra kuyruk sonuna kadar zaman cinsinden aralık değerinin birbirine çok yakın olduğu gözlenmiştir. Bu durum akımın homojen bir yapıya ulaşması anlamına gelmekte olup, ölçülen zaman cinsinden aralık değerleri, zaman cinsinden doygun aralık olarak tanımlanmaktadır. Zaman cinsinden doygun aralığın hesabı, Denklem (1)'de verilmektedir.

$$h_s = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=a}^{n_i} h_{ij}}{\sum_{i=1}^m (n_i - (a+1))} \quad (1)$$

$h_s$  : Zaman cinsinden doygun aralık (sn)

$h_{ij}$  :  $i$ 'nci devrede kuyruktaki  $j$ 'nci aracın zaman cinsinden aralığı (sn)

$n_i$  :  $i$ 'nci devrede kuyruktaki araç sayısı

$a$  : Doygun aralığın başladığı araç

$m$  : Gözlem yapılan devre sayısı

### Başlangıç Zaman Kaybının Bulunması

Sürücülerin yeşil ışığa verdiği tepki ile aracın harekete geçerek istediği hıza ulaşmak için kaybettiği sürelerin toplamına başlangıç zaman kaybı ( $t$ ) denilmektedir. Başlangıç zaman kaybı Denklem (2)'de verilmektedir.

$$t = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{(a-1)} (h_{ij} - h_s)}{m} \quad (2)$$



## Doygun Akım Değerinin Bulunması

Doygun akım kavramının tanımı ilk defa İngiltere’de yapılmıştır (Webster ve Cobbe, 1966). Doygun akım, yeşil ışığın sürekli yanması durumunda bir saatte bir şerit grubundan geçebilecek en büyük taşıt sayısıdır.

Doygun akım değerlerinin hesaplanması için; Transport and Road Research Laboratory (TRRL) yöntemi, regresyon analizi yöntemi ve zaman cinsinden aralık yöntemi olmak üzere üç farklı yöntem bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında yaygın olarak kullanılan zaman cinsinden aralık yöntemi kullanılmıştır. Zaman cinsinden doygun aralıkla, doygun akım değerini hesaplamak için Denklem (3) kullanılmıştır.

$$s = \frac{3600}{h_s} \quad (3)$$

s : Doygun akım değeri (bo/sa/şrt)

$h_s$  : zaman cinsinden doygun aralık (sn)

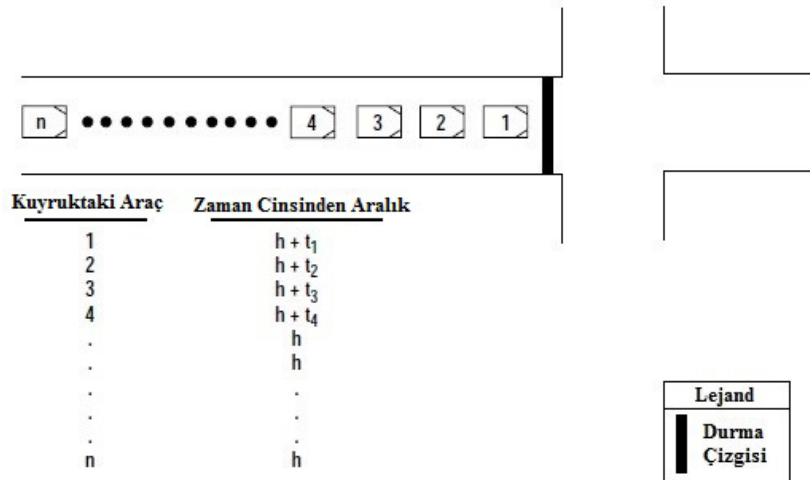
Çeşitli ülkelerde doygun akım değeri üzerinde çalışmalar sonucunda, doygun akım değerinin ülkeden ülkeye farklılık gösterdiği görülmüştür. Tablo 1’de, doğru giden şerit için doygun akım değeri ile ilgili batı ülkelerinde yapılan çalışmaların sonuçları yer almaktadır (Stanic ve diğ., 2011).

Tablo 1. Batı Ülkelerinde Doygun Akım Değeri ile İlgili Yapılan Çalışmalar.

Araştırmacı	Ülke Adı	Araştırma Yılı	Doygun Akım Değeri (bo/sa/şrt)
Webster ve Cobbe	İngiltere	1963-1966	1.675-1.850
HCM	ABD	1965	1.500-2.000
Miller	Avustralya	1968	1.710
Depola	Sırbistan	1971-1975	1.140-1.698
Teply	Kanada	1978	1.150-1.750
Akçelik	Avustralya	1980-1990	1.270-1.850
Bhattacharya ve	Hindistan	1982	1.232
De Anrade	Brezilya	1988	1.660
HEL	Yunanistan	1990	1.972
HCM	ABD	2000	1.900
HBS	Almanya	2001	2.000
Celar	Sırbistan	2008	1.765-2.150

## Çalışmada Kullanılan Yöntem

Devre ve faz sürelerinin belirlenmesinde, her bir şerit grubuna ait doygun akım değerlerinin hesaplanması gerekmekte, bu hesaplama, sahadan veri toplanabilmesi durumunda daha gerçekçi yapılabilmektedir. Toplanacak veri, kırmızı ışıkta kuyrukta bekleyen taşıtların yeşil ışık yandığında trafik ışığı önünden geçtiği andaki zaman cinsinden aralık değerleridir. Şekil 1’de kırmızı ışıkta araçların kuyruklanması ve zaman cinsinden aralıkların değişimi gösterilmektedir.



Şekil 1. Bir Işıklı Kavşak Kolunda Araçların Kuyruklanması ve Zaman Cinsinden Aralık (HCM,2000).

İlk olarak araçlar kırmızı ışığın yanmasıyla birlikte kuyruklanmaya başlamaktadırlar. Sonrasında kuyruktaki araçlar yeşil ışığın yanmasıyla birlikte harekete geçmektedirler. Bu geçiş araç sürücüsünün algı-tepki süresini ve aracın hızlanma süresini içermektedir. Dolayısıyla kuyruğun ön kısmında bulunan araçlarda zaman cinsinden aralık daha fazla olmaktadır. Sonraki araçlarda ise zaman cinsinden aralıklar giderek azalmaktadır.

Sahada yapılan çalışmalar sonucunda zaman cinsinden aralıklar kaydedilerek, kuyruktaki araç sırasına bağlı olarak zaman cinsinden aralık grafikleri, incelenen akım kollarından hem sağ ve sol şeritlerde ayrı ayrı hem de iki şeridin ortalaması alınarak o akım kolu için çizilmiştir.

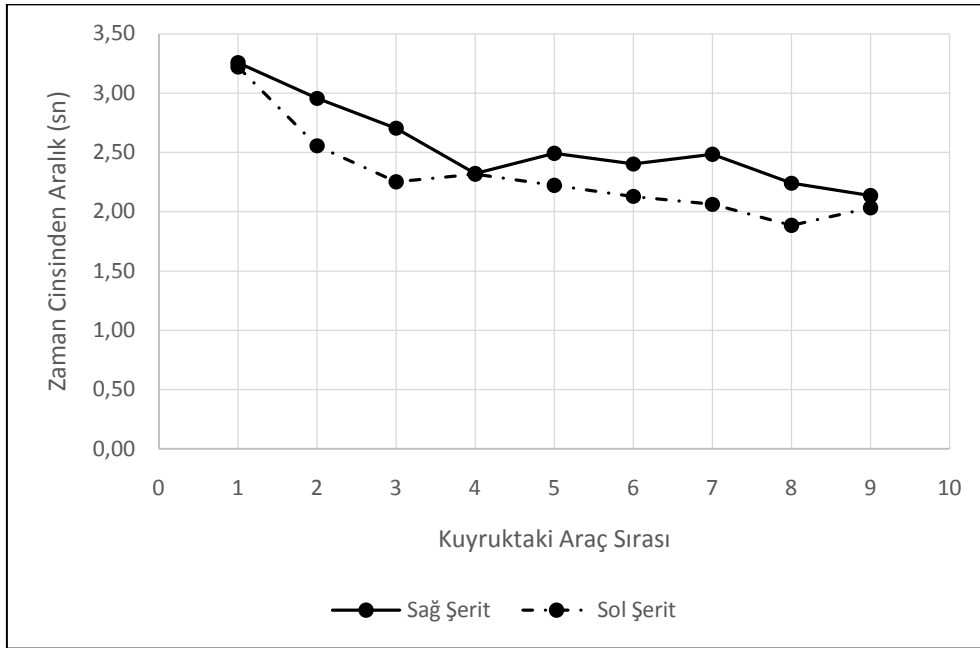
Doygun akım değerinin saptanabilmesi için zaman cinsinden doygun aralığa ulaşılan araç sırasının belirlenmesi gerekmektedir. Çalışmada hangi araçtan sonra zaman cinsinden doygun aralığa ulaşıldığını belirlemek için; t testi kullanılarak iki farklı veri grubunun aynı toplumdan gelip gelmediği araştırılmıştır. Bu bağlamda ilk olarak kuyrukta 1. araç için incelenen tüm devrelerde ölçülen zaman cinsinden aralıklar bir grup, kuyruktaki diğer tüm araçlar için incelenen tüm devrelerdeki zaman cinsinden aralık değerleri ikinci grup olacak şekilde iki grubun %10 anlamlılığa göre aynı toplumdan gelip gelmedikleri farklı varyanslı t testi kullanılarak sınanmıştır. Sonrasında grupların aynı toplumdan gelmediği görülürse işleme kuyruktaki 2. sıradaki araç için zaman cinsinden aralık bir grup, kuyruktaki 3. ve üst sıradaki araçlar için tüm devrelerde ölçülen zaman cinsinden aralıklar ikinci grup olacak şekilde yeniden iki grup oluşturularak t testi yenilenmiştir. Bu durum grupların aynı toplumdan geldiği görülene dek sürdürülmüştür. Böylelikle kuyruktaki hangi araçtan sonra zaman cinsinden doygun aralığa erişildiği belirlenmiştir.

Zaman cinsinden doygun aralığa ulaşan araç sırasının bulunması ve bulunan araç sırasından sonraki araçların aralarındaki zaman cinsinden aralıkların aritmetiksel ortalamasının alınmasıyla zaman cinsinden doygun aralık değeri belirlenmiştir. Sonrasında zaman cinsinden doygun aralığa ulaşan ilk aracın önündeki araçların zaman cinsinden aralıklarından zaman cinsinden doygun aralık değerinin çıkartılarak bulunan değerlerin toplanmasıyla başlangıç zaman kayıpları elde edilmiştir.

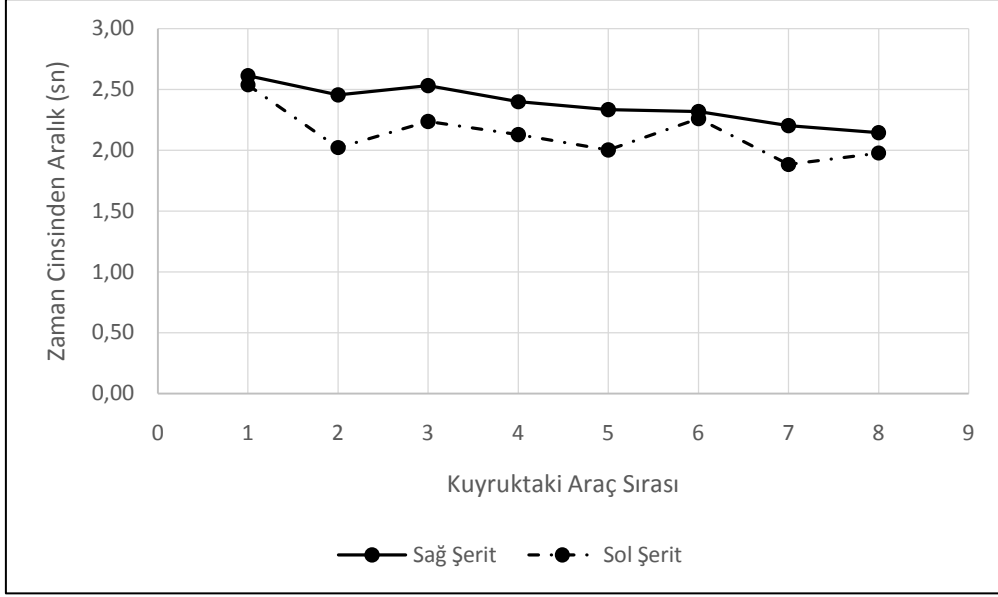
## Saha Verileri

Çalışmada ilk olarak, Tokat, Yalova ve Karabük illerinin il merkezlerinde gözlem yapılacak olan ana yolda bir yönde iki şeridi olan, parklanmanın olmadığı, ortalama %2 eğime sahip ışıklı kavşaklar belirlenmiştir. Bu kavşaklarda yalnızca doğru giden akımlar incelenmiştir. Bu kavşakların bir özelliği de, kırmızı ışıkta en az 7 araçlık kuyruğun oluşmasıdır. Tokat ve Yalova illerinde 2 ayrı kavşakta 4'er farklı akım kolu belirlenirken Karabük ilinde ancak 1 kavşağın 1 akım kolunda sözü edilen özellikte kavşak bulunabilmiştir.

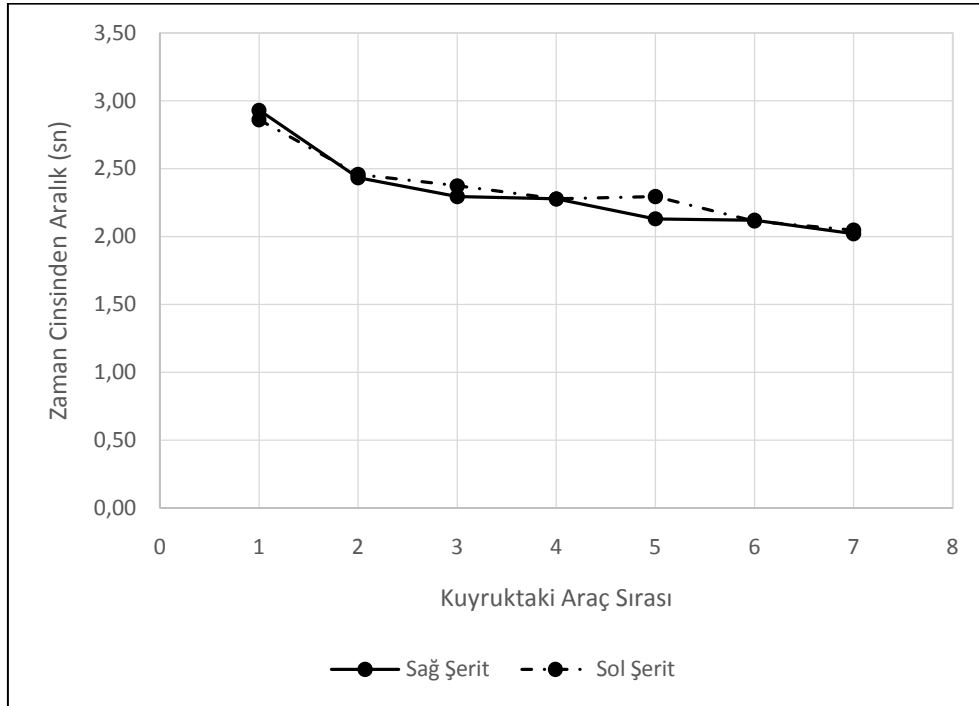
Doygun akım değerinin hesabında kullanılmak üzere ilk olarak doygun zaman aralığını hesaplamak gereklidir. Ölçüm için belirlenen 5 farklı ışıklı kavşakta 9 ayrı akım kolunda her şerit başına 30 devre ölçüm yapılmıştır. Yeşil ışığın yanmasıyla beraber süreölçer yardımıyla zaman cinsinden aralıkların ölçülmesi işlemi yapılmıştır. Zaman cinsinden aralığın kuyruktaki araç sırası ile değişimi, Şekil 3-5'te örnek olarak Yalova ilinde Şht Ömer Faydalı Caddesi-Mehmet Durmuş Caddesi kavşağına ait, Karabük ilinde Zonguldak Caddesi-Ateş Caddesi kavşağına ait, Tokat ilinde Gaziosman Paşa Bulvarı-Çeçenistan Caddesi kavşağına ait akım kolları için verilmiştir.



Şekil 3. Yalova ilinde Şehit Ömer Faydalı Caddesi- Mehmet Durmuş Caddesi kavşağına ait Zaman Cinsinden Aralık - Kuyruktaki Araç sırası Grafiği



Şekil 4. Karabük ilinde Zonguldak Caddesi-Ateş Caddesi kavşağına ait Zaman Cinsinden Aralık - Kuyruktaki Araç sırası Grafiği



Şekil 5. Tokat ilinde Gaziosman Paşa Bulvarı-Çeçenistan Caddesi kavşağına ait Zaman Cinsinden Aralık - Kuyruktaki Araç sırası Grafiği

Yapılan ölçümler üzerinde önceki bölümde anlatıldığı gibi t testi uygulaması yapılarak zaman cinsinden doymuş aralığın başladığı kuyruktaki araç sırası belirlenmiş ve bu araçtan sonraki araçların zaman cinsinden aralıklarının aritmetik ortalaması alınarak zaman cinsinden doymuş aralık bulunmuştur. Bu işlem sağ ve sol şeritler için ayrı ayrı yapılmıştır. Her kavşak kolunun şeritlerine ait kuyruktaki en fazla taşıt sayısı, doymuş aralığın başladığı araç, zaman cinsinden doymuş aralık, doymuş akım değeri ve başlangıç zaman kayıpları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Işıklı Kavşaklara Ait Değerler.

Akım Kolu No	Şehir	Kavşakta Kesişen Kollar	Kuyruktaki En Fazla Taşıt Sayısı		Doygun Akım Değerinin Başladığı Araç		Zaman Cinsinden Doygun Aralık (sn)		Doygun Akım Değeri (tş/sa)		Başlangıç Zaman Kaybı (sn)	
			Sağ Şerit	Sol Şerit	Sağ Şerit	Sol Şerit	Sağ Şerit	Sol Şerit	Sağ Şerit	Sol Şerit	Sağ Şerit	Sol Şerit
1		Behzat Bulvarı Mustafa Satan Caddesi	10	10	1	1	2,25	2,30	1601	1567	0,00	0,00
2		Gaziosmanpaşa Bulvarı Çeçenistan Caddesi	9	10	5	6	2,09	2,08	1722	1731	1,57	1,86
3	Tokat	Mustafa Satan Caddesi Gaziosmanpaşa Bulvarı	10	10	6	6	1,94	2,01	1859	1796	2,55	1,92
4		Gaziosmanpaşa Bulvarı Mustafa Satan Caddesi	10	10	2	2	2,22	2,17	1620	1662	0,86	0,95
5	Karabük	Zonguldak Caddesi Ateş Caddesi	10	8	2	2	2,35	2,08	1531	1731	0,26	0,46
6		Şht. Ömer Faydalı Caddesi Mehmet Durmuş Caddesi	15	13	4	3	2,37	2,13	1520	1687	1,81	1,51
7		Şht. Ömer Faydalı Caddesi Mehmet Durmuş Caddesi	11	13	3	3	2,35	2,29	1534	1571	1,3	1,14
8	Yalova	Atatürk Bulvarı Bursa Yolu	13	12	4	4	2,12	2,05	1697	1760	3,07	1,74
9		Yalı Caddesi Atatürk Bulvarı	14	9	4	2	2,05	2,05	1758	1755	1,95	2,10

Kuyruktaki en fazla araç sayısının, ölçüm yapılan 30 devre boyunca en az 10 kez görülmesine dikkat edilmiştir. Örneğin kuyruktaki 10. araç, 30 devre boyunca 3 kez gözlemlendi ise bu 3 araca ait zaman cinsinden aralıklar hesaba katılmamıştır. Bu nedenle Tablo 1’de görülen “en fazla taşıt sayısı” en az 10 devrede gözlenen en büyük kuyruk boyunu yansıtmaktadır.

Zaman cinsinden doygun aralığa, kuyruktaki hangi araçtan sonra erişildiği incelendiğinde, bu değerler oldukça geniş bir aralıkta (1-6) değiştiği görülmektedir. Doygun aralığa hangi araçtan sonra erişildiği şeritten şeride değişiklik gösterebilmektedir. Tokat ilindeki 1 no’lu akım kolunda kuyruktaki tüm araçların zaman cinsinden aralıkları istatistiksel olarak aynı çıktığından başlangıç zaman kaybı sıfır olarak hesaplanmıştır. Bunun en önemli nedeni, kırmızı ışıkta ilk sırada duran sürücülerin yayalar için yanan ışığı kontrol ederek bu ışığa göre harekete başlamalarıdır.

Zaman cinsinden doygun aralık değerinin şeritten şeride farklılık gösterdiği görülmüştür. İncelenen 9 akım kolunun 2’sinde sağ şeritte daha küçük değerler bulunurken 6’sında sol şeritteki değerler daha küçüktür, 1 akım kolunda ise sağ ve sol şeritteki değerler aynıdır.

Literatürde zaman cinsinden doygun aralık değerinin şerit bazında farklılaşmasından pek söz edilmemektedir. Tablo 1’de görülen zaman cinsinden doygun aralıkların şeritlere göre farklı olup olmadığı istatistiksel olarak t testi ile sınanmıştır. Bu istatistiksel değerlendirmeye göre Tokat ilinde gözlem yapılan 4 akım kolunda sağ ve sol şeritler için ölçülen zaman cinsinden doygun aralık değerlerinin aynı toplumdaki geldikleri, Yalova ilinde ise yalnızca 7 no’lu akım kolunda şeritler için ölçülen zaman cinsinden doygun aralık değerleri arasında istatistiksel bir fark olmadığı, diğer 3 akım kolu için ise şeritler arasında istatistiksel anlamlı bir fark olduğu, Karabük ili için de gözlem yapılan akım kolunda şerit bazında istatistiksel farklılık olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak ölçüm yapılan 9 akım kolunun 5’inde sağ ve sol şeritler için yapılan zaman cinsinden doygun aralık ölçümlerinin birleştirilmesinin istatistiksel olarak doğru olduğu anlaşılmaktadır.

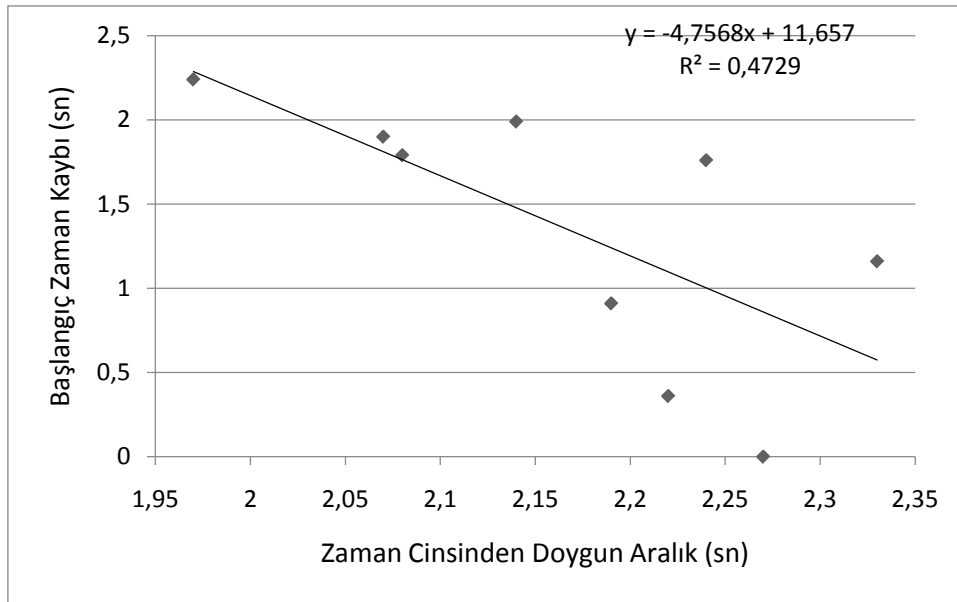
Başlangıç zaman kaybı ve doygun akım değeri hesabında Denklem 1 ve Denklem 2 kullanılmıştır.

İncelenen akım kollarındaki sağ ve sol şeritlerin birlikte değerlendirilmesi durumunda her bir akım kolu için zaman cinsinden doygun aralık, doygun akım değeri ve başlangıç zaman kayıpları hesaplanarak Tablo 3’te verilmiştir. Çalışma şerit bazlı yapıldığından aslında her akım kolu için istatistiksel olarak şerit verilerinin birleştirilmesinin doğru olmadığı daha önce belirtilmiş olmakla birlikte, incelenen akım kollarında genel bir değerlendirmeye gidebilmek için böylesi bir birleştirme yoluna gidilmiştir.

Tablo 3. Her Bir Kavşakta Sağ ve Sol Şeritlerin Ortalamalarına Ait Değerler.

No	Doygun Akım Değerinin Başladığı Araç	Zaman Cinsinden Doygun Aralık (sn)	Doygun Akım Değeri (tş/sa)	Başlangıç Zaman Kaybı (sn)
1	1	2,27	1583	0,00
2	6	2,08	1735	1,79
3	6	1,97	1827	2,24
4	2	2,19	1641	0,91
5	2	2,22	1624	0,36
6	4	2,24	1610	1,76
7	3	2,33	1546	1,16
8	4	2,14	1680	1,99
9	4	2,07	1742	1,90

İncelenen 9 akım kolu için zaman cinsinden doymun aralık ile başlangıç zaman kaybı arasındaki değişim Şekil 6'da görülmektedir.



Şekil 6. Tüm Akım Kollarında Başlangıç Zaman Kaybı Zaman Cinsinden Doygun Aralık İlişkisi

Şekil 6'ya göre zaman cinsinden doymun aralık ile başlangıç zaman kaybı arasındaki korelasyon katsayısı 0,69 olarak hesaplanmakta olup, iki değişken arasında orta düzeyde bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.

## Sonuçlar

Çalışmada benzer geometrik özellikteki kavşaklar seçilmesine dikkat edilmiştir. Ancak doygun akım değerinin belirlenmesinde birçok faktörün etkili olmasından dolayı farklılıklar oluşmuştur. Bu faktörlerden en önemlileri arasında kavşağın karakteristik özellikleri, bölgedeki sürücü ve araç özellikleri sayılabilir. Kavşağın karakteristik özellikleri arasında kavşak kolunun eğimi, trafik kompozisyon durumu, bölgenin özellikleri, şerit genişliği, ışık devre süreleri gibi etkenler bulunmaktadır. Bölgedeki sürücü ve araç özellikleri arasında ise araç cinsi, motor gücü, sürücü davranışları, sürücü alışkanlıkları yer alır.

Çalışma kapsamında doygun akım değerlerinin başladığı araç sırasının 1-6 arasında değişmekte olduğu görülmüştür. En büyük doygun akım değeri 1827 tş/sa olarak Tokat ilinin 3 No'lu akım kolunda en küçük doygun akım değeri 1546 tş/sa olarak Yalova ilinin 2 No'lu akım kolunda hesaplanmıştır. Başlangıç zaman kayıplarının ise 0-2,24 sn arasında değiştiği hesaplanmıştır. Başlangıç zaman kaybında Tokat ilinin 1 No'lu akım kolunda sıfır çıkması, kırmızı ışıkta ilk sırada duran araç sürücülerinin yayalar için yanan ışığı kontrol ederek bu ışığa göre hareket etmesinden kaynaklandığı belirlenmiştir.

Sağ ve sol şerit verileri birleştirilmiş ve %56'sının sağ ve sol şeritlerinin aynı özellikte olduğu %44'ünde ise birleştirmenin uygun olmadığı görülmüştür. Tokat ilinde ait tüm akım kolları ve Yalova ilinin 2 No'lu akım kolu %56'lık kısmın içerisinde yer almaktadır.

Tüm akım kolları için başlangıç zaman kayıpları ve zaman cinsinden doygun aralıklar karşılaştırıldığında ise iki değişken arasında korelasyon katsayısı 0,69 olarak hesaplanmış ve zaman cinsinden doygun aralık değerleri (ZCDAD) artarken başlangıç zaman kaybı (BZK) değerlerinin azaldığı görülmüştür ve iki değişken arasında

$$BZK = -4,7568 ZCDAD + 11,657 \quad (4)$$

eşitliği elde edilmiştir.

## Kaynakça

HCM (2000), Transportation Research Board, National Research Council, , Highway Capacity Manual, fourth edition , Washington, D.C.

Sığın, A. ve diğ. (2012), Işıklı kavşaklarda Başlangıç Zaman Kaybı, Ortalama Zaman Cinsinden Aralık Ve Doygunluk Akım Oranın Belirlenmesi. Mühendislik Tasarım Projesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Stanic, B., Tubic. and Celar, N. (2011), Straight Lane Saturation Flow and Its Rate in Serbian Cities.

Webster, F. V., & Cobbe, B. M. (1966), Traffic signals, Road Research Technical Paper No. 56. London: Her Majesty's Stationary Office.



# İstanbul'da Otobüs Durak Ceplerinin Kullanımının İrdelenmesi

## **Göker AKSOY**

İstanbul Teknik Üniversitesi  
İnşaat Fakültesi  
34469 Maslak/İstanbul  
Tel: 212-2853794  
E-posta: gokeraksoy@itu.edu.tr

## **Sami Cankat TANRIVERDİ**

İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi  
Ulaştırma Anabilim Dalı  
34320 Avcılar/İstanbul  
Tel: 212-47370717920  
E-posta: cankat.tanriverdi@istanbul.edu.tr

## **Hüseyin Onur TEZCAN**

İstanbul Teknik Üniversitesi  
İnşaat Fakültesi  
34469 Maslak/İstanbul  
Tel: 212-2853665  
E-posta: tezcanh@itu.edu.tr

## **Kemal Selçuk ÖĞÜT**

İstanbul Teknik Üniversitesi  
İnşaat Fakültesi  
34469 Maslak/İstanbul  
Tel: 212-2853663  
E-posta: oguts@itu.edu.tr

## **Öz**

Kent içi toplu taşıma sisteminin önemli parçasını oluşturan otobüs sisteminde, genelde iki tip durak ile yolcuların iniş/binişleri sağlanmaktadır. Bunlar, otobüslerin yol içinde ve yol dışında durdukları durak tipleridir. Otobüsler yol içinde, sağ şeridin sağında durduklarında mevcut trafik akımını etkilemektedirler. Bu etkilenmeyi azaltmak için yol dışında otobüs cepleri oluşturularak otobüslerin bu ceplerde yolcu indirip bindirmeleri sağlanmıştır. Her ne kadar cep alanına sahip duraklar, trafik akışını engellemese de zaman zaman otobüs sürücülerinin cep alanını kullanmamasından dolayı trafik akışını engelleyebilecek durumlarla karşılaşmaktadır. Otobüs sürücüleri, bu duraklara hiç girmeme veya yarım girerek trafik akışına engel olabilmektedir. Bu çalışmayla, cep alanına sahip otobüs duraklarında, otobüs sürücülerinin davranışları incelenerek cep alanına girmeme, yarı girme ve tam girme durumlarına etki eden nedenlerin araştırılması amaçlanmıştır. Otobüs sürücü davranışları, İstanbul'da 29 cepli otobüs durağında toplanan bilgilerle incelenmiştir. Bu duraklardan 11 tanesinde otobüs cebi ile trafik şeridi fiziksel bir engelle birbirinden ayrılmış, diğer 18'inde ise herhangi fiziksel bir engel bulunmamaktadır. Zirve dışı saatlerde yapılan gözlemlerle toplanan veriler, her otobüs durağına ait geometrik özellikler, bir dakikalık aralıklarla durağa gelen otobüs sayısı ve otobüslerin cebe girip girmedikleri bilgilerini içermektedir. Geometrik veriler içerisinde, cebin boyu ve genişliği ile cep giriş ve çıkış kısımlarının boyu ve genişliği yer almaktadır. Çalışmada söz konusu geometrik özelliklerin cep kullanma durumlarına etkisi ayrı ayrı incelenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Otobüs durakları, Durak cepleri, Durak cebi kullanımı, Cep geometrik özellikleri

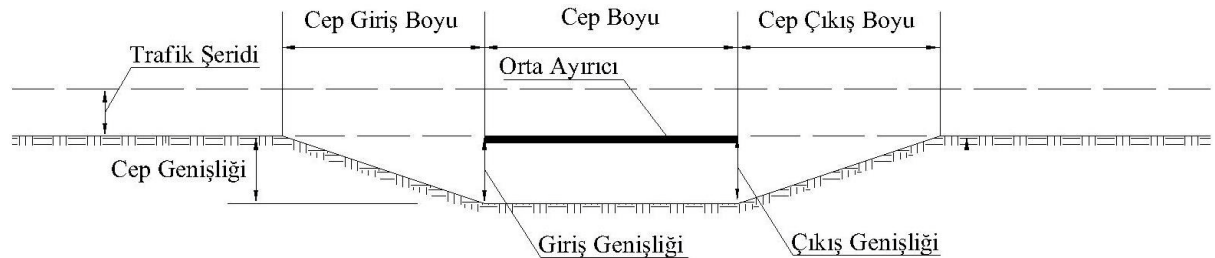
## Giriş

Toplu taşıma sisteminin işletme özellikleri pek çok unsura bağlı olarak şekillenmektedir. İşletme açısından en önemli nokta, toplu taşıma sistemi kullanıcılarına tatmin edici bir düzeyde hizmet sunulmasıdır. Ancak, ulaştırma sisteminin bütününde yaşanan belli başlı sorunların hizmet kalitesini etkilemesi söz konusudur. Bu sorunların başlıcaları arasında ise gecikmeler ve trafik tıkanıkları yer almaktadır. Bu çalışmada, bu çerçevede önemli olan unsurlardan olan otobüs durakları ve özellikle durak cepleri konusu ele alınmıştır.

Toplu taşıma hizmeti veren otobüslerin durakları yol kenarı ve cepli olmak üzere iki tipte yapılabilmektedir. Yol kenarı duraklarında, durakta yolcu indirme/bindirme işlemi yapan otobüs, trafiği engelleyebilmektedir. Türk Standartları Enstitüsü'nün durak yer seçimi kurallarını düzenleyen TS 11783 numaralı standardında (TSE, 2014), durakların trafiğe olan etkisini en aza indirmek amacıyla; bölünmemiş yollarda durağın bulunduğu yöndeki akıma en az bir ek şerit bırakılması ve bunun sağlanabilmesi için kaplama genişliğinin en az 9 m olması şartı getirilmiştir. Yol kenarı duraklarının aksine durak cepleri, yalnızca otobüslerin ve yolcuların kullanımına ayrılmış bir alan sağlamakta ve otobüsün durakta bekleme süresi boyunca trafiğin etkilenmesini önlemektedir.

Hangi tip kullanılırsa kullanılsın, durakların trafiğe etkisi ile yoldaki trafik hacmi arasında doğrudan bir ilişki mevcuttur. Düşük hacimlerde, yol kenarı duraklarının bile önemli bir etkisi olmamakta ve duran otobüsün arkasından gelen taşıtların manevra ile şerit değiştirme olanağı bulunmaktadır. Öte yandan, yüksek hacimler, aynı durumda, kuyruklara ve gecikmelere yol açabilmektedir. Bu bağlamda, durak ceplerinin söz konusu sorunların önüne geçebildiğini, yüksek hacimlerde bile akım hızının düşmemesini sağladığını söylemek mümkündür (Fitzpatrick ve Nowlin, 1997). Trafik hacmi ile durak cebi arasındaki ilişki açısından temel sorun ise, özellikle hacmin yüksek olduğu durumlarda, cebi kullanan otobüsün tekrar akıma dönmekte yaşayabileceği güçlüklerdir. Bu güçlükler, cep çıkışlarında şişe boynu oluşmasına neden olabilecek boyutlara varabilmektedir (Xu ve diğ., 2009).

Şekil 1'de durak cepleri ile ilgili uzunluklar temsili bir durak cebi üzerinde gösterilmiştir. Şekilden de görülebileceği üzere, durak cebinin yoldan geçen trafik akımı ile ilişkisini azaltmak amacıyla, cebin trafik şeridine komşu kesimine, bir orta ayırıcı yapılması da mümkündür. Orta ayırıcının temel işlevleri arasında durak cebinin trafik akımı ile ilişkisini azaltarak güvenliği arttırmak ve cebin düzgün olarak kullanılmasını sağlamak sayılabilir.



Şekil 1 Durak Cebine Ait Uzunlukların Temsili Gösterimi.

Tablo 1'de, TS 11783'de seyir hızlarına bağlı olarak verilen, otobüslerin ceplere yumuşak giriş ve çıkışları sağlanmasının yanı sıra, lastik ve aks süspansiyonlarındaki yıpranmayı azaltmak, durak cebinden çıkışta otobüslerin ikinci şeride taşmalarını önlemek ve körüklü otobüslerin işleyişini kolaylaştırmak için önerilen en küçük cep boyutları sunulmuştur (TSE, 2014).

Tablo 1 TS 11783’de Önerilen En Küçük Cep Boyutları (TSE, 2014).

SEYİR HIZI (km/sa)	CEP GENİŞLİĞİ (m)	CEP GİRİŞ BOYU (m)	CEP ÇIKIŞ BOYU (m)	CEP BOYU (Bir otobüs için) (m)
50	2,5	18	12	18
50	2,7	19	13	18
50	3,0	20	14	18
70	3,0	24	18	18

Gerek İstanbul’da, gerekse ülkemizde ve dünyadaki başka kentlerde durak cepleri, pek çok unsura bağlı olarak uygun bir şekilde kullanılmamaktadır. Otobüs sürücüleri cebin tamamen dışında durmayı ve cebe kısmen girmeyi tercih edebilmektedirler. Uygun olmayan kullanıma yol açan etmenler arasında; cep içerisinde park halinde taşıtlar bulunması, durak içerisinde çöp konteyneri vb. kalıcı engeller yer alması, trafik tıkanıklığı yaşanması veya otobüs sürücülerinin keyfi davranışları gibi unsurlar sayılabilmektedir Mushule (2012). Durak ceplerinin işletme açısından önemli faydaları bulunmakla birlikte, bu faydaların ancak ceplerin doğru bir şekilde kullanılmasıyla sağlanabileceği açıktır. Yapılan çalışmada, bu önemli konuya etkisi olabilecek unsurlar, toplam 29 durakta yapılan ölçüm ve gözlemlere bağlı olarak değerlendirilmeye çalışılmıştır.

### Saha Çalışması

Bu çalışmada İstanbul’da seçilen, 11 orta ayırıcılı ve 18 orta ayırıcısız, toplam 29 durak cebinde saha çalışması yapılmıştır. Saha çalışması kapsamında durak ceplerinde bir saat boyunca her dakikada durağa gelen otobüs sayılarının yanı sıra cep boyutları belirlenmiştir. Tüm sayım ve ölçümler zirve dışı saatlerde yapılarak, zirve saatlerde yaşanan trafik tıkanıklıklarının, cep kullanımı üzerindeki olası olumsuz etkilerinden arındırılmış bir veri elde edilmesi hedeflenmiştir. Trafik tıkanıklığı yaşanan durumlarda, otobüs sürücülerinin ve yolcularının davranışlarının değiştiği ve duran veya çok yavaş ilerleyen trafikte otobüslerin durağa yanaşmadan yolcu indirme/bindirme işlemi yaptığı bilinen bir gerçektir.

29 durakta yapılan toplam 1740 (29×60) bir dakikalık gözlemin, 941’inde durağa otobüs gelmemiştir. Geriye kalan ve dakikada en az bir otobüsün durağa geldiği 799 gözleminde ise toplam 1448 otobüs sayılmıştır. Otobüs gelen ve gelmeyen bir dakikalık tüm gözlemler dikkate alındığında, 29 durağa dakikada ortalama 0,8 otobüs (1448/1740) geldiği görülmektedir. Tablo 2’de saha çalışması yapılan durak ceplerinin boyutları ve gözlem sonuçları ile ilgili bilgiler sunulmuştur. Bu tabloda, “Gözlem Sayısı” kolonunda en az bir otobüsün durağa geldiği dakikalık gözlemlerin sayıları, “Otobüs Sayısı” kolonunda ise dakikalık gözlemlerde ölçülen toplam otobüs sayıları verilmiştir.

İncelenen durak ceplerinin boyutlarının, Tablo 1’de verilen ve TS 11783’den alınan uzunluklar ile karşılaştırması yapıldığında; cep boyunun (yalnızca iki durakta cep boyu 18 m’den kısadır) ve cep genişliğinin (beş durakta 2,5 m’den küçük genişlik ölçülmüştür) genellikle önerilen değerlere uygun olduğu belirlenmiştir. Ancak cebe giriş ve çıkış bölgeleri benzeri şekilde değerlendirildiğinde; giriş bölgesi boyunun yalnızca iki durakta Tablo 1’deki en küçük değer olan 18 m’yi sağladığı, çıkış bölgesi boyunun ise yalnızca üç durakta Tablo 1’deki en küçük değer olan 12 m’yi aştığı görülmektedir. Giriş ve çıkış bölgeleri açısından bir başka durum ise, Şekil 1’de verilen giriş ve çıkış genişliklerinin birbirleri ve/veya cep genişliği ile farklılık göstermesidir. Toplam 23 durakta gözlenen bu durum, durak ceplerinin, genel olarak, düzgün bir geometriye sahip olmadığının bir göstergesidir.

Tablo 2 Saha çalışması yapılan durak ceplerinin boyutları ve gözlem bilgileri.

DURAK	ORTA AYIRICI	GİRİŞ GENİŞLİĞİ (m)	ÇIKIŞ GENİŞLİĞİ (m)	GİRİŞ BOYU (m)	ÇIKIŞ BOYU (m)	CEP GENİŞLİĞİ (m)	CEP BOYU (m)	GÖZLEM SAYISI	OTOBÜS SAYISI	OTOBÜS
										DK
Çapa	VAR	4,9	4,0	6,7	9,2	3,1	41,2	45	105	1,8
Panorama 1453-1	VAR	6,1	5,5	9,2	10,7	4,6	51,9	49	96	1,6
Panorama 1453-2	VAR	4,0	4,0	21,4	18,3	3,7	38,1	53	106	1,8
Şişli Merkez	VAR	4,3	4,0	15,9	11,9	4,0	56,4	55	146	2,4
Yusufpaşa	VAR	4,0	3,7	4,9	4,3	3,7	56,1	49	108	1,8
Haseki	VAR	3,7	3,4	4,3	4,0	3,7	36,3	56	121	2,0
Yunus Emre Cd.-1	YOK	3,1	3,1	2,1	1,5	3,1	15,3	11	11	0,2
Yunus Emre Cd.-2	YOK	1,8	1,8	2,4	1,5	1,8	15,0	9	15	0,3
Atatürk Mah.	YOK	1,8	2,8	3,1	3,7	2,8	27,2	17	20	0,3
Yeşilvadi-1	YOK	1,8	1,5	3,4	3,4	1,8	25,9	13	14	0,2
Yeşilvadi-2	YOK	3,1	2,4	2,4	4,9	3,1	29,6	17	20	0,3
Pazartekke	YOK	2,4	2,1	3,4	3,4	2,4	49,4	54	116	1,9
Kolej	YOK	2,2	2,2	4,3	5,0	2,5	18,9	14	16	0,3
Arnavutköy-1	YOK	1,9	2,2	2,8	5,9	2,6	20,2	11	13	0,2
Arnavutköy-2	YOK	2,8	3,1	3,7	5,3	3,4	21,7	13	14	0,2
Çamlıbahçe	YOK	2,8	1,6	15,5	10,9	3,1	18,3	13	13	0,2
Bebek	YOK	1,9	1,6	18,6	12,7	3,1	18,0	12	12	0,2
Baltalimanı	VAR	6,8	6,8	10,9	19,2	3,7	39,7	14	14	0,2
Hacı Ömer Meydanı	VAR	5,3	5,0	21,7	24,8	3,4	25,7	20	23	0,4
Fabrikalar	YOK	2,8	2,2	5,7	10,2	3,3	55,2	54	82	1,4
Maslak Kavşağı	YOK	4,3	4,3	8,4	9,3	5,0	40,3	3	3	0,1
Fakülte	YOK	3,1	3,1	10,9	6,8	3,3	50,5	8	8	0,1
İstinye Park	YOK	1,9	1,9	8,1	9,3	3,1	18,3	5	8	0,1
Beşiktaş Meydanı	VAR	4,0	4,0	7,5	7,5	4,0	36,0	44	78	1,3
Kantarcı	YOK	2,5	2,5	2,0	2,0	2,5	30,0	14	15	0,3
Taşlıçeşme	YOK	1,5	1,5	2,5	2,5	1,5	33,0	17	19	0,3
İBB	VAR	7,0	7,0	11,0	11,0	7,0	47,0	50	109	1,8
Yıldız	YOK	2,5	2,5	10,5	10,5	2,5	35,0	43	83	1,4
4. Levent	VAR	7,0	7,0	11,0	11,0	7,0	31,0	36	60	1,0
<b>TOPLAM</b>								<b>799</b>	<b>1448</b>	

Tablo 2’de dökümü verilen, en az bir otobüs sayılan toplam 799 bir dakikalık gözlemin 328’i (%41,1) orta ayırıcısız, 471’i (%58,9) ise orta ayırıcılı duraklarda yapılmıştır. Diğer taraftan, toplam 1448 otobüsün, 482’si (%33,3) orta ayırıcısız, 966’sı (%66,7) ise orta ayırıcılı duraklarda sayılmıştır. Otobüs gelen ve gelmeyen bir dakikalık tüm gözlemler dikkate alındığında; 18 orta ayırıcısız durağa dakikada ortalama 0,5 otobüs ( $482/18 \times 60$ ), 11 orta ayırıcılı durağa ise dakikada ortalama 1,5 otobüs ( $966/11 \times 60$ ) geldiği hesaplanmaktadır. Orta ayırıcılı durakların dakikalık otobüs sayılarının görece yüksek oluşu, bu uygulamanın daha sık otobüs gelen, kalabalık duraklarda tercih edildiğini ortaya koymaktadır.

Durak cebi kullanımının sahada ölçümü yapılırken; durağa gelen otobüslerin durak cebine tam olarak girmeleri (Tam), durak cebine bir miktar girip, bir miktar da trafik şeridini işgal ederek durmaları (Yarım) ve durak cebinin tamamen dışında durmalarından (Hiç) oluşan üç farklı kullanım durum için tespit yapılmıştır. Tüm duraklarda sayılan toplam 1448 otobüsün 763’ü tam ve 107’si yarım kullanım yapmış, 578’i ise cebi kullanmamıştır. Orta ayırıcılı duraklarda mevcut fiziksel engelin yarım kullanıma olanak tanımaması nedeniyle, bu duraklarda sayılan 966 otobüs için tam ve hiç, geri kalan 482 otobüs için ise tam, yarım ve hiç kullanım durumlarına ait bilgiler Tablo 3’de sunulmuştur. Tablodan görülebileceği gibi orta ayırıcılı duraklarda tam kullanım oranı, orta ayırıcısızlara göre oldukça yüksektir. Bu durum orta ayırıcılı durakların cebin doğru kullanımı üzerinde doğrudan ve önemli bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Öte yandan, orta ayırıcısız duraklara bakıldığında yarım kullanım ve hiç kullanılmama durumlarının yüksek bir oranda olduğu görülmektedir.

Tablo 3 Otobüslerin Durak Ceplerini Kullanma Durumlarının Orta Ayırıcıya Göre Dağılımı  
(Toplam içerisindeki yüzdeleri parantez içinde verilmiştir).

KULANIM DURUMU	ORTA AYIRICILI DURAKLAR	ORTA AYIRICISIZ DURAKLAR
TAM	589 (%61,0)	174 (%36,1)
YARIM	---	107 (%22,2)
HİÇ	377 (%39,0)	201 (%41,7)
TOPLAM	966	482

## Durak Cebi Kullanımının İrdelenmesi

### Durak Cebi Kullanımının Otobüslerin Durağa Gelişleri Açısından Değerlendirmesi

Durağa gelen bir otobüsün, önünde cep içerisinde yolcu indirme/bindirme işlemi yapan bir veya daha fazla otobüs bulunması durumunda, cebi uygun olmayan bir şekilde kullanması söz konusu olabilmektedir. Bu etkinin değerlendirilebilmesi amacıyla Tablo 4’de orta ayırıcısız duraklarda yapılan toplam 328 bir dakikalık gözlemin, Tablo 5’de ise orta ayırıcılı duraklarda yapılan toplam 471 bir dakikalık gözlemin; otobüslerin durağı tam (T), yarım (Y) ve hiç (H) kullanılmaları açısından dökümleri sunulmuştur. Bu dökümden, bir dakikada durağa gelen otobüs sayıları ve bu otobüslerin kaçının nasıl bir kullanım yaptıkları, olası tüm farklı durumlar için verilmiştir. Burada T-Y-H kolon başlığı altında yer alan değerler sırasıyla tam, yarım ve hiç durumlarının sayılarını ifade etmektedir. Örneğin; 3 kolon başlığının altındaki 1-0-2 satır başlığı, dakikada üç otobüs gelen gözlemlerde cebi, bir otobüsün tam kullandığı, iki otobüsün hiç kullanmadığı ve yarım kullanım yapan otobüs ise bulunmadığını ifade etmektedir.

Tablo 4 Orta Ayırıcısız Duraklarda, Otobüslerin Durağa Giriş Durumları.

OTOBÜS/DK									
1		2		3		4		5	
T-Y-H	#	T-Y-H	#	T-Y-H	#	T-Y-H	#	T-Y-H	#
1-0-0	58	2-0-0	24	3-0-0	2	4-0-0	1	5-0-0	0
0-1-0	53	1-1-0	8	2-1-0	6	3-1-0	1	4-1-0	0
0-0-1	110	1-0-1	10	2-0-1	3	3-0-1	0	4-0-1	0
$\Sigma$	221	0-2-0	7	1-2-0	1	2-2-0	0	3-2-0	0
		0-1-1	2	1-1-1	6	2-1-1	0	3-1-1	0
		0-0-2	18	1-0-2	6	2-0-2	0	3-0-2	0
		$\Sigma$	69	0-3-0	1	1-3-0	0	2-3-0	0
				0-2-1	2	1-2-1	0	2-2-1	0
				0-1-2	1	1-1-2	5	2-1-2	0
				0-0-3	2	1-0-3	0	2-0-3	0
				$\Sigma$	30	0-4-0	0	1-4-0	0
						0-3-1	0	1-3-1	0
						0-2-2	0	1-2-2	0
						0-1-3	0	1-1-3	1
						0-0-4	0	1-0-4	0
						$\Sigma$	7	0-5-0	0
								0-4-1	0
								0-3-2	0
								0-2-3	0
								0-1-4	0
								0-0-5	0
								$\Sigma$	1

Tablo 5 Orta Ayırıcılı Duraklarda, Otobüslerin Durağa Giriş Durumları.

OTOBÜS/DK													
1		2		3		4		5		6		7	
T/H	#	T/H	#	T/H	#	T/H	#	T/H	#	T/H	#	T/H	#
1-0	139	2-0	64	3-0	27	4-0	4	5-0	3	6-0	0	7-0	0
0-1	48	1-1	38	2-1	39	3-1	10	4-1	3	5-1	0	6-1	0
$\Sigma$	187	0-2	40	1-2	8	2-2	6	3-2	5	4-2	1	5-2	1
		$\Sigma$	142	0-3	20	1-3	3	2-3	1	3-3	0	4-3	0
				$\Sigma$	94	0-4	9	1-4	1	2-4	0	4-4	0
						$\Sigma$	32	0-5	0	1-5	0	2-5	1
								$\Sigma$	13	0-6	0	1-6	0
										$\Sigma$	1	0-7	0
												$\Sigma$	2

Tablo 4’de verilen sayılar orta ayırıcısız duraklarda, özellikle, yarım ve hiç kullanım açısından önemli bilgiler ortaya koymaktadır. Örneğin, dakikada bir otobüsün geldiği toplam 221 gözlemden; tam kullanım 58 (%26,2), yarım kullanım 53 (%24,0), hiç kullanılmama ise 110 (%49,8) defa gözlenmiştir. Durakta hiç otobüsün bulunmadığı ve sürücülerin daha az ihlal yapmasının beklendiği bu durumda bile yarım ve hiç kullanımlar oldukça yüksek oranda ortaya çıkmıştır. Dakikada gelen otobüs sayısının artması ile birlikte ise sürücü davranışlarının farklılık gösterdiği ve net bir düzen izlemediği görülmektedir. Tüm otobüslerin tam kullanım yapma oranı, dakikada gelen otobüs sayısı ikiye çıktığında %34,8 olurken, üçe çıktığında %6,6, yalnızca yedi gözlemin olduğu dörde çıktığında ise %14,3 olmaktadır.

Tablo 5'deki sayılardan da görülebileceği gibi orta ayırıcı, durak ceplerinin tam kullanımı açısından önemli bir etki yaratmaktadır. Orta ayırıcılı duraklarda yarım kullanım olanağı bulunmadığı için tabloda, yalnızca farklı tam/hiç kullanım durumlarına ait değerler yer almaktadır. Ölçümlerin ağırlıklı olarak yoğunlaştığı bir, iki, üç ve dört otobüsün geldiği durumlara bakıldığında çoğunlukla, en az bir otobüsün durak cebini kullandığı görülmektedir. Gerçekten de, durağa gelen otobüslerin tamamının cebi kullanmadığı durumların oranı dakikada bir otobüs için %25,7 (48/187), iki otobüs için %28,2 (40/142), üç otobüs için %21,3 (20/94) ve dört otobüs için %28,1 (9/32) ile görece düşük değerlerdedir.

Tablo 4 ve 5'in değerlendirmesinde gözden kaçırılmaması gereken nokta, saha çalışmasında, her bir dakikalık sayımda gelen her yeni otobüs için, önde bulunan otobüs veya otobüslere ait herhangi bir veri toplanmamış olmasıdır. Diğer bir deyişle, bir dakikada durağa gelen otobüslerin aynı anda gelip gelmedikleri ya da biri gelmeden diğerinin ayrılmış olup olmadığı bilgileri mevcut değildir. Bu bağlamda, söz konusu tablolardaki veriler birden fazla otobüsün kullanma durumlarının birbirine olan etkisini yalnızca yaklaşık olarak ortaya koyabilmektedir.

### **Durak Cebi Kullanımının Durağın Geometrik Özellikleri Açısından Değerlendirmesi**

Otobüs durak ceplerinin kullanımında, geometrik özelliklerin de etkisi bulunmaktadır. Giriş ve çıkış kısımlarının boyu ve genişliğinin yeterli olmaması halinde, otobüslerin trafik akımından ayrılma ve akıma katılma manevralarında güçlükler yaşanabilmektedir. Diğer taraftan, cep boyu ise durak içerisinde bekleme yapabilecek otobüslerin sayısı açısından belirleyici özelliktedir. Cep boyunun yeterli olmaması; iki veya daha fazla otobüsün arka arkaya durağa geldiği durumlarda, arkadan gelen otobüslerin cebi kullanamamasına yol açabilmektedir. Cep genişliğinin küçük olması ise, otobüslerin sürücülerinin (özellikle olası manevra güçlükleri nedeniyle) cebe giriş konusunda isteksiz davranmalarına yol açabilmektedir. Bu bölümde, durak cebinin boyu ve genişliği ile durağa giriş ve çıkış kısımlarının boyu, çeşitli sınır değerler kullanılarak ve orta ayırıcının mevcut olup olmaması durumu dikkate alınarak; bir dakikalık gözlemlerde en az bir otobüsün cebi tam olarak kullanması veya hiçbir otobüsün cebi tam kullanmaması ayırımına göre incelenmiştir.

İstanbul'da toplu taşıma hizmeti veren otobüslerden normal olanları 12 m, körüklü olanları ise 18 m uzunluğundadır. Tablo 6'da, bu otobüs uzunlukları dikkate alınarak; cep boyunun 20 m'den küçük, 20 m ile 40 m arasında ve 40 m'den büyük olduğu üç farklı durum için ceplerin kullanılma durumuna ait bir değerlendirme verilmiştir. İncelenen duraklar içerisinde, orta ayırıcılı olup 20 m'den küçük cep boyuna sahip durak bulunmamaktadır.

Tablo 6'dan da görülebileceği gibi cep boyunun 20 m'den (yaklaşık bir körüklü veya iki normal otobüs uzunluğu) küçük olduğu orta ayırıcısız duraklarda yapılan gözlemlerin hiçbirisinde tam kullanım tespit edilmemiştir. Tablo 6'daki değerler genel olarak incelendiğinde ise, cep boyunun 20 m'yi aşması ve durağa gelen otobüs sayısının artması ile birlikte (oransal olarak farklılıklar bulunmasına rağmen) en az bir tam kullanım, hiç kullanılmaya göre daha fazla olduğu görülmektedir. Burada, cep boyunun 20 m ile 40 m aralığında olması ve 40 m'den büyük olması arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir. Öte yandan, orta ayırıcılı duraklarda tam kullanım, beklendiği gibi, yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 6 Cep Boyu ve Orta Ayırıcıya Göre, Cebin En Az Bir Otobüs Tarafından Tam Kullanıldığı Dakikalık Gözlem Sayıları ve Yüzdeleri.

BOY	ORTA AYIRICI VAR			ORTA AYIRICI YOK			
	≤ 20 m	20 m < - ≤ 40 m	> 40 m	≤ 20 m	20 m < - ≤ 40 m	> 40 m	
OTOBÜS/DK	1	Gözlem Yok	79/109 (%72,5)	60/78 (%76,9)	0/54 (%0,0)	27/108 (%25,0)	31/59 (%52,5)
	2	Gözlem Yok	43/67 (%67,2)	59/75 (%78,7)	0/9 (%0,0)	17/23 (%73,9)	25/37 (%67,6)
	3	Gözlem Yok	25/34 (%73,5)	49/60 (%81,7)	0/1 (%0,0)	10/12 (%83,3)	14/17 (%82,4)
	4	Gözlem Yok	6/10 (%60,0)	17/22 (%77,3)	Gözlem Yok	2/2 (%100,0)	5/5 (%100,0)
	5	Gözlem Yok	2/2 (%100,0)	11/11 (%100,0)	Gözlem Yok	Gözlem Yok	1/1 (%100,0)
	6	Gözlem Yok	Gözlem Yok	1/1 (%100,0)	Gözlem Yok	Gözlem Yok	Gözlem Yok
	7	Gözlem Yok	1/1 (%100,0)	1/1 (%100,0)	Gözlem Yok	Gözlem Yok	Gözlem Yok

Tablo 7’de benzeri bir değerlendirme, bu defa, cep genişliği için yapılmıştır. Bu değerlendirmede, cep genişliğinin, Tablo 1’de verilen ve TS 11783’e göre en küçük değer olan 2,5 m’den küçük, 2,5 m ile 4 m arasında ve 4 m’den büyük olması durumlarına göre sınıflandırma yapılmıştır. İncelenen duraklar içerisinde, orta ayırıcılı olup 2,5 m’den küçük cep genişliğine sahip durak bulunmamaktadır.

Tablo 7 Cep Genişliği ve Orta Ayırıcıya Göre, Cebin En Az Bir Otobüs Tarafından Tam Kullanıldığı Dakikalık Gözlem Sayıları ve Yüzdeleri.

GENİŞLİK	ORTA AYIRICI VAR			ORTA AYIRICI YOK			
	≤ 2,5 m	2,5 m < - ≤ 4 m	> 4 m	≤ 2,5 m	2,5 m < - ≤ 4 m	> 4 m	
OTOBÜS/DK	1	Gözlem Yok	83/130 (%63,8)	56/57 (%98,2)	24/90 (%26,7)	31/128 (%24,2)	3/3 (%100,0)
	2	Gözlem Yok	59/99 (%59,6)	43/43 (%100,0)	23/43 (%53,5)	19/26 (%73,1)	Gözlem Yok
	3	Gözlem Yok	25/34 (%73,5)	25/25 (%100,0)	20/23 (%87,0)	4/7 (%57,1)	Gözlem Yok
	4	Gözlem Yok	49/69 (%71,0)	4/4 (%100,0)	7/7 (%100,0)	Gözlem Yok	Gözlem Yok
	5	Gözlem Yok	8/8 (%100,0)	5/5 (%100,0)	1/1 (%100,0)	Gözlem Yok	Gözlem Yok
	6	Gözlem Yok	Gözlem Yok	1/1 (%100,0)	Gözlem Yok	Gözlem Yok	Gözlem Yok
	7	Gözlem Yok	2/2 (%100,0)	Gözlem Yok	Gözlem Yok	Gözlem Yok	Gözlem Yok

Tablo 7’den görülebileceği gibi cep genişliğinin, ilgili standartta verilen en küçük değer olan 2,5 m’den düşük olduğu durumlarda dahi, orta ayırıcısız duraklarda yalnızca bir otobüsün geldiği gözlemler hariç, tam kullanım oranı %50’yi aşmaktadır. Orta ayırıcısız ve cep genişliğinin 2,5 m ile 4 m aralığında olduğu duraklarda da tek otobüs gelen gözlemlerde tam kullanım oranının %24,2 seviyesinde kalması, bu sonuçta durak özelliklerinden başka faktörlerin rol oynadığını göstermektedir. Öte yandan, cep genişliğinin 2 m’den de küçük olduğu, orta ayırıcısız üç durak dikkate alındığında (1,8 m ile Yunus Emre Cd -2 ve Yeşilvadi-1, 1,5 m ile Taşlıçeşme), bu duraklarda yapılan toplam 39 gözlemde tam kullanım yalnızca beş kez (%12,8) gözlenmiştir. Diğer bir deyişle, etkisi görece düşük olmakla birlikte, cep genişliğinin standartta verilen değerden (ve/veya normalden) daha küçük olması tam kullanımı azaltmaktadır. Öte yandan, orta ayırıcının zaten mevcut olan tam kullanımı artırıcı etkisi, cep genişliğinin büyük olması ile katlanarak artmaktadır. Tablo 7’ye göre, cep genişliğinin 4 m’yi aştığı orta ayırıcılı duraklarda yapılan toplam 134 gözlemde yalnızca bir kez tam kullanım dışında bir kullanım gözlenmiştir.

Tablo 8 ve 9’da cebin giriş ve çıkış kesimlerinin durumu ile ilgili bir değerlendirme sunulmuştur. Ceplerin giriş ve çıkış kesimlerinin trafik akımından ayrılmalarda ve akıma geri katılmalarda önemli rol oynadığı düşünüldüğünde, bu kısımların yeterli uzunlukta yapılmamasının durak cebi kullanımını olumsuz yönde etkileyeceği açıktır. Gözlem yapılan 29 durakta, giriş ve çıkış kesimlerinin boylarının birbirlerinden farklı olduğu çok sayıda cep bulunduğu görülmektedir. Daha önce de değinildiği üzere, bu boylar genel olarak standartta



verilen sınır değerlerden küçük olarak uygulanmıştır. Tablo 8’de verilen ve giriş boyları için yapılan değerlendirmede, giriş boyunun, 10 m’den küçük, 10 m ile 18 m arasında ve 18 m’den büyük olması durumlarına göre sınıflandırma yapılmıştır. Tablo 9’da ise, benzeri bir değerlendirme, bu kez, cep çıkış boyu için sunulmuştur. Bu değerlendirmede, çıkış boyunun giriş boyuna göre daha küçük uygulanmasına (TS 11837’de verilen değerler de bu şekildedir) bağlı olarak, çıkış boyunun 5 m’den küçük, 5 m ile 12 m arasında ve 12 m’den büyük olması durumlarına göre sınıflandırma yapılmıştır.

Tablo 8 Cep Giriş Boyu ve Orta Ayırıcıya Göre, Cebin En Az Bir Otobüs Tarafından Tam Kullanıldığı Dakikalık Gözlem Sayıları ve Yüzdeleri.

G.BOYU	ORTA AYIRICI VAR			ORTA AYIRICI YOK			
	≤ 10 m	10 m < - ≤ 18 m	> 18 m	≤ 10 m	10 m < - ≤ 18 m	> 18 m	
OTOBÜS/DK	1	39/83 (%47,0)	65/67 (%97,0)	35/37 (%94,6)	41/171 (%24,0)	17/38 (%44,7)	0/12 (%0,0)
	2	46/85 (%54,1)	36/37 (%97,3)	20/20 (%100,0)	28/55 (%50,9)	14/14 (%100,0)	Gözlem Yok
	3	33/53 (%62,3)	29/29 (%100,0)	12/12 (%100,0)	14/20 (%70,0)	10/10 (%100,0)	Gözlem Yok
	4	7/16 (%43,8)	12/12 (%100,0)	4/4 (%100,0)	5/5 (%100,0)	2/2 (%100,0)	Gözlem Yok
	5	5/5 (%100,0)	8/8 (%100,0)	Gözlem Yok	1/1 (%100,0)	Gözlem Yok	Gözlem Yok
	6	Gözlem Yok	1/1 (%100,0)	Gözlem Yok	Gözlem Yok	Gözlem Yok	Gözlem Yok
	7	1/1 (%100,0)	1/1 (%100,0)	Gözlem Yok	Gözlem Yok	Gözlem Yok	Gözlem Yok

Tablo 9 Cep Çıkış Boyu ve Orta Ayırıcıya Göre, Cebin En Az Bir Otobüs Tarafından Tam Kullanıldığı Dakikalık Gözlem Sayıları ve Yüzdeleri.

Ç.BOYU	ORTA AYIRICI VAR			ORTA AYIRICI YOK			
	≤ 5 m	5 m < - ≤ 12 m	> 12 m	≤ 5 m	5 m < - ≤ 12 m	> 12 m	
OTOBÜS/DK	1	10/34 (%29,4)	81/102 (%79,4)	48/51 (%94,1)	14/113 (%12,4)	44/96 (%45,8)	0/12 (%0,0)
	2	16/36 (%44,4)	66/86 (%76,7)	20/20 (%100,0)	11/33 (%33,3)	31/36 (%86,1)	Gözlem Yok
	3	17/24 (%70,8)	45/58 (%77,6)	12/12 (%100,0)	10/14 (%71,4)	14/16 (%87,5)	Gözlem Yok
	4	2/6 (%33,3)	17/22 (%77,3)	4/4 (%100,0)	5/5 (%100,0)	2/2 (%100,0)	Gözlem Yok
	5	4/4 (%100,0)	9/9 (%100,0)	Gözlem Yok	1/1 (%100,0)	Gözlem Yok	Gözlem Yok
	6	Gözlem Yok	1/1 (%100,0)	Gözlem Yok	Gözlem Yok	Gözlem Yok	Gözlem Yok
	7	1/1 (%100,0)	1/1 (%100,0)	Gözlem Yok	Gözlem Yok	Gözlem Yok	Gözlem Yok

Tablo 8’den, cep giriş boyunun yeterli olmamasının, tam kullanımı olumsuz etkilediği görülmektedir. Giriş boyunun 10 m’den küçük olduğu orta ayırıcılı ceplerde dahi, tam kullanım oranının genelde %50 seviyesinde olmaktadır. Cep giriş boyunun 10 m’yi aşması ile birlikte, tam kullanımların oranı, orta ayırıcıdan bağımsız olarak, yükselmekte ve neredeyse %100 seviyesine çıkmaktadır. Burada bir istisna, giriş boyunun 18 m’den büyük olduğu Bebek durağında gözlenmiştir. Bu durakta bir saat boyunca toplam 12 gözlem yapılmış, her gözlemede yalnızca bir otobüs durağa gelmiş ve bunların hiçbirisi cebi tam kullanmamıştır. Beklenenin aksine çıkan bu sonuçta, cep kullanımına etkisi olan ve bu çalışmada değerlendirilmeyen; durakta bekleyen yolcuların davranışı, trafik şeritlerinin genişliği, durak çevresindeki ve cep içerisindeki parklanma durumu gibi unsurların etkisi olduğu düşünülmektedir.

Tablo 9’dan ise çıkış boyunun cep kullanımına etkisi gözlenebilmektedir. Genel olarak, çıkış boyunun 12 m’den küçük olduğu duraklarda tam kullanım dışındaki kullanımlara da rastlanmakta, bu boyun 5 m’den küçük olması durumunda tam kullanım önemli oranda düşmektedir. Çıkış boyunun 5 m’den küçük olduğu duraklar içerisinde, en az bir tam kullanım; orta ayırıcılı duraklardaki toplam 105 gözlemede 50 kez (%47,6) orta ayırıcısız duraklardaki toplam 166 gözlemede ise 41 kez (%24,7) gözlenmiştir. Görüldüğü gibi, çıkış boyunun küçük olduğu durumda, orta ayırıcı bulunsa dahi, tam kullanım oranı %50’ye

ulaşamamaktadır. Ek olarak, yukarıda bahsedilen Bebek durağında, tıpkı giriş boyu için olduğu çıkış boyu için de istisnai bir durum ortaya çıkmış ve çıkış boyu 12 m'yi aşmasına rağmen, durakta bir saat boyunca yapılan toplam 12 gözlemlerde tam kullanıma rastlanmamıştır.

Tablo 6, 7, 8 ve 9 ortak olarak değerlendirildiğinde, geometrik özellikler nasıl olursa olsun, gözlem süresince durağa yalnızca bir otobüs geldiği durumlarda, tam kullanım dışındaki kullanımların önemli miktarda olduğu görülmektedir. Buradan da görülebileceği üzere, durak ceplerinin uygun kullanımında, başka bazı belirleyici etmenler bulunmaktadır. Bunların arasında sürücü tercihlerinin (keyfi davranışlarının) yanı sıra, saha çalışmasında birçok kez gözlemlendiği üzere, ceplerin taşıtlar tarafından geçici veya sürekli parklarda kullanılması, bekleyen yolcuların otobüsü görünce binmek için cep alanına girmesi ve özellikle minibüslerin duraklarda sıkça yolcu indirme/bindirme işlemi yapması sayılabilir. Söz konusu tabloların bir arada değerlendirilmesi sonucu ortaya çıkan bir başka durum ise, cep tam kullanım oranının durağa bir dakikada gelen otobüs sayısının artması ile artmasıdır. Özellikle, geometrik özelliklerin standartta verilen sınır değerlerde olması durumunda daha da belirginleşen bu durumun temelinde, cepte yaşanan otobüs kalabalığının, otobüs sürücülerini nizami ve daha dikkatli davranmaya yönlendirmesinin yattığı düşünülmektedir.

## Sonuçlar

Bu çalışmada, İstanbul'da cepli duraklarda, cep kullanım durumları; geometrik özellikler ve durağa gelen otobüs sayıları çerçevesinde incelenmiştir. Saha çalışmaları sonucunda 29 durakta toplanan veriler, söz konusu ölçütler açısından sınıflandırılmış ve bunların, uygun olmayan cep kullanımına etkileri araştırılmıştır. Çalışmanın temel zayıflığı toplanan veri ile ilişkilidir. Çok açıktır ki; durak ceplerinin kullanımında yalnızca geometrik özellikler ve durağa gelen otobüs sayısı etkili değildir. Bunların dışında, otobüs sürücülerinin davranışları (alışkanlık vb.), trafik yönetimi uygulamaları (trafik ışıklarının varlığı vb.) ve hatta durak çevresinde arazi kullanım durumu (Mushule, 2012) gibi çok sayıda unsurun etkisi olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, saha çalışması sırasında yapılan gözlemlerde, kullanıma ikincil etkisi olabilecek, cep alanının kaplama durumu (Arnavut kaldırımı vb.) ve trafik şeritleri ile cep alanı arasında kot farkı bulunması gibi unsurlar da gözlenmiştir. Tüm bu unsurların, bu konuda yapılacak gelecek çalışmalarda dikkate alınması ile cep kullanımına etki eden etmenlerin daha iyi anlaşılması mümkün olacaktır. Diğer taraftan, bu çalışma ile çoğu kez göz ardı edilen, ancak gerçekte işletmeye önemli etkisi olan cep kullanımı, ilk kez bu düzeyde ele alınmış olmaktadır.

Çalışmada yapılan değerlendirmeler uygulama açısından değerlendirildiğinde çeşitli faydalı sonuçlara ulaşılmaktadır. Bunlardan birisi orta ayırıcı uygulamasıdır. Farklı sınıflandırmalara dayalı olarak, tablolar ile sunulmuş değerlendirmelerin tamamında orta ayırıcılı duraklardaki tam kullanım oranının %50 seviyesinde ve daha yüksek olduğu (cep çıkış boyunun 5 m'den küçük olduğu orta ayırıcılı duraklarda dakikada bir otobüs gelen gözlemler hariç) görülmektedir. Sayılan otobüsler içerisinde, orta ayırıcılı duraklardaki %61,0'luk tam kullanım oranına karşılık, orta ayırıcısız duraklarda bu oranın yalnızca %36,1 olması ve bu tip ceplerin yarım kullanıma olanak tanınamaması, orta ayırıcının olumlu etkisini ortaya koymaktadır. Boyutlar açısından değerlendirme yapıldığında ise, TS 11837'de verilen sınır değerlerin uygulanmasının tam kullanımın üzerinde olumlu etkisi olacağını söylemek mümkündür. İlgili tablolar incelendiğinde, bu değerlerin sağlanması veya aşılması ile tam kullanım oranının arttığı görülmektedir.

## Kaynaklar

Fitzpatrick, K. ve Nowlin, R. L. (1997) Effects of Bus Stop Design on Suburban Arterial Operations. Transportation Research Record, 1571, pp. 31-41.

Mushule, N. K. (2012) Bus Bay Performance and its Influence on the Capacity of Road Network in Dar Es Salaam. American Journal of Engineering and Applied Sciences, 5(2), pp. 107-113.

TSE (2014) TS 11783: Şehir İçi Yollar - Otobüs Durakları Yer Seçimi Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Xu, H., Tan, Z. ve Yang, X. (2009) Effecton of Bus Bay on Capacity of Adjacent Lane. Proceedings of the 2nd International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation, Volume 04, Washington, D.C., IEEE Computer Society, pp. 579-582.



# Türkiye’de Lojistiğin Kurumsal Yapılanması

**Çağlar TABAK, Kürşat YILDIZ**

Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, 06500 Teknikokullar/Ankara,  
Tel: (0312) 203 20 00/3806-(0542) 518 34 68, (0505) 319 20 20  
caglar.tabak@udhb.gov.tr, kursaty@gazi.edu.tr

## Öz

Ülkelerin gelişmişliğinde; ulaştırma ve lojistik faaliyetler büyük bir öneme sahiptir. Müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere her türlü ürünün, servis hizmetinin ve bilgi akışının kaynağından nihai tüketiciye kadar olan tedarik zinciri içerisindeki hareketlerinin etkili ve verimli bir şekilde planlanması, uygulanması, taşınması, depolanması ve kontrol edilmesi ihtiyacının Türkiye’de profesyonel olarak yapılması halinde ülkenin ekonomisine büyük bir katkı sağlayacağı kaçınılmazdır.

Türkiye’nin jeostratejik konumundan dolayı, bölgesinin doğal bir lojistik üssü olarak nitelendirilebilir. Ancak, ülkemizde lojistik sektörün önemine, son 10 yıla kadar tam anlamıyla vurgu yapılmamış olup, konu ile ilgili çalışmalar kamu kurum ve kuruluşları tarafından yeni yeni başlamıştır. Gelişmiş ülkelerin birçoğu taşımacılıktan lojistiğe dönüşüm programlarını başarıyla tamamlamıştır. Türkiye’nin de konumunu avantaja çevirerek lojistik sektöründe gerekli yasal ve yapısal düzenlemeleri yapıp, bu sektörün ülke ekonomisinde etkin bir şekilde yer almasını bir an önce sağlamalıdır. Bu çalışmada lojistik alanların doğru şekilde belirlenmesi ve lojistik kurumsal yapısının oluşturulup kurumlar arası eş güdümün sağlanması için kurumsal yapılanmanın ihtiyacının önemi vurgulanacaktır. Çalışma; Kalkınma Bakanlığı (Kalkınma Ajansları), Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, Belediyeler ve Üniversitelerin yapmış olduğu çalışmalar incelenerek tamamlanacaktır.

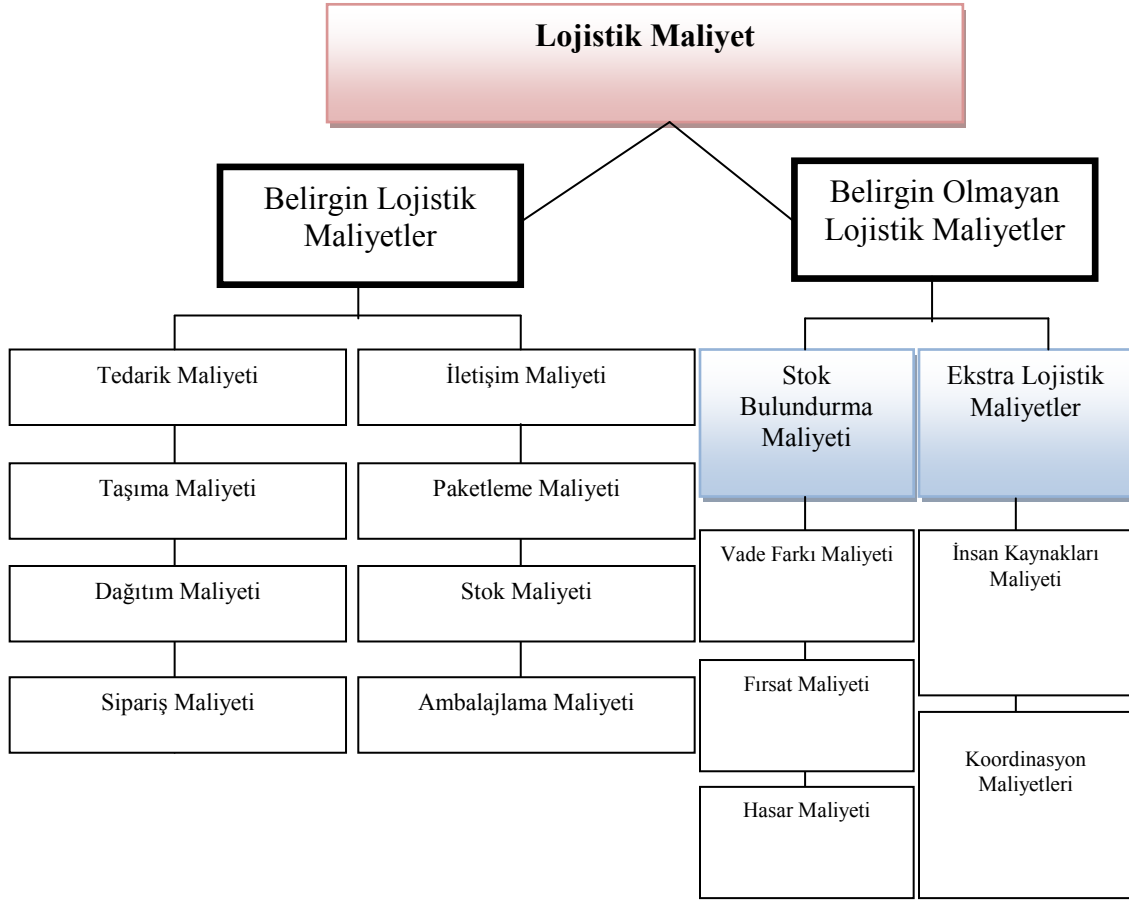
**Anahtar Sözcükler:** Lojistik, lojistik yapı, lojistik alanlar

## Giriş

Ülkelerin ekonomisinde ve dünya ticaretinin gelişmesinde lojistik ve ulaştırmanın etkisinin yoğun olduğu görülmektedir. Hemen hemen bütün sektörlerle doğrudan ya da dolaylı olarak ilişkisi olan lojistik, ulusal ve uluslararası pazarlarda rekabet avantajının elde edilmesinde kilit bir rol üstlenmektedir (Çancı ve Erdal, 2013).

Lojistik sektörünü birçok parametre oluşturmaktadır. Dünya Bankası tarafından yayımlanan lojistik performans endeksine göre ülkelerin puanlama kriterlerinde; gümrükleme, altyapı, zamanlama, izlenebilirlik, uluslararası taşımacılık, lojistik rekabet gibi unsurlar yer almaktadır (<http://lpi.worldbank.org/international/scorecard>). Lojistik maliyetler ise Tablo 1’de görüldüğü gibi özetlenebilmektedir.

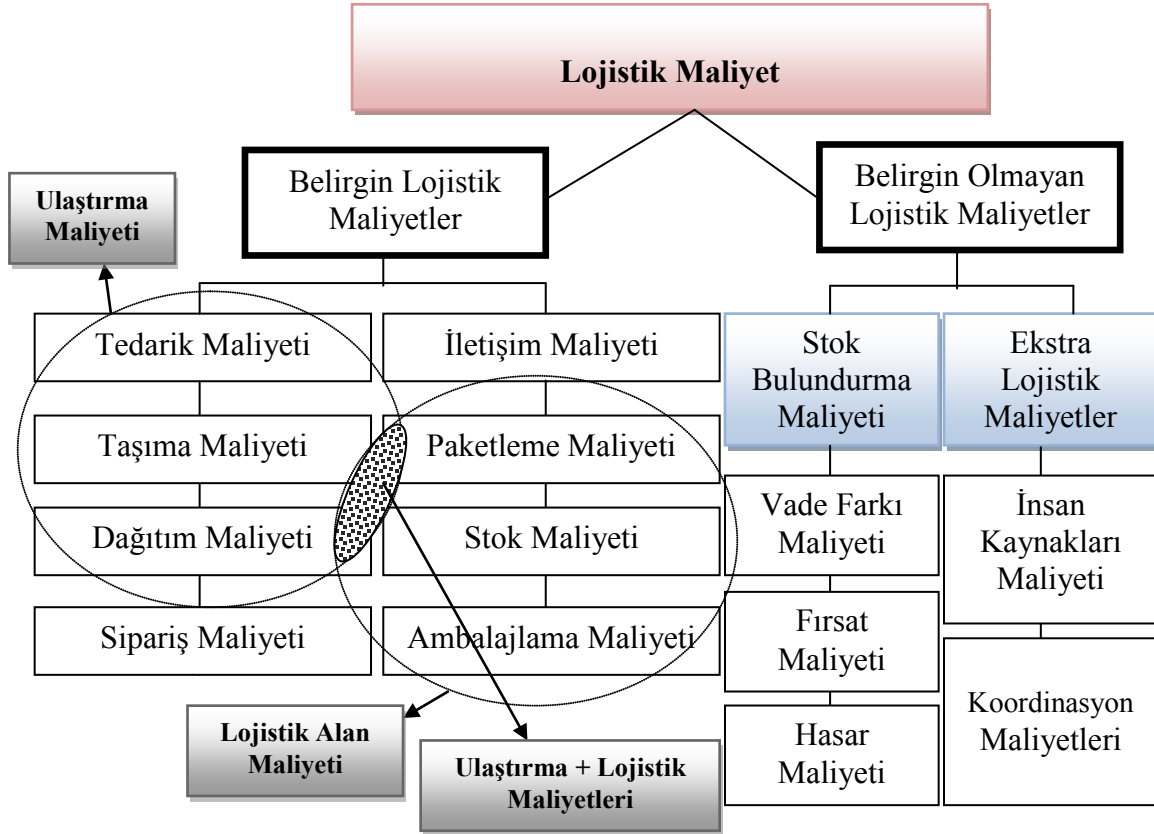
Tablo 1 Lojistik Maliyetler (Tokay ve diğ., 2010, s 271).



Tablo1’de de görüldüğü gibi lojistik maliyetleri oluşturan birçok etken bulunmaktadır. Bu yüzden lojistik maliyetlerin azaltılması ve Türkiye ekonomisine katkıda bulunabilmesi için kurumlar arası eş güdümü sağlayacak kurumsal yapının oluşturulması kaçınılmazdır.

Ayrıca, yukarıdaki tabloda daha detaylı incelendiğinde lojistik maliyetlerin azaltılmasında iyi bir ulaştırma hizmetinin verilmesi ve ideal lojistik sahaların oluşturulması ile de mümkün olacağı anlaşılmaktadır (Tablo 2).

Tablo 2 Lojistik Maliyetlere Genel Bakış.



Görüldüğü gibi ulaştırma ve lojistik alanlar, belirgin maliyetlerin büyük bir kısmını oluşturmaktadır.

Avrupa Birliği ülkeleri etkin bir ulaştırma politikası izlemek için Beyaz Kitap yayımlamışlardır. Bu kitabın temel amacı, Avrupa Birliği (AB) içerisinde deniz taşımacılığı, endüstri, sahil bölgeleri, açık deniz enerji, balıkçılık bölgeleri, deniz çevresi, sosyo-ekonomik uyum ve diğer benzeri alanlar için üretilen politikalar birbirinden bağımsız olarak geliştirilmek ve bu politikaların birbirine destek olacak şekilde nasıl bir araya getirileceği konusunu incelemektir. Bütün bu unsurları göz önünde bulundurarak, AB için yeni bir yön haritası belirlenmiştir (White Piper, 2010).

Türkiye'nin de konumunu avantaja çevirerek, içte yapılanmasını tamamlayıp uluslararası arenada doğru politikalarla hedeflerine en etkili şekilde ulaşması gerekmektedir.

Bu çalışmada ilk olarak, Türkiye'de ve dünya da yapılan akademik çalışmalara değinilerek, Türkiye'de lojistik sektörü ile ilgili olarak yapılan saha çalışmaları (lojistik merkez inşaatı vb.), lojistik planlar incelenecek, mevcut kurumsal yapı hakkında değinildikten sonra örnek olarak Almanya'nın lojistik faaliyetleri hakkında bilgi verilecektir. Tüm bu hususlar göz önüne alınarak, lojistik maliyetleri azaltıcı, kurumlar arası koordinasyonu sağlayacak, lojistik stratejileri ve yatırımları belirleyip, yasal mevzuatları oluşturacak bir yapının oluşturulması için yapılan çalışmalar da göz önünde bulundurularak, kurumsal yapı önerisi getirilecektir.

## Lojistik Faaliyetler ile ilgili Yapılan Akademik Çalışmalar

Bu bölümde Türkiye’de ve yurt dışında yapılan akademik çalışmalara örnek verilecektir.

### Türkiye’de Yapılan Akademik Çalışmalar

“Modern Lojistik Yönetimi: Organize Lojistik Bölgeler için Bir Yer Seçi Modeli” başlıklı doktora tezinde, Bamyacı; Organize Lojistik Bölgesi yer seçimi karmaşık bir problem olduğu, bunun yanı sıra, sağlıklı kantitatif veriler bulmak da zor ve maliyetli olmasından kaynaklı kalitatif ve kantitatif unsurların bir arada değerlendirildiği çok amaçlı/kriterli programlama yöntemlerinin kullanılmasının gerektiğinden bahsetmiştir. Çalışmada, kentsel lojistik problemlerinin çözümünde modern bir yaklaşım olan “Organize Lojistik Bölgeleri” için yer seçimine ilişkin ekonomik, kolay anlaşılabilir, hızlı, duyarlılık analizine elverişli, kalitatif ve kantitatif değerlerin birlikte kullanıldığı, esnek ve evrensel bir modelin oluşturması hedeflenmiştir. Bu hususta öneriler getirilmiştir (Bamyacı, 2008).

“Lojistik Köy Yerlerinin Belirlenmesi İçin Bir Tam Sayılı Programlama Modeli: TCDD için Bir Uygulama” isimli çalışmada Aksoy; TCDD’nin lojistik merkezler için karar vermesine yardımcı olabilecek bir model önerisi sunmuştur. Bu çalışmada TCDD yük taşımacılığının lojistikteki yeri ve önemi açısından lojistik köylerin kurulup kurulmaması kararı üzerinde durulmuştur. Bu amaçla TCDD yük taşımacılığının mevcut durumu, yük profili, dağıtım ağı ve Türkiye’nin 7 bölgesinde kurulması planlanan 12 farklı lojistik merkeze yapılan taşımalar incelenmiştir. Lojistik köylerin hangilerinin veya kaç tanesinin açılacağı belirlenmesi için 0-1 tam sayılı programlama modeli geliştirilmiştir. Oluşturulan matematiksel model LINDO Software Solver kullanılarak çözülmüş ve çıkan sonuçlar değerlendirilmiştir (Aksoy, 2012). Kullanılan modelde yükün cinsine bakılmaksızın ton-km cinsinden hesaplamalar yapılmış ve bu hesaplar dikkate alınmıştır. Çalışma sadece ton-km cinsinden girdiler kullanılarak yapılması, çalışma alanını kısıtlamıştır. Lojistik merkezlerin yer seçimlerinde sadece giren yüklerin değil ulaştırma bağlantılarının, arz-talep dengesinin, uluslararası koridorların konumu gümrükleme işlemleri vs. olarak çok çeşitli olarak ele alınması gerekmektedir

“Genetik Algoritma Yaklaşımı ile Türkiye için Sürdürülebilir Ulaştırma Göstergelerinin Analizi Yapılması” isimli çalışmada Haldenbilen sürdürülebilir ulaştırma parametreleri olarak belirlediği, ulaşım talebi, trafik kazaları, enerji tüketimi ve hava kirliliğinin gelecekte ulaşacağı konusunda tahminlerde bulunmuştur. Çalışmada nüfustan, araç sahipliğine, yolcu taşımacılığınan, yük taşımacılığına kadar birçok parametreyi inceleyerek bir yaklaşım modeli oluşturulmuştur (Haldenbilen, 2003).

“Enerji Politikalarının Ulaştırma Sistemlerinin Optimizasyonu İle Geliştirilmesi Ve Uygulamadan Elde Edilen Getirilerin Ortaya Konması” isimli çalışmada, ilk olarak 1988-2005 yılları arasında enerji analizi yapılarak yük ve yolcu taşımacılığında türlere göre enerji yoğunluk değerlerini belirlemiştir. Daha sonra bu sonuçlar esas alınarak 1970-1987 ve 2006-2020 arasındaki dönemlerdeki enerji tüketim tahminlerini yaparak, Türkiye’nin 1970-2020 yılları arasında ulaştırma sektöründeki enerji tüketiminin halihazır durumunun değişimi ve gelişimi ortaya koymaya çalışmıştır. Yük ve yolcu taşımacılığında geçmişe ait altışar farklı senaryo geliştirerek, 1970-2005 yılları arası enerji verimliliği açısından incelenmeler yapmıştır (Cansız, 2007).

Lojistik Yapılanma Modelleri olarak yaptığı çalışmada, Samsun ve Mersin İlleri İçin Optimum Lojistik Yapılanma Modeli Önerileri isimli çalışmada Akbulut, lojistik sektörünün



gelişimi ve dünya genelinde lojistik sektörün gelişimine paralel ortaya çıkan lojistik yapılanmaları ele almıştır. Türkiye'nin lojistik potansiyeli çerçevesinde özellikle, Samsun ve Mersin illeri mercek altına alınarak bu bölgeler için kurgulanabilecek lojistik yapılanma model önerileri hazırlanmıştır. Samsun ve Mersin İllerinin lojistik potansiyelleri, analizler ve belirli kriterler göz önüne alınarak incelenmiştir. Karadeniz ve Akdeniz'de öncelikle kurulması muhtemel lojistik yapılanmaların Samsun ve Mersin olması gerektiği ve yapılanma modellerinin incelenmesi sonucunda, Samsun ve Mersin illeri için uygulanabilecek lojistik yapılanma model önerileri getirilmiştir (Akbulut, 2012).

### **Yurtdışında Yapılan Akademik Çalışmalar**

Çin'de Güney Merkez Üniversitesi, Trafik-Ulaştırma Mühendisliğinde, Fenling Feng, Feiran Li and Qingya Zhang, Çin demiryolu ulaştırmasında lojistik merkez yer seçimi ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Çalışma, DEA-Bi-level modeli temel alınarak oluşturulmuştur. Modelde temel amaç, lojistik merkez seçiminde alt kriterler belirlenmiş ve bu kriterler formüle edilerek yer tespit çalışmaları yapılmaya çalışılmıştır. Lojistik merkez yer seçimi 4 ana başlık kriteri olarak belirlenmiş ve her biri alt kriterlere ayrılmıştır. Bu 4 ana kıstas; bölgesel değerlendirme, arazi-ulaşım koşulları, yük istasyon koşulları, çevre koşulları şeklindedir (Feng ve diğ, 2012).

Marc Goetschalckxa, Carlos J. Vidalb, Koray Doganc “Küresel Lojistik Sistemlerin Tasarım ve Modellenmesi” isimli çalışmalarında iki tür model geliştirmişlerdir. İlk modelde doğrusal bir programlama aracılığı ile yük akışları ve fiyatlandırılmasının sezgisel metotlarda kullanılarak, optimizasyonu yapılmıştır. Oluşturulan sezgisel algoritmalar için performans sınır değerleri ele alınmıştır (Goetschalckxa ve diğ, 2002).

İkinci modelde ise müşterilerin mevsimsel taleplerini üretim ve dağıtımının karşılanması üzerine oluşturulmuştur (Goetschalckxa ve diğ, 2002).

Yang ve diğ. (2007) “Logistics Distribution Centers Location Problem and Algorithm Under Fuzzy Environment” isimli çalışmalarında Tabu Arama, Genetik ve Bulanık Simülasyon algoritmalarını yaklaşık en iyi çözümü bulmak amacıyla entegre ederek sayısal bir uygulama üzerinde göstermişlerdir.

Wang ve Liu (2007) “The Evaluation Study on Location Selection of Logistics Based on Fuzzy AHP and TOPSIS” isimli çalışmalarında lojistik merkezlerin yer seçim problemlerinde bulanık üçgensel sayıları (fuzzy triangular numbers) gösterge olarak kullanarak bulanık AHP ve TOPSIS'in kombinasyonuna dayalı bir model oluşturmuşlardır. Bu modeli bir lojistik şirketinin Jinan bölgesinde lojistik merkez kurma problemine uygulamışlardır. Ancak bu bir organize lojistik bölgesi yer seçimi uygulamasına yönelik bir çalışma değildir. Bu çalışmada kullanılan yer seçimi kriterleri doğal kaynaklar, ekonomik faydası, sosyal faydası, taşımacılık ve gelişme potansiyeli olarak belirlenmiştir.

Fenling Feng, Feiran Li and Qingya Zhang (2012) “Location Selection of Chinese Modern Railway Logistics Center Based on DEA-Bi-level Programming Model” isimli çalışmasıyla “Data Envelopment Analysis (DEA)” (Veri Zarflama Analizi) kullanılarak, demiryolu lojistik merkezlerinde, ulaşım ağlarının bağlantısı, geri beslemeleri, desteklenmeleri, yük operasyonları gibi bir çok özellik göz önüne alınarak bu model geliştirilmiştir.

Ernest Benedito and Albert Corominas (2012) “Optimal Manufacturing Policy In A Reverse Logistic System With Dependent Stochastic Returns And Limited Capacities” isimli çalışmada, sayısal bir örnekleme yöntemi ile Markov karar verme modeli tanımlanmış olup, bu modelle optimal bir politika geliştirilerek, optimal model ile tahminlere dayalı oluşturulan model karşılaştırılmıştır.

Dale S. Rogers, Benjamin Melamed and Ronald S. Lembke (2012) “Modeling and Analysis of Reverse Logistics” isim çalışmalarıyla tersine lojistik için modelleme ve analiz yapmışlardır. Çalışmada model teknikleriyle tersine lojistik yönetiminin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca, model sayısal model teknikleri kullanılarak, tersine lojistikte yeni fırsatların geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Bartolacci, Michael R. LeBlanc, Larry J. Kayikci, Yasanur Grossman, Thomas A. (2012) “Optimization Modeling for Logistics: Options and Implementations” isimli çalışmada lojistik modelleme optimizasyonu yapmışlardır. Bu modellemede amacı opsiyonlar ve uygulamaya yöneliktir. Yapılan bu çalışmada bilgisayar yazılımlarının lojistik şirketlerin lojistik faaliyetlerinde maksimum fayda için optimizasyona nasıl gideceklerine dair kullanıma yönelik bir öneridir. Kısacası lojistik optimizasyonda bilgisayar yazılımlarının öneminden bahsedilmektedir.

Liedtke, Gernot; Friedrich, Hanno (2012), “Generation of Logistics Networks in Freight Transportation Models” isimli makale çalışmasında, lojistik ağının yük ulaştırması modellemesindeki davranışı incelenmiş olup, lojistik ağ planının, fiyatlandırma, ekonomik etkiler vs. üzerinde durularak incelemeleri yapılmış, daha sonra çalışmanın metodolojisine göre network haritası çıkarılmıştır.

Скіцько В. І. (2014) “Модельовання в оцінюванні рівня логістичного сервісу” isimli çalışmasıyla, matematiksel modeller kullanarak lojistik faaliyetlerde optimizasyonu amaçlayan bir çalışma gerçekleştirmiştir.

## **Lojistik İnşaat ve Lojistik Alanlar ile ilgili Planlama Çalışmaları**

Ayrıca, Türkiye’de yapılan çalışmalar sahada (inşaat çalışması) ve planlama çalışması olarak iki kısımda incelenecektir.

### **Lojistik Merkez İnşaat Çalışmaları**

Dünya’da lojistik sektörün gelişmesiyle birlikte Türkiye’de lojistik sektöre önem vermeye başlamıştır. Türkiye İhracatçılar Meclisi, Lojistik Konseyi, 2011 yılında lojistik master planı için lojistik strateji belgesi yayımlamıştır (Tanyaş ve diğ., 2011). Strateji belgesinin yanı sıra Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları İşletmesi (TCDD) ilk defa ülkeye lojistik merkez kavramı getirmiş ve lojistik merkezlerin inşasını başlatmıştır (<http://www.tcdd.gov.tr/>). Lojistik merkezlerin planlanıp, merkezlerin işleme açılması halinde, lojistik sektörüne yıllık yaklaşık 40 milyar \$ katkı sağlaması, ilave 26 milyon ton taşıma üretmesi, 8 milyon m<sup>2</sup> konteyner stok ve elleçleme sahası kazandırması beklenmektedir (Ulaşan ve Erişen Türkiye, 2014).

TCDD Genel Müdürlüğü tarafından yapılan Türkiye’nin çeşitli bölgelerinde çalışmalar devam etmektedir (Ulaşan ve Erişen Türkiye, 2014) (Şekil 1).



Şekil 1 TCDD Tarafından Yapılan Lojistik Merkezler.

Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı (UDHB) tarafından ise İzmir Kemal Paşa Lojistik Merkezi'nin inşaat çalışmaları devam etmektedir (UDHB, Raylı Sistemler Dairesi Başkanlığı, 2014).

### Türkiye'de Lojistik Planlama Projeleri

Türkiye'de Yerel Yönetimler ve Kalkınma Ajansları tarafından bölgesel ve kentsel planlamalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalara kısaca değinilecektir.

Kocaeli Büyükşehir Belediye'si Kocaeli Bölgesinde bölgesel Lojistik Master plan yapmıştır. Çalışmada;

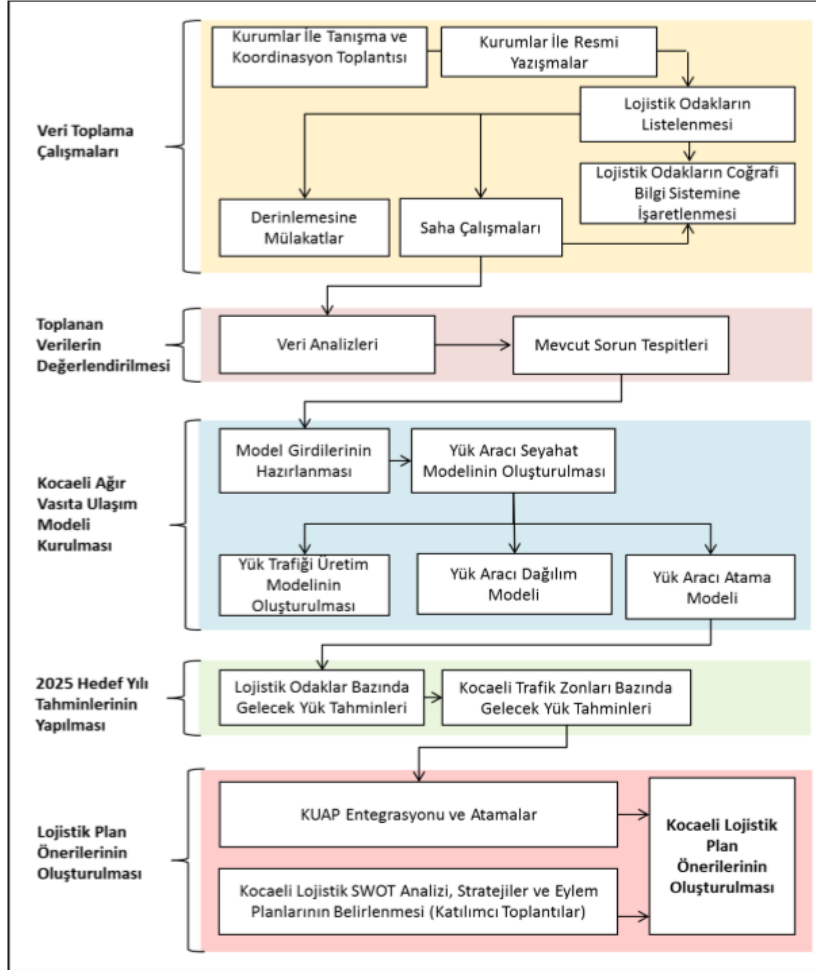
1. Veri Toplama Çalışmaları,
2. Toplanan Verilerin Değerlendirilmesi,
3. Kocaeli Ağır Vasıta Ulaşım Modeli Kurulması,
4. 2025 Hedef Yılı Tahminlerinin Yapılması,
5. Lojistik Plan Önerilerinin Oluşturulması (Kocaeli Lojistik Etüdü ve Stratejik Planlama Çalışması, 2012)

hedeflenmiştir.

Kocaeli Belediyesi tarafından yapılan master planın çalışma prensibi Şekil 2'de verilmiştir. Çalışmada ilk olarak saha çalışmaları (veri toplama), toplanan verilerin değerlendirilmesi, yük taşımacılığı için modellerin kurulması, 2025 yılı için hedeflerinin belirlenmesi, lojistik master plan önerilerinin oluşturulması hedeflenmiştir (Kocaeli Lojistik Etüdü ve Stratejik Planlama Çalışması, 2012).

Planlama Kocaeli Ulaşım Planı ile uyumlu olarak yapılmış geliştirilen stratejiler birbirine paralel olmuştur. Aynı zamanda PTV yazılımı ile mevcut ulaşım türlerinin kapasite analizleri yapılarak, yapılacak yatırımların kaynaklarının etkin kullanılması ve yatırımların maksimum verimde olması hedeflenmiştir (Kocaeli Lojistik Etüdü ve Stratejik Planlama Çalışması, 2012)

Çalışmada 4 aşamalı ulaştırma modeli kullanılmış ve Belediye için lojistik stratejiler geliştirilmiştir. Ancak yapılan çalışma bölgesel ve sadece Kocaeli bölgesini dikkate aldığı için Türkiye genelinde yapılacak bir çalışmada, çerçeveye genel olarak bakılması durumunda önerilerin örtüşmesi konusunda bazı şüpheler bulunmaktadır. Dolayısıyla belediyelerin lojistik master plan yapmasından ziyade bölgesel lojistik master planlar ya da Türkiye Geneli bir planın yapılması çok daha etkili olacağı kaçınılmazdır (Şekil 2) (Kocaeli Lojistik Etüdü ve Stratejik Planlama Çalışması, 2012).



Şekil 2 Master Plan Çalışma Şeması (Kocaeli Lojistik Etüdü ve Stratejik Planlama Çalışması, 2012).

Hatay Büyükşehir Belediyesi Lojistik Planı ile Hatay ve Osmaniye illeri ve İskenderun'da uluslararası taşıma koridorlarında bir üs olabilecek altyapının planlanması amaçlanmıştır. Çalışmada çok yer seçimi ile ilgili olarak model önerisi geliştirilmemiş olup çalışma daha çok tavsiye ve öneriler getirilmiştir. (İskenderun Lojistik Köyü ile Antakya ve Osmaniye Lojistik Destek Merkezleri Master Planı, 2010).

Samsun'da yapılan Samsun Lojistik Merkez Master Planı ise bölgedeki lojistik alt ve üstyapının gereksinmelerini ve inşa yöntemlerini içermektedir. Planlı bir şekilde fizibilitelerine ve yatırım planına uygun olarak Samsun Bölgesini uluslararası taşıma koridorlarında bir üs olabilecek hazırlığı sağlamaktır (TR 83 Bölgesi Lojistik Master Planı, 2010).

Diyarbakır Lojistik Merkez Master Planı ile Proje kapsamında lojistik merkez için istatistiksel ve ekonomik analizlere paralel olarak alan araştırması yapılmıştır. Lojistik merkezlerin yer seçimi kurulacak bölgenin işlevselliği, ekonomik sürdürülebilirliği, doluluk oranının yüksek olması gibi kriterler göz önüne alınarak belirlenmiştir. Genel olarak bakıldığında daha somut önerilerin getirildiği proje gelecek projeksiyonların çizilmesi içinde büyük öneme sahip olduğu görülmektedir (Diyarbakır Lojistik Merkez Raporu, Karacadağ Kalkınma Ajansı).

Bursa İli İçin Lojistik Merkez Raporu ile Bursa ilinde lojistik sektörünün gelişerek bölgenin ve komşu illerin ekonomik gelişmesine destek olması, bölgeden geçecek yerel ve bölgesel yüklerin karma taşıma fırsatına kavuşması amacıyla yapılacak çalışmaları kapsamaktadır. Raporla, Bursa’da inşa edilmesi önerilen “Bursa Lojistik Merkezi”nin ulusal ve uluslararası örnekleri incelenerek, proje planının fayda-maliyet analizleri gerçekleştirilmiştir. Kurulması öngörülen Bursa Lojistik Merkezi, Bursa ve bölge sanayisinin kullanabileceği bölgesel-yerel bir merkez olma özelliği yanında bölgesel konumu, denizyolu ve karayolu bağlantısı, planlanan demiryolu projeleri ve yük potansiyeliyle uluslararası ve ulusal lojistik hizmeti verebilecek büyüklük ve alt yapıya sahip olacağı belirtilmiştir (Bursa Lojistik Merkezi Ön Fizibilite Raporu, 2013).

Trakya Bölgesi Lojistik Master Planında, Bölgesel yapılmış bir master plan olmasıyla birlikte, 9 Stratejik amaç belirlenmiştir. Bunlar sırasıyla; karayolu, denizyolu, havayolu, demiryolu ve kombine taşımacılık, tehlikeli madde taşımacılığı, lojistik merkezlerin kurulması ve gümrük hizmetlerin ulusal ve uluslararası olarak geliştirilmesi ile ilgili yöntemlerin geliştirilmesi ile ilgilidir. (TR21 Trakya Bölgesi Lojistik Master Planı, 2013).

Şanlıurfa Lojistik Master Planı ile Şanlıurfa bölgesinde ulusal ve yerel düzeyde hedefler belirlenmiştir. Çalışmada yine yol gösterici nitelikte olmuştur (Şubat 2011 Şanlıurfa Sanayisinin Yeniden Yapılandırılması için Teknik Destek Projesi).

Yerel yönetimler, Kalkınma Ajansları ve özel sektör lojistik ile ilgili birçok çalışma yapmış/yapmaktadır. Bunun yanı sıra lojistik merkezlerin yer seçimleri ile ilgili olarak birçok akademik çalışma da yapılmıştır. Türkiye’de yapılan akademik çalışmaların bir kaçını incelendiğinde, çalışmaların birçoğunun pratikte uygulamasının gerçekleşmediği gözlemlenmektedir.

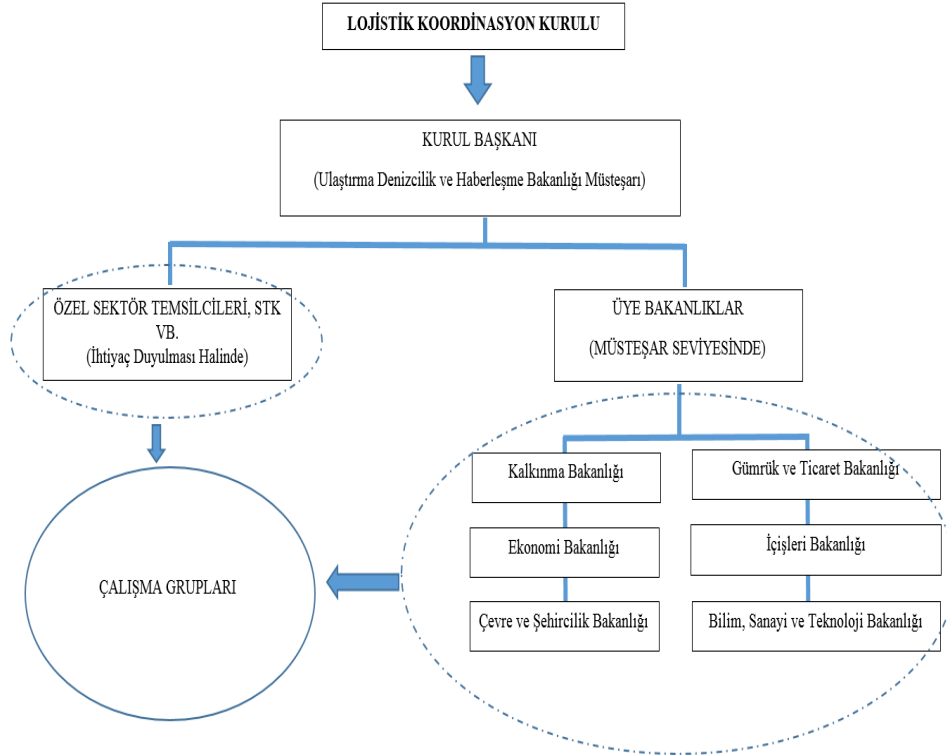
## **Türkiye’de Lojistik Kurumsal Yapı**

Türkiye’de lojistik ile ilgili kurumsal bir yapı bulunmamakla birlikte Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, Avrupa Birliği Bakanlığı, Ekonomi Bakanlığı ve Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı’nın kuruluş kanunlarında lojistik ile ilgili görevler bulunmaktadır. Ayrıca Türkiye İhracatçılar Meclisi tarafından Lojistik Konseyi oluşturulmuştur. TİM Lojistik Konseyi ilk defa Türkiye Geneli için bir strateji belgesi hazırlamıştır. Bu belgede ulaştırma türleri ile ilgili etki analizi yapılmıştır. Çalışmada en ucuz taşıma modunda optimum taşıma kilometreler analizi yapılmış, lojistik kurumsal yapının ilgili Bakanlıkların müsteşarları seviyesinde olması gerektiği savunulmuştur. Türkiye’de ilk olarak etkili bir planlama ve yapılanma süreci 10. Kalkınma Planı çalışmalarıyla birlikte başlamıştır (Tanyaş ve diğ., 2011).

Aynı zamanda Kalkınma Bakanlığı tarafından hazırlanan 10. Kalkınma Planı’nın da Lojistik Koordinasyon Kurulu’nun kurulması amaçlanmış ve 2015 yılının Haziran ayına kadar Kurul’un çalışmalarının tamamlanması hedeflenmiştir (10. Kalkınma Planı, Taşımacılıktan Lojistiğe Dönüşüm Programı Eylem Planları).

10. Kalkınma Planı, Taşımacılıktan Lojistiğe Dönüşüm Programı, 6. Eylem, 1 no'lu Politika 1 no'lu Eylemde kurulması öngörülen Lojistik Koordinasyon Kurulu yapısı aşağıdaki gibi olması ön görülmektedir (Tablo 3).

Tablo 3: Lojistik Koordinasyon Kurulu'nun Yapısı.



Lojistik Koordinasyon Kurulu'nun kuruluşu ile ilgili olarak başbakanlık genelgesi de çıkarılacaktır (10. Kalkınma Planı, Taşımacılıktan Lojistiğe Dönüşüm Programı Eylem Planları).

Lojistik Koordinasyon Kurulu, lojistik ile ilgili görevleri olan kamu kurum/kuruluşlarının eş güdümünü sağlayarak lojistik sektörü ile ilgili olarak kurumların aktif olarak yer alacakları rolleri belirleyecektir. Aynı zamanda lojistik faaliyet alanlarının yer seçimleri ile ilgili karar vermede de aktif olarak görev alacak bir yapı olarak görev yapacaktır (10. Kalkınma Planı, Taşımacılıktan Lojistiğe Dönüşüm Programı Eylem Planları).

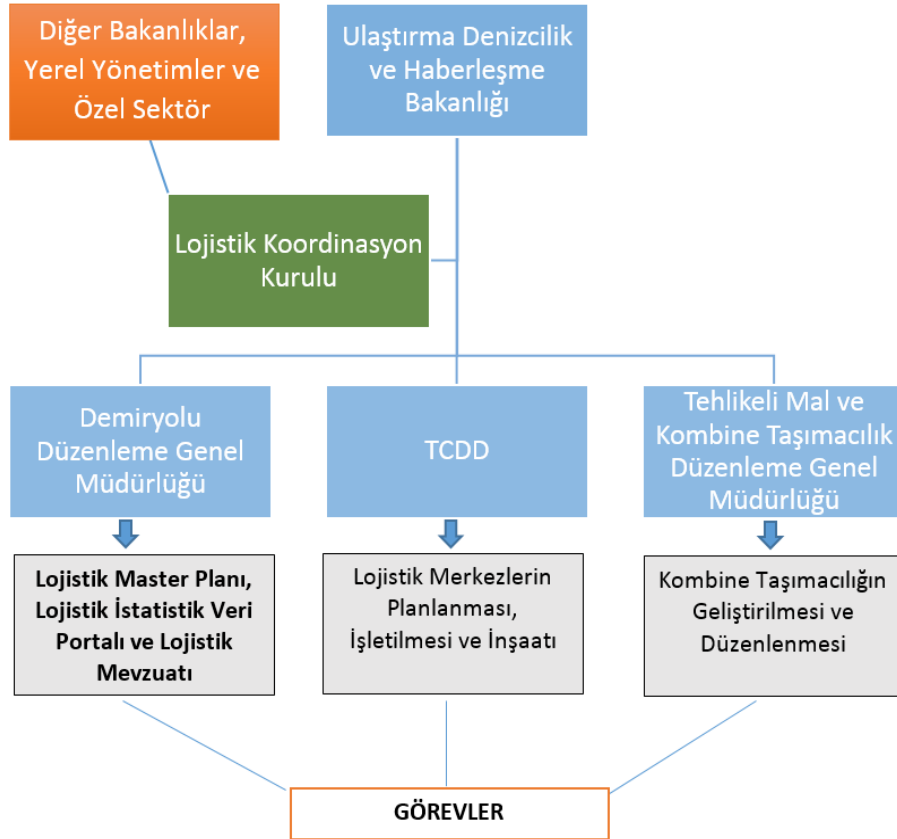
10. Kalkınma Planı, Taşımacılıktan Lojistiğe Dönüşüm Programında diğer önemli bir bileşen ise lojistik mevzuatının oluşturulmasıdır. Türkiye'de lojistik faaliyetlerin gelişi güzel yapılmaması, yapılacak yatırımların belli bir standart ve program içerisinde yapılması için yasal bir mevzuat oluşturulması amaçlanmaktadır. Bu husus Kalkınma Planı'nda 1. Bileşen, 2. Politika, 1 Nolu Eylemde "Lojistik mevzuatı yürürlüğe konulacaktır" şeklinde yer almaktadır. Eylemden sorumlu kuruluş olarak Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı olarak belirlenmiştir. Eylemin bitiş tarihi 2018 yılının sonu olarak belirlenmiştir (10. Kalkınma Planı, Taşımacılıktan Lojistiğe Dönüşüm Programı Eylem Planları).

Diğer yandan, 1 Kasım 2011 tarih ve 655 sayılı KHK ile Ulaştırma Bakanlığı yeniden yapılandırılmış ve bu kanunla birlikte yeni Genel Müdürlükler kurulmuştur. Kurulan Genel

Müdürlüklerden Lojistik Sektörü ile ilgili olarak en önemlileri Demiryolu Düzenleme Genel Müdürlüğü ve Tehlikeli Mal ve Kombine Taşımacılığı Düzenleme Genel Müdürlüğü'dür. Kanun Hükmünde Kararnamenin 8. Maddesinin 1) Bendinde; “Lojistik köy, merkez veya üslerin yer, kapasite ve benzeri niteliklerini belirleyerek planlamak, kurulmalarına ilişkin usul ve esasları belirlemek ve izin vermek, gerekli arazi tahsisi ile altyapıların kurulması hususunda ilgili kuruluşları koordine etmek ve uygulamasını takip etmek ve denetlemek” görevi Demiryolu Düzenleme Genel Müdürlüğü’ne verilmiştir (1 Kasım 2011 Tarih ve 655 Sayılı Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname)

Bu hususta Türkiye genelinde yapılacak olan Lojistik Master Planı ve lojistik mevzuatının oluşturulması görevi Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı altında Demiryolu Düzenleme Genel Müdürlüğü tarafından yapılacaktır (10. Kalkınma Planı) Mevcut durumda yapılanma Tablo 4 gibi olacaktır. Aynı zamanda TCDD tarafından lojistik merkez inşası ile ilgili çalışmalar da devam etmektedir.

Tablo 4: Türkiye’de Lojistik Yapılanma İle İlgili Örnek.



Yukarıda da bahsedildiği gibi Türkiye’de lojistik sektörü ile ilgili kurumsal yapılanma yeni yeni oluşmaktadır. Ancak yapılanma ile ilgili olarak bazı çekinceler bulunmaktadır. Koordinasyon kurulunun ilgili bakanlıklardan temsilcilerin katılımıyla oluşması, gerekli görüldüğü zaman özel sektör temsilcilerinin de katılması ve çalışma gruplarının oluşturulması yapının çok karmaşık ve katılımcı sayısının fazla olmasına yol açacaktır. Dolayısıyla yatırım kararlarının bağımsız ve hızlı bir şekilde alınabileceğine dair bazı şüpheler bulunmaktadır. Bu hususta Türkiye’ye örnek olması amacıyla Almanya’nın lojistik yapısı incelenmiştir.

## Almanya’da Lojistik

Dünya Bankası tarafından yayımlanan Lojistik Performans Endeksinde ilk sıralarda yer alan Almanya ülkesindeki lojistik faaliyetlerin işleyişi gözlemlenip bilgi verilecektir.

Dünya Bankası tarafından yayımlanan lojistik performans endeksinde Almanya her zaman ilk sıralarda olmuştur. 2007 yılından beri yayımlanan lojistik performans endeksindeki değişimi aşağıdaki gibidir (<http://lpi.worldbank.org/>) (Tablo 5).

Tablo 5 Almanya’nın Lojistik Performans Endeksi Sıralaması

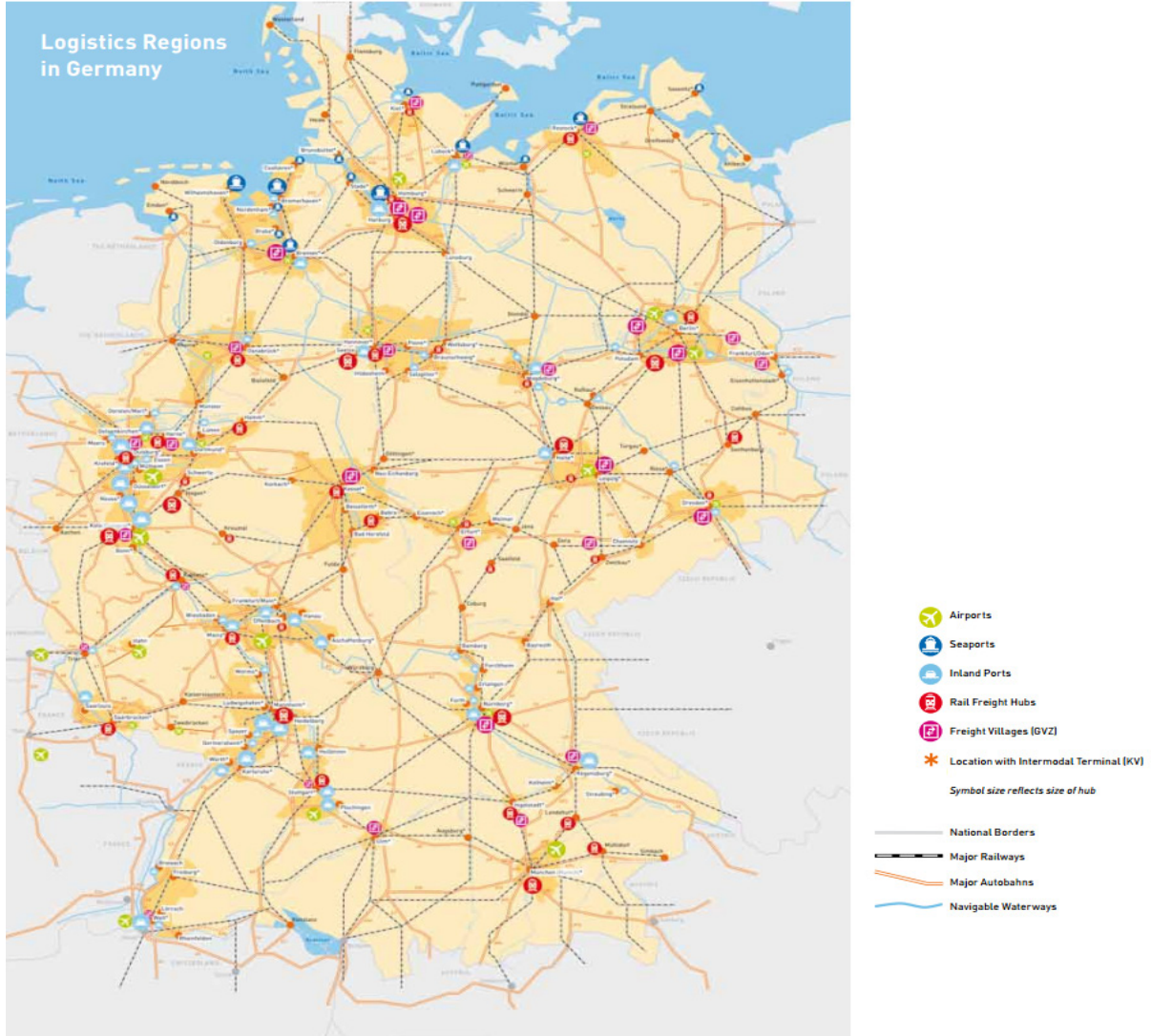
2007	2010	2012	2014
Sıralama/Puan	Sıralama/Puan	Sıralama/Puan	Sıralama/Puan
3/4,10	1/4,11	4/4,03	1/4,12

Görüldüğü gibi Almanya Dünya’da lojistik sektöründe önce gelen ülkelerden birisidir. Dolayısıyla Almanya’nın lojistik sektörünün kurumsal yapılanması ve lojistik merkez yer seçiminin nasıl yapıldığının üzerinde durulması, Türkiye için iyi bir örnek olacağı yadsınamaz bir gerçektir.

Almanya’da lojistik merkezler işlevlerine bağlı olarak yaklaşık, 60,000 lojistik şirketi bulunmaktadır. Almanya lojistik haritası ise Tablo 6’daki gibidir (Germany: Europe’s Logistics Hub 21 Crossroad Accelerating your Business).



Tablo 6 Almanya Lojistik Merkezleri.



Almanya 'da lojistik faaliyetlerin en büyük bileşenleri olan lojistik merkezlerin yerleri titizlikle seçilerek ulaştırma türleri arasındaki bağlantılar en ideal şekilde yapılmaktadır.

Almanya'da lojistik merkezlerin kurulmasında, demiryolu bağlantısının önemi oldukça büyüktür dolayısıyla herhangi bir lojistik merkez inşasında devlet desteğinin alınabilmesi için demiryolu veya su yolu bağlantısının olması zorunludur (Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Demiryolu Düzenleme Genel Müdürlüğü Kurumsal Kapasitesini Geliştirme Projesi Çalıştayı, 2014).

Almanya'nın Lojistik Merkezlerinin kurulmasında finansal desteği sağlayan kurum demiryolu ulaştırma sektörünün düzenleyici kuruluşu olan EBA'dır (Federal Railway Authority; Eisenbahn-Bundesamt, EBA). EBA demiryolu veya su yolu bağlantısı olması koşuluyla lojistik merkezlerin kurulması için teşvik sistemi oluşturmuştur. Bunun için yasal bir mevzuatla birlikte çalışmalar bu mevzuat çerçevesinde olmaktadır. Eğer özel sektör temsilcileri lojistik alan kuracaklar ise bunun fayda maliyet analizi, yatırım programları ve ülkeye katkısı gibi geniş bir alanda detaylı bir raporun hazırlanmalarının yanı sıra başvuru sırasında istenilen belgeleri de mevzuata uygun olarak tamamlamaları gerekmektedir.

(Richtlinie (Verwaltungsvorschrift) zur Förderung von Umschlaganlagen des Kombinierten Verkehrs nichtbundeseigener Unternehmen, 2011).

Almanya’da kurulan bir lojistik merkeze örnek olarak Şekil 3 verilebilir.



**Quelle:** GVZ-Gesellschaft Hamburg-Altenwerder GmbH

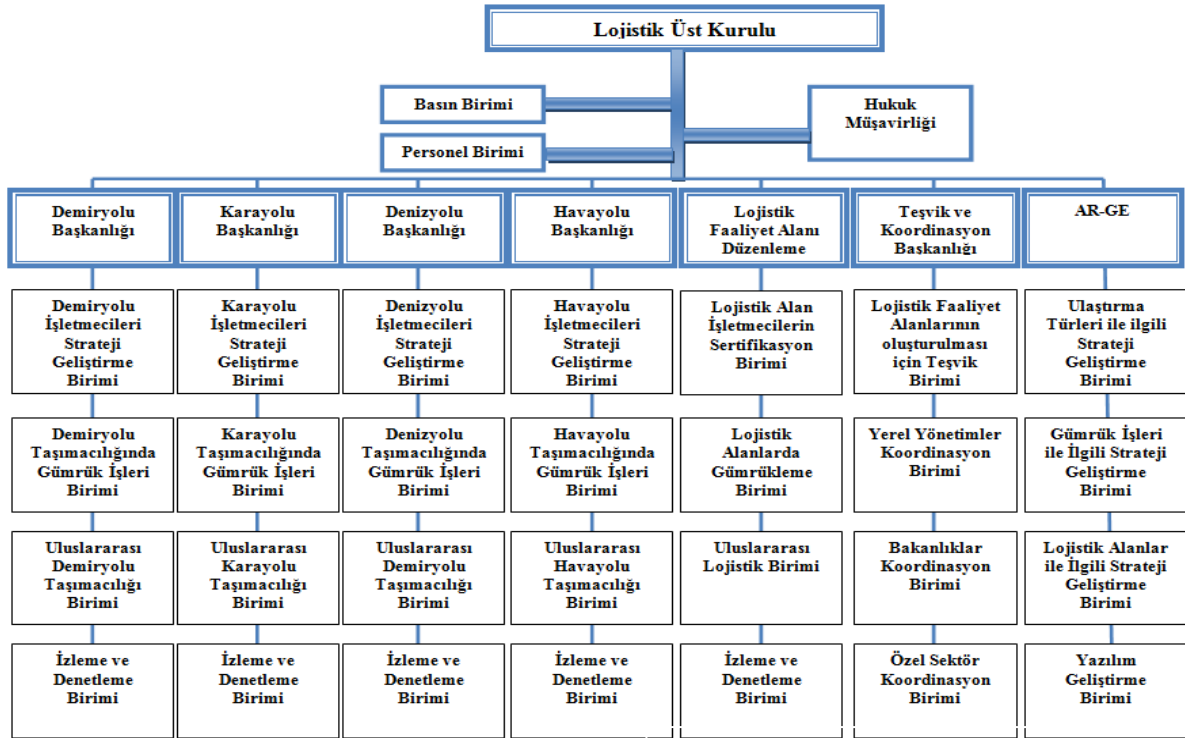
Şekil 3: Hamburg-Altenwerder Lojistik Merkezi (Getting Technical Support for Enhancement of Institutional Structure in DGRR TR2010/0314.03-01).

Şekil 3’de görüldüğü gibi sarı alan olarak işaretlenmiş bölge 56 ha olmakla birlikte depolama alanı olarak kullanılan alandır. Mavi alan ise konteyner alanı olarak kullanılan alandır. Kırmızı bölge intermodal terminal olarak kullanılmakta ve terminalin demiryolu bağlantısı bulunmaktadır. Ayrıca su yolu bağlantısı da vardır.

Çalışmalar incelendiğinde Türkiye’de çok fazla lojistik sektörü ile ilgili bölgesel ve il bazında çalışma yapıldığı görülmektedir. Aynı zamanda yapılan akademik çalışmaların saha çalışmalarında tam anlamıyla uygulandığı ile ilgili de şüpheler vardır. Bölgesel yapılan çalışmaların birbirleri içerisinde bir bütün olması gerekmektedir. Hedef ve stratejilerin bölgesel olarak yapıldığında ülke genelinde nasıl getirilerinin olacağını hakkında bir risk analizi mevcut değildir. Bazı çalışmalar rapor ve strateji belgesi niteliğinde iken bazıları ise daha somut ve daha uygulanabilir öneriler getiren master plan niteliğindedir. Dolayısıyla Almanya gibi lojistik sektörünün en önde ülkesi dahi 5 yılda master planını güncelleyip hedef ve stratejilerinde değişiklik yaparken Türkiye’nin henüz ülke genelinde master planı olmayışı, bölgelerin bağımsız olarak master plan yapması ve bunlar arasında metodoloji ve araştırma da farklılıkların olması sonuçların olumlu olarak yansımada problemlerin olabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla ülke genelinde kurumlardan ve özel sektörden bağımsız olarak oluşturulacak bir yasal yapı ile lojistik sektörü daha verimli ve Türkiye’nin ekonomik gelişmesine de katkıda bulunacak şekilde uluslar arası rekabetini artırıcı düzenlemeler yapmasını sağlayacaktır.

Türkiye’de lojistik ile ilgili görevleri olan kamu kurum ve kuruluşları, lojistik sektöründe aktif olarak yer alan STK ve özel sektör, lojistik bölümleri olan ve lojistik ile ilgili çalışmalar yapan üniversitelerin yaptığı çalışmaları tek bir yerden izleyen ve koordinasyonu sağlayan bir yapının oluşturulması gerekmektedir. Bu yapı bakanlıklardan bağımsız olarak oluşturulmalı ve sektör ile ilgili ihtiyaç duyulan tüm mevzuatı çıkarıp bu hususta çalışmalarını yürütmelidir. Bu hususta çalışmamızda Tablo 7’deki öneri getirilmiştir.

Tablo 7 Lojistik Üst Kurulu Örnek yapılanması.



## Sonuç ve Öneriler

Yapılan akademik çalışmalar, Türkiye’de kurumlar bazında yapılan çalışmalar ve planlar incelendiğinde lojistik sektörü ile ilgili olarak detaylı bir planlama çalışmasının yapılması gerektiği önemi ortaya çıkmaktadır. Lojistik maliyetleri azaltacak en önemli yatırımlar olan lojistik merkez, köy veya üslerin doğru bir şekilde oluşturulması işletmecilerin ar-ge çalışmalarına daha çok önem vermesi gerektiği önem arz etmektedir. Yapılan akademik çalışmalara bakıldığında Türkiye’de bu çalışmaları muhatap alacak ve bu çalışmalardan yararlanarak lojistik strateji ve hedefleri geliştirecek kurumsal yapılanmanın olmadığı görülmektedir.

Diğer yandan, yerel yönetimlerin, Kalkınma Ajanslarının ve diğer kurum kuruluşların lojistik planlama ile ilgili çalışmalar yaptıkları gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmalara bakıldığında, çalışmaların sadece bölgesel ya da il bazında olduğu gözlemlenmiştir. Türkiye genelinde bir bütünlük teşkil etmediği için ve çalışmaların stratejilerinin birbirinden farklı olduğu için bu plan ve strateji belgelerinin Türkiye genelinde nasıl bir etki uyandıracacağı, ekonomiye katkısının nasıl olacağı konusunda şüpheler bulunmaktadır. Örneğin Kocaeli Büyükşehir Belediyesi tarafından yapılan lojistik master planda önerilerin, Türkiye Geneli yapılacak bir

çalışma sonrasında değişebilecektir. Diğer yandan, yapılan çalışmalar izlenen metotlarda oldukça önemlidir çalışmaların sağlıklı sonuç verebilmesi amacıyla, yapılacak saha çalışmaları ve uygulanacak anket içeriklerinin de birbirleri ile paralel olması gerekmektedir. Aynı zamanda yapılan bir çok çalışma tavsiye niteliğinde kalmış bu durum ise devletin kaynaklarının daha verimli kullanılması konusunu gündeme getirmiştir.

Ayrıca, Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD), Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı ve özel sektör tarafından lojistik merkez inşaatı çalışmaları başlatılmıştır. Çalışmalar yapılırken, yapılan akademik çalışmalar ve bu çalışmalarda önerilen yer seçim kriterlerinin doğru bir şekilde uygulandığı konusunda şüpheler bulunmaktadır. Örneğin Uşak'ta yapılacak lojistik merkezin ya da yatırım programına alınan Erzurum Palandöken Lojistik Merkezi'nin yer seçiminin neye göre yapıldığı hangi modellerin kullanıldığı altyapı için hangi çalışmaların yapıldığı, gümrükleme, depolama, OSB, arz-talep dengesinin parametrelere nasıl katıldığı konusunda çekinceler vardır.

Lojistik faaliyetlerde dünyanın önde gelen ülkelerinden olan Almanya'da lojistik faaliyetler incelendiğinde, lojistik merkezlerin doğru bir şekilde oluşturulması için yasal bir mevzuatla teşvik sisteminin olduğu, devlet tarafından yapılacak olan lojistik merkezlerde teşvik sisteminin oluşması içinde lojistik merkezin kurulacağı bölge için detaylı plan ve raporlar istenildiği gözlemlenmiştir. Dolayısıyla Türkiye'de Almanya'daki sistemin birebir uygulanması beklenmese de bazı uygulamaların örnek teşkil edeceği kaçınılmaz bir gerçektir.

Türkiye'de atıl yatırımların önlenmesi lojistik merkezlerin yer seçimleri yapılırken detaylı planlamaların yapılması gerekmektedir. Bu çalışmanın da doğru bir şekilde yapılabilmesi için kurumsal yapılanmanın bir an önce oluşturulması gerekmektedir. Çünkü birçok kamu kurumunun lojistik ile ilgili görevleri olduğundan dolayı bir görev karmaşası yaşanmakta ve bir denetim mekanizması olmadığı içinde sektör ile ilgili yatırımlarda devlet kaynakları verimli kullanılamamaktadır. Kamu kurumlarının yapmış oldukları çalışmalara bakıldığında akademik olarak öne sürülen savlardan ve dünyanın önde gelen ülkelerinde yapılan uygulamalardan çok da fazla yararlanılmadığı aşikârdır.

Lojistik faaliyet alanları ile ilgili olarak yasal bir mevzuatında olmadığından dolayı hangi kurumun ne şekilde görev alacağı konusunda tereddütlerin yaşandığı görülmektedir. Dolayısıyla yapılan bir çok çalışma sadece strateji belgesi ya da öneri olarak kaldığı görülmektedir.

10. Kalkınma Planı'nda yer alan eylemde Lojistik Koordinasyon Kurulu kurulması kararlaştırılmış fakat kurulun sadece ilgili Bakanlıkların Müsteşarları ve gerekirse alt gurup çalıştaylarının oluşturulmasıyla yapısının tamamlanması önerilmiştir. Dolayısıyla böyle bir yapı da kararlar daha geç alınacağı gibi Bakanlıklar kendi yatırım programları doğrultusunda hareket edebileceği şüpheleri uyandırmaktadır. Bu durum da yatırımların zamanında ve etkili olmasını etkileyecektir.

Sonuç olarak, yapılan çalışmalar dikkate alındığında Türkiye'nin bölgesel konumunu da avantaja çevirerek uluslararası ulaşım koridorlarının etkin kullanılması transit geçişlerin etkin ve seri şekilde yapılabilmesi için uygun merkezlerin oluşturulması kaçınılmazdır. Ayrıca özel sektörün lojistik faaliyet alanlarını kurabilmesi için teşvik sisteminin getirilmesi, bu sistemin de doğru bir şekilde işlenmesi için gerekli her türlü yasal mevzuatın tamamlanması acilen gerekmektedir. Çalışmalar genelden özele doğru yapılmalıdır. İlk önce Türkiye'nin bölgesel konumu, yüklerin ülkeye girişleri, ulaşım altyapısı, komşularla olan

stratejik ortaklıklar, daha sonra ülke içerisindeki yüklerin dolaşımı ve çalışmaların bölgesel düzeye indirilmesi daha faydalı olacaktır.

Tüm bu çalışmalar göz önüne alındığında çalışmaların verimli yapılabilmesi devlet kurumları arasında koordinasyonun daha rahat yapılabilmesi ve denetimlerin ve teşvik sistemlerinin etkili olabilmesi için üst kurul statüsünde yasal yapı oluşturulması gerçeği görülmektedir (Tablo 7). Bu yapı tüm lojistik faaliyetleri düzenlemekle birlikte, ihtiyaç duyulan mevzuatları belirlemeli ve gerekli olan tüm yasal ve yapısal hamleleri yapmalıdır. Böylece, Türkiye genelinde yapılacak tüm yatırım ve planlamalar bağımsız bir kurum tarafından denetlenip, çalışmaların ülke ekonomisine maksimum katkı getirmesi sağlanabilecektir.

Unutulmamalıdır ki lojistik bir ülkenin gelişmişliğinde en önemli yapı taşıdır dolayısıyla bu alanda yapılacak her çalışma Türkiye için kritik öneme sahiptir.

### **Kaynaklar:**

Aksoy, O. (2012) “Lojistik Köy Yerlerinin Belirlenmesi İçin Bir Tam Sayılı Programlama Modeli: TCDD İçin Bir Uygulama” Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye

Bamyacı, M. (2008). “Modern Lojistik Yönetimi: “Organize Lojistik Bölgeler için Bir Yer Seçim Modeli” □ Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye

Bursa Lojistik Merkezi Ön Fizibilite Raporu, 2013, Türkiye

Cansız, Ö. F. (2007) “Enerji Politikalarının Ulaştırma Sistemlerinin Optimizasyonu İle Geliştirilmesi Ve Uygulamadan Elde Edilen Getirilerin Ortaya Konması” Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye

Çancı, M., Erdal, M., (2013). “Lojistik Yönetimi”, İstanbul, Türkiye

Diyarbakır Lojistik Merkez Raporu, Karacadağ Kalkınma Ajansı, Diyarbakır, Türkiye

Europe’s Logistics Hub 21 Crossroad Accelerating your Business, 2010 Germany

Feng, F., Li, F., Zhang, Q. “Location Selection of Chinese Modern Railway Logistics Center Based on DEA-Bi-level Programming Model” School of Traffic and Transportation Engineering, Central South University, Submitted: September 17, 2012 Accepted: November 13, 2012 Published: June 25, 2013 Changsha, 410075, China

Getting Technical Support for Enhancement of Institutional Structure in DGRR TR2010/0314.03-01

Goetschalckxa, M., Vidalb C. J., Doganc, K. “Modeling and design of global logistics systems: A review of integrated strategic and tactical models and design algorithms”, European Journal of Operational Research, 2012 Volume 143, Issue 1, Pages 1-18



Haldenbilen, S. (2003) “Genetik Algoritma Yaklaşımı ile Türkiye için Sürdürülebilir Ulaştırma Göstergelerinin Analizi Yapılması” Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Türkiye

İskenderun Lojistik Köyü ile Antakya ve Osmaniye Lojistik Destek Merkezleri Master Planı, 2010, Türkiye

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi (2012) “Kocaeli Lojistik Etüdü ve Stratejik Planlama Çalışması” Kocaeli, Türkiye

Richtlinie (Verwaltungsvorschrift) zur Förderung von Umschlaganlagen des Kombinierten Verkehrs nichtbundeseigener Unternehmen, 2011  
Şanlıurfa Sanayisinin Yeniden Yapılandırılması için Teknik Destek Projesi, 2011, Şanlıurfa, Türkiye

Tanyaş, M., Erdal, M., Zorlu, F., Gürlesel, C. F., Filik, F. (2011) “Türkiye Lojistik Master Planı için Strateji Belgesi”, Türkiye

Tokay S. H., Deran, A., Arslan, S. (2010) “Lojistik Maliyet Yönetiminde İzlenebilecek Stratejiler ve Muhasebe Eğitiminden Beklentiler” 29. Türkiye Muhasebe Sempozyumu, Antalya, ss.271

TR21 Trakya Bölgesi Lojistik Master Planı, 2013, Türkiye

TR 83 Bölgesi Lojistik Master Planı, 2010, Samsun, Türkiye

Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Demiryolu Düzenleme Genel Müdürlüğü Kurumsal Kapasitesini Geliştirme Projesi Çalıştayı, 2014)

Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Raylı Sistemler Daire Başkanlığı, 2014

Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, “Ulaşan ve Erişen Türkiye, 2014

White Paper European transport policy for 2010, Europe

1 Kasım 2011 Tarih ve 655 Sayılı Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname, 2011

10. Kalkınma Planı, Taşımacılıktan Lojistiğe Dönüşüm Programı Eylem Planları, 2014

<http://lpi.worldbank.org/>, 10/02/2015

# Türkiye-Avrupa Ulaştırma Koridorunda Çoklu Taşımacılık Maliyetleri ve Taşıma Türü Seçimi

**Hava ALDIN**

E-Posta: havaaldin@hotmail.com

**Öğr. Gör. Volkan ÇETİNKAYA**

Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Lojistik Yönetimi Bölümü,  
Buca/İZMİR

Tel: (232) 453 81 97

E-Posta: volkan.cetinkaya@deu.edu.tr

**Prof. Dr. D. Ali DEVECİ**

Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü,  
Buca/İZMİR

Tel: (232) 453 81 97

E-Posta: adeveci@deu.edu.tr

## Öz

Son yıllarda Türkiye’de çoklu taşımacılığın geliştirilmesine yönelik politikalar ve bu bağlamda ulaştırma altyapılarına yapılan yatırımlar ile birlikte çoklu taşımacılık (multimodal taşımacılık) hizmetlerinin sunumu artış göstermeye başlamıştır. Türkiye coğrafi konumu itibari ile çoklu taşımacılık açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Türkiye’den en fazla çoklu taşımacılık en büyük ticaret ortağı olan Avrupa ülkelerine gerçekleştirilmektedir.

Bu araştırmanın amacı Türkiye-Avrupa Ulaştırma Koridorundaki çoklu taşıma hizmetlerinin, ulaştırma maliyeti ve transit süreleri baz alarak, alternatif rotaları ve taşıma türü kombinasyonlarını karşılaştırmak ve çoklu taşıma sistemlerini değerlendirmektir. Bu amaç doğrultusunda araştırma modeli olarak Beresford Ulaştırma Maliyeti Modeli’nden yararlanılmış ve örnek olay inceleme yöntemi kullanılmıştır.

Araştırmanın sonuçlarının Türkiye-Avrupa Ulaştırma Koridorunda taşıtanların çoklu taşıma kombinasyonları ve rotalarının seçimine katkı sağlaması beklenmektedir.

**Anahtar sözcükler:** Çoklu Taşımacılık, Beresford Modeli, Taşıma Maliyetleri, Transit Süre

## Giriş

1950’li yılların ortalarından itibaren dünyada taşımacılık alanında konteyner taşımacılığının ortaya çıkması ile kombine ve çoklu taşımacılık kavramları doğmuş, günümüze kadar artan ticaret hacmi ile birlikte çoklu taşımacılığa ilgi de artmış bulunmaktadır. Çoklu taşımacılığın bu kadar önem kazanmasının sebeplerinden birisi taşımacılık maliyetinin özellikle büyük tedarik zincirlerinde zincirin tüm üyeleri için büyük bir kalem olmasıdır. Endüstriyel

ürünlerin mümkün olan en kısa sürede hedef noktaya ulaşması hizmet kalitesini arttırmaktadır, fakat her bir taşıma türünün birbirinden çok farklı teslim sürelerine ve maliyetlere sahip olması bu ulaştırma türleri arasında bir değiş-tokuş dengesi(trade-off) analizi gerektirmektedir. Olayın çevresel boyutuna da baktığımızda her bir ulaştırma türünün çevreye olan zararları farklı boyutlardadır. Bu bakımdan çoklu taşımacılık sistemlerindeki her bir taşıma türü, tedarik zincirinin etkinliği açısından avantaj ve dezavantajlar sunmaktadır. Çoklu taşımacılık sistemlerinde amaç, tüm taşıma türlerinin en avantajlı yönlerinden yararlanarak maliyet, süre ve çevresel boyut açısından etkin, verimli ve doğaya saygılı bir rota ve taşıma kombinasyonunun seçilmesidir.

Uygun bir rota seçimi için 1999 yılında A. Beresford tarafından geliştirilmiş olan Beresford Modeli özellikle maliyet ve süre gibi ulaştırma değişkenlerinin analiz edilmesinde kullanılan bir modeldir.

Bu çalışma çoklu taşımacılıktaki ulaştırma türleri ile ilgili kavramları açıklayarak, Türkiye'den İsviçre'ye mermer taşımacılığı üzerine maliyet ve transit süre faktörleri açısından Beresford Yöntemi ile en uygun bir rota ve taşıma türü kombinasyonu ortaya koymayı amaçlamaktadır.

### **Çoklu Taşımacılık Sistemleri ve Taşıma Türü Seçimi**

Çoklu taşıma, maliyet, süre, çevresel etki ve hizmet kalitesi gibi değişkenler açısından birbirlerinden üstünlükleri bulunan en az iki taşıma türünün; verim, üretkenlik ve maliyet etkinliği sağlamak amacı ile bir araya getirilmesi ile oluşan uluslararası bir taşıma sistemidir. (United Nations Conference on Trade and Development UNCTAD, 1993).

Çoklu taşıma sistemlerinde her bir taşıma türünün süre ve maliyet açısından üstün yönlerinden yararlanılması sistemin toplam maliyetini düşürecek, toplam bekleme süresini en aza indirecek ve başarılı bir servis hizmeti ortaya konulmasını sağlayacaktır. Ayrıca taşıma esnasında tüm sorumluluğun taşıma koordinatörü olarak nitelenen tek bir elde olması aktarma merkezlerindeki zaman kaybı, çalınma, kaybolma gibi riskleri de ortadan kaldırmaktadır. Tüm bu belirtilen faydaların sonucu olarak çoklu taşıma Sistemleri, daha kısa aktarma süreleri içeren, daha az dokümantasyon içeren daha düşük maliyetli ve daha güvenli bir ulaştırma olanağı sağlamaktadır. Bunun yanında; karayolu taşımacılığından çoklu taşımacılığa doğru artan eğilim, sırası ile hava kirliliğinin azalması, yakıt tüketiminin azalması gibi çevresel faydaların yanı sıra, trafik kazalarının azalması gibi sosyal faydaları da ortaya koyacaktır.

Hayuth (1989) ve Sanders'e (1991) göre çoklu taşımacılık sistemi kavramsal olarak fiziksel altyapı, kapıdan kapıya taşıma operasyon sistemi, ticari sistem, bilgi sistemi, sorumluluk sistemi ve lojistik sistem olarak adlandırılan altı boyuttan oluşmakta ve her bir boyut farklı bir fonksiyonu gerçekleştirmektedir (Deveci, 2010). Deveci'nin 2010 yılında yapmış olduğu bir çalışmada karayolu, terminal, demiryolu, liman fiziksel altyapı kapsamında, paketleme, yükleme, yük hareketi kapıdan kapıya taşıma operasyon sistemi kapsamında, rezervasyon, fatura, yük teslimi bilgi sistemi kapsamında, yükün sorumluluğu, hukuk, sigorta sorumluluk kapsamında ve son olarak tedarik, depolama, dağıtım gibi fonksiyonlar da lojistik sistem boyutu kapsamında belirtilmiştir.



Çoklu taşıma sistemlerinde karayolu, demiryolu, denizyolu, su yolu ve havayolu gibi ulaştırma türlerinin entegrasyonunun yanında, akışların, taşıma sorumluluklarının, organizasyon yapılarının, yasal düzenlemelerin ve çevresel gerekliliklerin de entegrasyonu önemlidir. Çoklu taşımada tüm taşıma tek bir sorumlu tarafından koordine edilmektedir. Bu sorumlu, yükleyicilerle taşıyıcılar arasında çalışan araçlar, yükleyici firma ya da nakliye acentesi olabilir. Taşıma rotasında yer alan her ülkenin yasal ve çevresel düzenlemeleri farklı olduğundan bu entegrasyonun planlı bir şekilde yapılması sınır kapılarındaki ve aktarma merkezlerindeki bekleme sürelerini azaltacaktır. Farklı ulaştırma türlerinin belirtilen faktörler açısından entegrasyonu zaman, maliyet ve servis kalitesi açısından tüm tedarik zincirini koordine eden bir kapıdan kapıya teslimat anlayışı sağlar. Çoklu taşımacılıkta başarılı olabilmek için ulaşım türleri arasında işbirliği ve koordinasyon önemli bir gerekliliktir (Banomyang, 2000).

Taşıma türünün seçimi ve türlerin kombinasyonları çoklu taşıma sisteminin verimliliği üzerinde doğrudan etkilidir (Beresford, Pettit, Liu, 2006). Şakar 2010 yılında yaptığı çalışmada taşıma için kullanılacak kaynakları ve taşıma sonucu oluşacak çevresel etkileri belirlediği için taşıma türlerinin doğru modellenmesinin ulaştırma sisteminin analizinin en önemli kısmı olduğunu belirtmiştir.

Günümüzde çoklu taşıma kombinasyonu yaratma amaçlı kullanılan taşıma türleri karayolu, demiryolu, denizyolu, iç su yolu, havayolu ve boru hatlarıdır. Karayolu çoklu taşımanın bir parçası olarak en çok kullanılan taşıma türüdür (Tuna, 2009). Diğer taşıma türleri ile karşılaştırıldığında kamyonların yükü gemilere, demiryolu ve havayolu terminallerine kolay bir şekilde ulaştırabilmesi karayolu taşımasının erişilebilirliğini sağlamaktadır (Ballou, 1999). Maliyet açısından bakıldığında karayolu sabit maliyetleri düşük fakat yakıt giderleri, vergiler ve terminal giderleri sebebiyle işletme maliyetleri oldukça yüksektir. Karayolu transit süresi aynı rotalar referans alındığı takdirde demiryolu ve denizyoluna göre oldukça kısadır. Hava kirliliği, trafik kazaları ve trafik tıkanıklıkları karayolu taşıma türüne ait olumsuzluklar arasındadır. Deniz yolunun büyük miktarlarda ticari ürün taşımacılığına izin vermesi düşük birim maliyet avantajını ortaya koyarken, hava kirliliği, tehlikeli madde sızıntısı gibi olumsuz çevresel etkileri de mevcuttur. İç su yolu taşıma türü nehir, göl ve kanalların coğrafî olarak elverişliliğine bağlı olup, bugün Avrupa ve ABD’de tercih edilmektedir (Lambert, Ellram, Stock, 1998). Havayolu uzak mesafe veya acil taşımalar için uygun bir tür olup, maliyeti oldukça yüksektir (Coyle, Bardi, Langley, 1996).

Taşıma türü seçiminde etkili faktörler ile ilgili yapılan araştırmalarda genel olarak maliyet, hizmet, süre, güvenlik ve rota ilişkili faktörler incelenmiştir. Murphy ve Hall (1995) taşıma türü seçimindeki faktörleri güvenilirlik, navlun ücretleri, transit süreler, taşıyanın özellikleri, taşınan ürüne ait pazarın durumu ve yük tipi olarak gruplandırırken, Evers ve diğerleri (1996) en önemli faktörleri rotanın uygunluğu, dakiklik, taşıyan ile iletişim, maliyet ve hasar durumunda tazmin edebilme olarak belirlemiştir. McKinnon’a göre taşıma türünün ve kombinasyonlarının seçiminde etkili olan faktörler; kargo hacmi, ve özellikleri, ulaştırma maliyetleri, bekleme süreleri, rotanın ulaşım kapasitesi, müşterinin ortaya koyduğu gereklilikler, taşıyıcının teknik kapasitesi ve yasal düzenlemeler olarak sıralanabilir. Bu faktörler arasında en önemlileri matematiksel modeller ile incelenebilmeleri açısından maliyet ve transit sürelerdir; ve bunlar uygun bir çoklu taşıma sistemi kurulabilmesi için analiz edilmesi gereken faktörlerdir.

# Türkiye ve İsviçre Arasında Çoklu Taşımacılık Alternatif Modeli Üzerine Bir Araştırma

## Araştırmanın Amacı ve Yöntemi

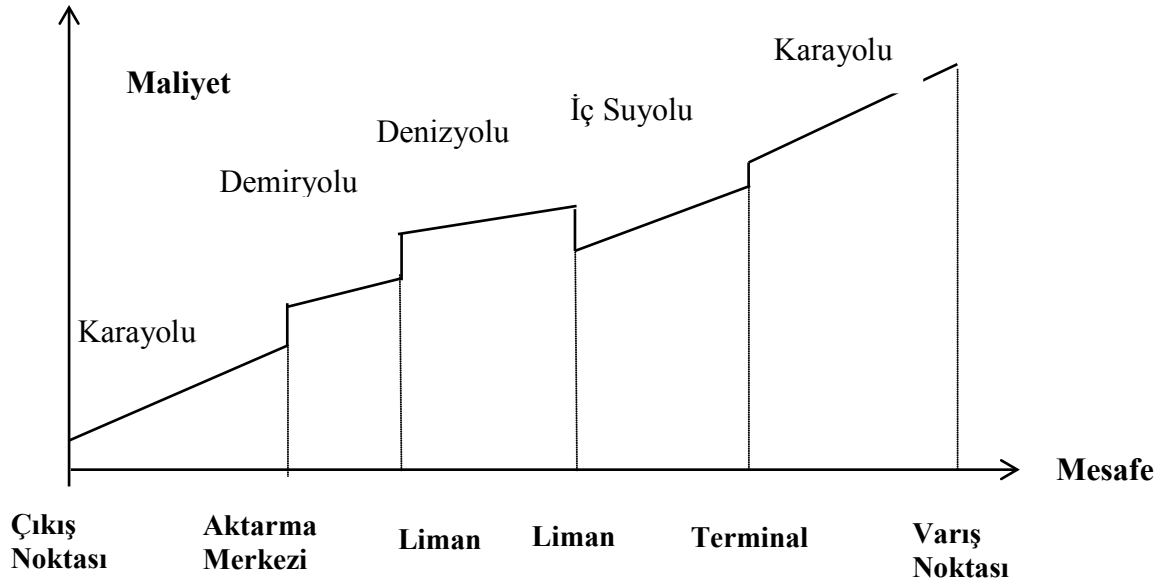
Araştırmanın amacı, Türkiye’de üretilen mermerin İsviçre’ye taşınması ile ilgili uygun çoklu taşımacılık alternatiflerinin maliyet ve süre açısından analiz edilerek en uygun rota ve taşıma türü kombinasyonunun saptanmasıdır. Araştırmada gerekli veri toplama ve alternatiflerin belirlenebilmesi için uygun yöntem olarak örnek olay incelemesi seçilmiştir. Bu kapsamda örnek olarak 1 FEU (forty foot equivalent unit) birim mermerin Türkiye’den İsviçreye ulaştırılması ele alınmıştır. Araştırmada karayolundaki ortalama hızın 60 km/saat olduğu ve tek sürücü ile taşımının sağlandığı varsayılmıştır. Araştırma ile ilgili veriler, belirtilen koridorda çalışan lojistik hizmet sağlayıcılarından ve rota üzerindeki terminallerden elde edilmiş ve Beresford Modeli yardımı ile analiz edilmiştir.

Beresford Modeli, farklı türlerde ve hacimlerde ürün taşıyan, farklı uzaklıklar içeren, çok veya az elemanlı tüm tedarik zincirlerine uygulanabilir esnek bir modeldir. Modelin en önemli öğeleri maliyet, süre, uzaklık, ve taşıma türüdür. Banomyang (2001) bu modelin taşıma operasyonunda geçen sürelerin (karayolu, demiryolu, iç su yolu ve deniz yolu taşıması) yanı sıra çoklu taşıma transfer işlemlerinde ( limanlar, kara ve demiryolu gümrüklerinde v.b.) geçen süreleri de içerdiğini belirtmiştir. Model önceki yıllarda, farklı araştırmacılar tarafından farklı tedarik zincirlerinde ve farklı ulaştırma koridorlarında gerçek veriler ile çalışılmış ve uygulanmıştır. Modelin kullanıldığı araştırmalar Tablo 1’ de özetlenmiştir.

Tablo 1 Beresford Modelinin Kullanılmış Olduğu Geçmiş Uygulamalar.

Koridor	Ürün	Kaynak
İngiltere - Yunanistan	Viski	Beresford (1999)
Laos - AB	Elbise	Banomyang and Beresford (2001)
Avustralya-Çin	Demir cevheri	Beresford, Liu and Petit (2006)
Viantane - Singapur	Konteyner Ürünleri	Banomyang (2001)
Türkiye - İngiltere	Tekstil	Şakar (2010)
Türkiye - Rusya	Konteyner Ürünleri	Abdullayev (2013)

Beresford’a göre her bir taşıma türünün veya rotanın üstünlüklerinin belirlenebilmesi amacı ile taşıma türleri arasında geçen aktarma süreleri ve maliyetleri, sınır kapılarında ve terminallerdeki bekleme süreleri ve maliyetleri gibi çoklu taşıma süresince gerçekleşen dolaylı maliyetler ve süreler analiz edilmelidir.



Şekil 1 Çoklu Taşıma Beresford Maliyet Modeli.

ESCAP (Economic and Social Commission for Asia and Pacific) , Beresford Modelinin maliyet-mesafe ve maliyet-zaman karşılaştırmalı olarak iki ayrı şekilde kurulabileceğini belirtmiş ve modeli kurmak için gerekli olan verileri aşağıdaki gibi sıralamıştır.

- Yükün çıkış ve varış noktaları
- Tüm rota boyunca yükün hareket etmediği noktalar (Limanlar, aktarma merkezleri v.b.).
- Rota boyunca her bir merkeze ulaşım için taşıma türleri.
- Her bir taşıma sürecinde kat edilen mesafe.
- Bekleme noktalarındaki transit süreler.
- Her bir taşıma sürecinde gerçekleşen maliyetler.

Model öncelikle birim ulaştırma maliyetlerinin ulaştırma alternatifleri arasında farklılıklar gösterdiğini; deniz yolunun ton/km. birimi ile ifade edildiğinde en ucuz ulaştırma alternatifi, karayolunun en pahalı ulaştırma alternatifi ve demiryolu ve iç su yollarının orta maliyetli bir ulaştırma alternatifi olduğu varsayımında bulunmaktadır (Beresford, 1999). Şekil 1’ de de görüleceği üzere liman ve terminal gibi bekleme noktalarında mesafe kat edilmez iken maliyetler ciddi oranda artmış, taşıma esnasında kullanılan taşıma türüne bağlı olarak maliyet doğru eğimlerinin arttığı noktalarda daha fazla yükselmiş ve teslimat noktasında toplam maliyete ulaşmıştır.

### Araştırmanın Bulguları

Araştırmada mermerin Türkiye’nin Denizli kentinden İsviçre’nin Kreuzlingen kentine ulaştırılmasında kullanılabilir birçok rotadan karayolu, demiryolu ve denizyolu kombinasyonlarını içeren beş adet alternatif rota değerlendirilmiştir. Bu rotalar özet olarak Tablo 2’ de görülebilir.

Tablo 2 Denizli - Kreuzlingen Arasındaki Alternatif Ulaştırma Rotaları.

Rota	Çıkış Noktası	Taşıma Türü	Aktarma Merkezi	Taşıma Türü	Aktarma Merkezi	Taşıma Türü	Aktarma Merkezi	Taşıma Türü	Aktarma Merkezi	Taşıma Türü	Varış Noktası
1	Denizli	Karayolu	Denizli	Demiryolu	İzmir	Denizyolu	Antwerp	-----	-----	Karayolu	Kreuzlingen
2	Denizli	Karayolu	-----	-----	İzmir	Denizyolu	Antwerp	Demiryolu	Zürih	Karayolu	Kreuzlingen
3	Denizli	Karayolu	-----	-----	İzmir	Denizyolu	La Spezia	Demiryolu	Zürih	Karayolu	Kreuzlingen
4	Denizli	Karayolu	Denizli	Demiryolu	Aliağa	Denizyolu	Antwerp	Demiryolu	Zürih	Karayolu	Kreuzlingen
5	Denizli	Karayolu	İzmir	Karayolu	Çeşme	Denizyolu	Trieste	Karayolu	Zürih	Karayolu	Kreuzlingen

*Rota 1 Karayolu/Demiryolu/Denizyolu/Karayolu*

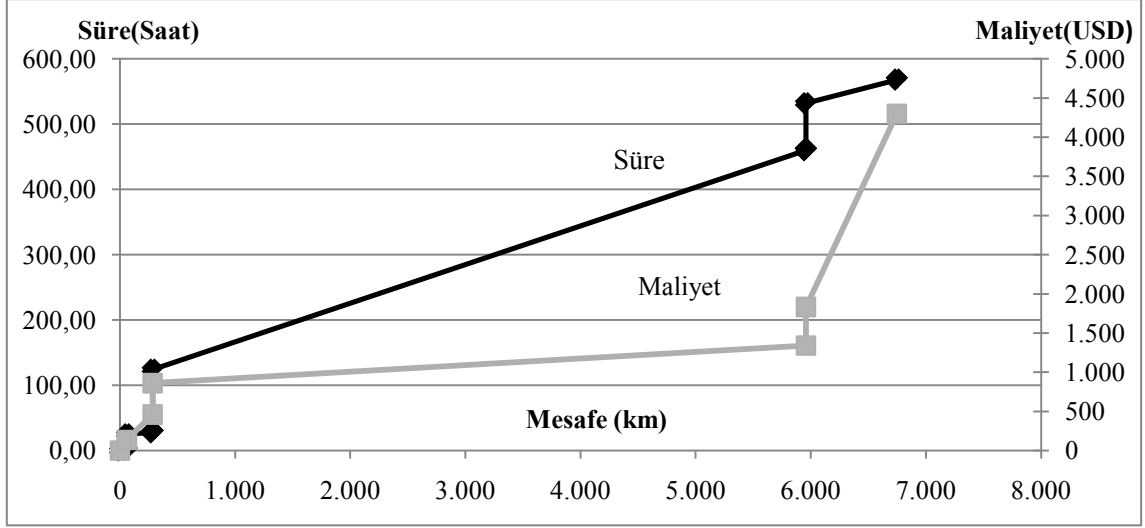
En önemli ayağı İzmir Limanı ve Antwerp Limanı arasındaki denizyolu olan bu rotanın İzmir ve Denizli arasındaki kısmı kara ve demiryolu taşıma türlerinin kombinasyonu ile sağlanmaktadır. Bu rotada Antwerp'ten Kreuzlingen'e ulaşım ise karayolu ile sağlanmaktadır.

Tablo 3 'de de görüldüğü üzere rotadaki toplam sürenin 568 saat (23.66 gün), toplam maliyetin 4,298 \$ olarak ve birim maliyetin 0.64\$/km.olarak gerçekleşmesi beklenmektedir. Rotada maliyetin en yüksek olduğu kısım Antwerp Limanı ve Kreuzlingen arasında gerçekleşen karayolu ayağıdır. Rotanın denizyolu ayağındaki mesafe alınan toplam mesafenin %84'nü oluştururken, bu kısımdaki maliyet ise toplam maliyetin %11'ini oluşturmaktadır. Fakat buna karşın hizmet süresinin büyük kısmı denizyolu taşımacılığında gerçekleşmektedir. Bu durum bize, denizyolu taşımacılığının maliyet açısından oldukça avantajlı olduğunu, fakat hizmet sürelerinin uzun olduğunu göstermektedir.

Tablo 3 Rota 1 Transit Süre - Mesafe ve Maliyetler.

Rota Ayağı	Taşıma Türü	Transit Süre (Saat)	Mesafe (km)	Maliyet (USD)
Denizli - Denizli Tren İstasyonu	Karayolu	1	60	135
Denizli Tren İstasyonu		24		
Denizli Tren İstasyonu - İzmir Limanı	Demiryolu	3	223	325
İzmir Limanı		96		285
İzmir Liman Gümrük				115
İzmir - Antwerp	Denizyolu	336	5,675	480
Antwerp Limanı		72		266
Antwerp Liman Gümrük				123
T1 Vergisi				103
Antwerp-Kreuzlingen	Karayolu	36	790	2,466
<b>Toplam</b>		<b>568</b>	<b>6,748</b>	<b>4,298</b>

Şekil 2'de, incelenen 1 numaralı rotaya ait verilerin Beresford Modeli grafik gösterimi verilmiştir.



Şekil 2 Rota 1 Süre ve Maliyet-Mesafe Grafiği.

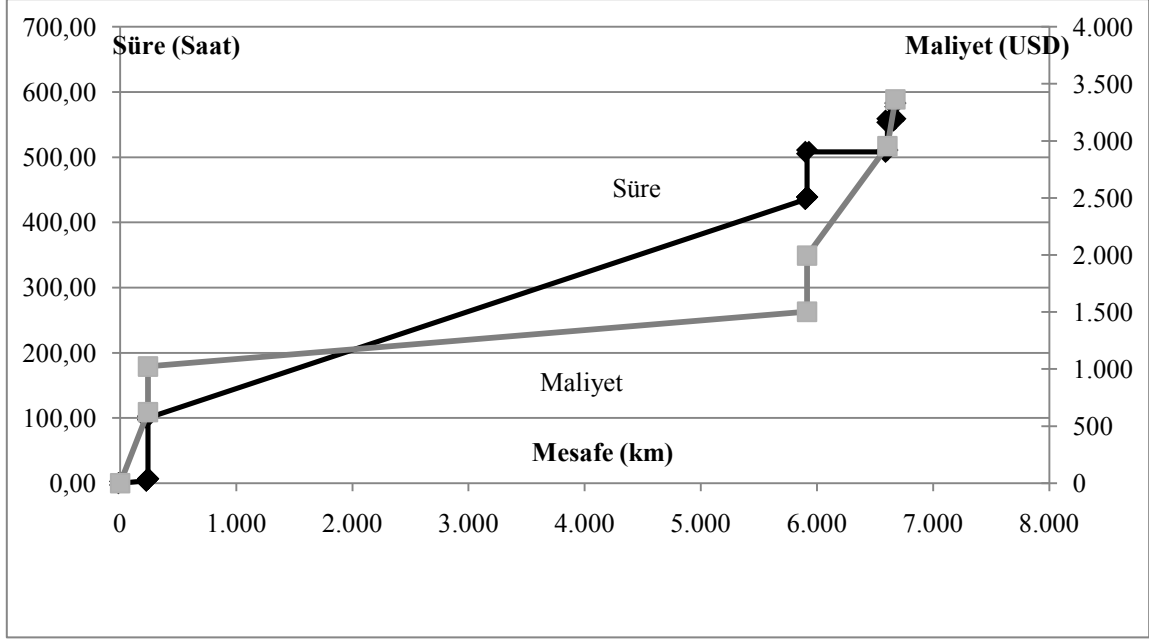
#### Rota 2 Karayolu/Denizyolu/Demiryolu/Karayolu

Rota 2 Rota 1 ile benzer ulaştırma türlerini içerse de ilk taşıma ve son taşıma türleri dolayısıyla maliyetleri farklılıklar göstermektedir. Rota 2 ile ilgili Tablo 4’ de verilen bilgilere göre rotanın ana ayağının Rota 1’de olduğu gibi İzmir Limanı - Antwerp Limanı arasındaki ulaştırmanın olduğu açıkça görülmektedir. Antwerp Limanından sonraki taşıma Antwerp-Kreuzlingen arasında tamamı karayolu olan bir ulaştırma türünden daha ucuz olan demiryolu-karayolu kombinasyonu ile sağlanmaktadır. Son ulaştırma ayağındaki bu demiryolu-karayolu kombinasyonu Rota 1’e göre toplam maliyetin fark edilir seviyede düşmesini sağlamıştır. Bu rotada toplam maliyetin 3,365\$, toplam ulaştırma süresinin 557 saat (23.20 gün), alınan toplam mesafenin 6,675 km. ve birim maliyetin 0.5\$/km. olarak gerçekleşmesi beklenmektedir.

Tablo 4 Rota 2 Aktarma Süreleri ve Maliyetler.

Rota Ayağı	Taşıma Türü	Transit Süre (Saat)	Mesafe (km)	Maliyet (USD)
Denizli - İzmir Limanı	Karayolu	4	240	623
İzmir Limanı		96		285
İzmir Liman Gümrük				115
İzmir - Antwerp	Denizyolu	336	5,675	480
Antwerp Limanı		72		266
Antwerp Liman Gümrüğü				123
T1 Vergisi				103
Antwerp - Zürih	Demiryolu	48	691	959
Zürih - Kreuzlingen	Karayolu	1	69	411
<b>Toplam</b>		<b>557</b>	<b>6,675</b>	<b>3,365</b>

Şekil 3’ de 2 numaralı rotaya ait verilerin Beresford Modeli grafik gösterimi verilmiştir.



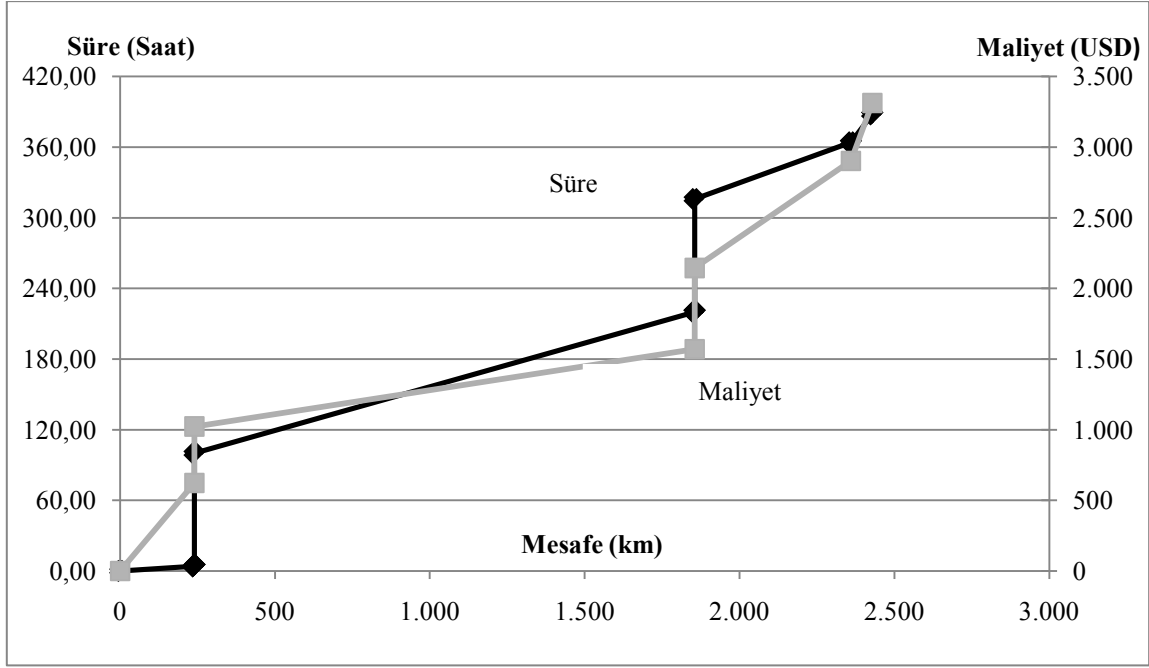
Şekil 3 Rota 2 Süre ve Maliyet-Mesafe Grafiği

*Rota 3 Karayolu/Denizyolu/Demiryolu/Karayolu (La Spezia Rotası)*

Rotanın ana ayağı olan İzmir Limanı – La Spezia Limanı arası 1,615 km. olup yaklaşık 130 (5.4 gün) saatlik bir süre ve 548\$'lık bir maliyet ile tamamlanmaktadır. Antwerp Limanı yerine La Spezia Limanının kullanılması 1 ve 2 numaralı rotalara göre denizde geçen sürenin kısalmasını fakat deniz ulaştırma maliyetinin biraz artmasına sebep olmuştur. Rotanın toplam uzunluğu 2,429 km. olup, toplam transit süresinin 381 saat (15.90 gün), toplam maliyetinin 3,314\$ ve birim maliyetinin 1.36 \$/km. olarak gerçekleşmesi beklenmektedir. Rota 3'e ait süre, mesafe ve maliyet verileri Tablo 5'de , Beresford Modeli grafik gösterimi Şekil 4'de verilmiştir.

Tablo 5 Rota 3 Aktarma Süreleri ve Maliyetler.

Rota Ayağı	Taşıma Türü	Transit Süre (Saat)	Mesafe (km)	Maliyet (USD)
Denizli - İzmir Limanı	Karayolu	4	240	623
İzmir Limanı		96		285
İzmir Liman Gümrük				115
İzmir - La Spezia	Denizyolu	130	1,615	548
La Spezia Limanı		100		300
La Spezia Liman Gümrüğü				171
T1 Vergisi				103
La Spezia - Zürih	Demiryolu	50	505	758
Zürih - Kreuzlingen	Karayolu	1	69	411
<b>Toplam</b>		<b>381</b>	<b>2,429</b>	<b>3,314</b>



Şekil 4 Rota 3 Süre ve Maliyet-Mesafe Grafiği.

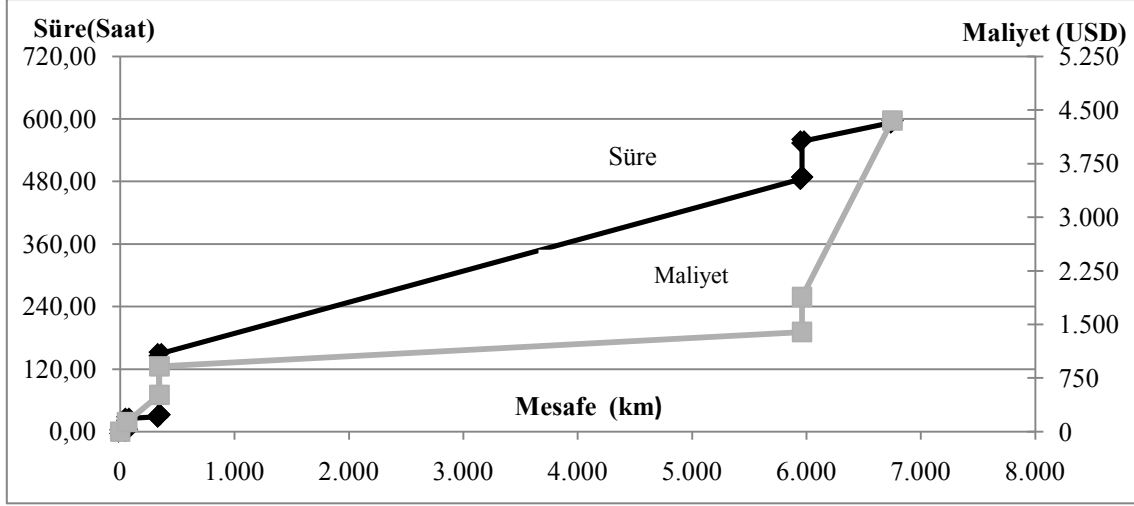
Şekil 4'de görüldüğü gibi rotaya ait maliyet ve süre doğrularının birbirine çok yakın seyretmesi bu rotanın optimale yakın olduğunu göstermektedir.

#### Rota 4 Karayolu/Demiryolu/Denizyolu/Karayolu (Aliğa Rotası)

Dört numaralı rotanın denizyolu ayağı hariç diğer tüm kısımları bir numaralı rota ile aynı kombinasyonları içermektedir. Rota 1'in Türkiye ayağında kullanılan liman İzmir Limanı iken Rota 4'de deniz ayağında yapılacak yükleme için Aliğa Limanı tercih edilmektedir. Bu rotadaki toplam uzunluk 6,751 km., transit süresi 593 saat (24.7 gün) olup, toplam maliyetin 4,352\$ ve birim maliyetin 0.64\$/km. olarak gerçekleşmesi beklenmektedir. Rota 4'e ait süre mesafe ve maliyet verileri Tablo 6'da , Beresford Modeli gösterimi Şekil 5'de verilmiştir.

Tablo 6 Rota 4 Aktarma Süreleri ve Maliyetler.

Rota Ayağı	Taşıma Türü	Transit Süre (Saat)	Mesafe (km)	Maliyet (USD)
Denizli-Denizli Tren İstasyonu	Karayolu	1	60	135
Denizli Tren İstasyonu		24		
Denizli - Aliğa	Demiryolu	4	283	379
Aliğa Limanı		120		285
Aliğa Liman Gümrüğü				115
Aliğa - Antwerp	Denizyolu	336	5,618	480
Antwerp Limanı		72		266
Antwerp Liman Gümrüğü				123
T1 Vergisi				103
Antwerp - Kreuzlingen	Karayolu	36	790	2,466
<b>Toplam</b>		<b>593</b>	<b>6,751</b>	<b>4,352</b>



Şekil 5 Rota 4 Süre ve Maliyet-Mesafe Grafiği.

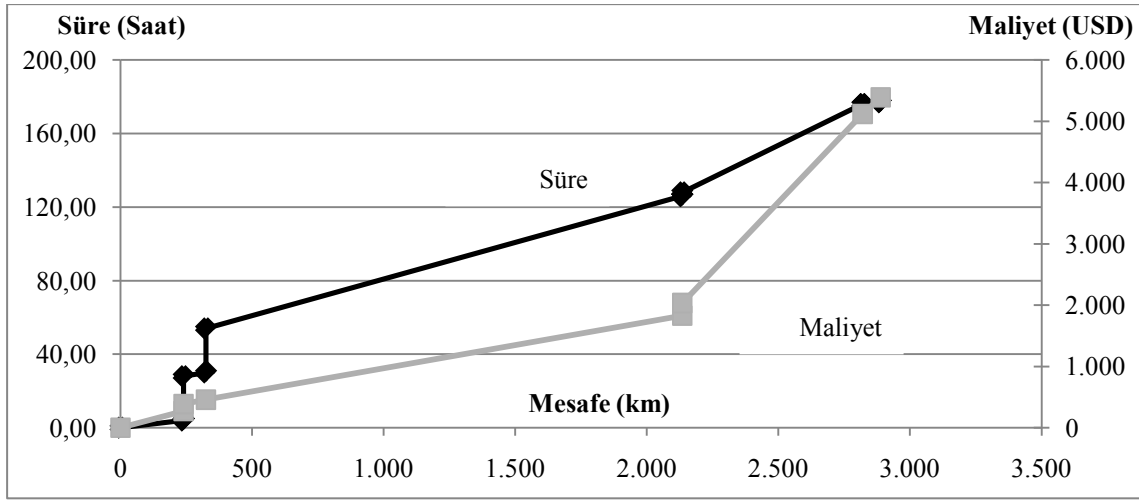
#### Rota 5 Karayolu/Demiryolu/Denizyolu/Karayolu

Beş numaralı rotada operasyonun deniz ayağı olarak Çeşme-Trieste arasındaki Ro-Ro hattı kullanılmaktadır. Denizli’de başlayan Türkiye karayolu ayağı gümrük işlemleri İzmir Gümrüğü’nde tamamlandıktan sonra Çeşme’de son bulur. Deniz ulaştırması ayağı operasyonun %25’lik kısmını kapsa da karayolu ayağının %75 ‘lik kısmı oluşturması toplam maliyetlerin yükselmesine sebep olmaktadır. Rota 5’in toplam uzunluğu 2,889 km. olup 177 saat (7.4 gün) sürmektedir. Toplam maliyetin 5,391\$ ve birim maliyetin 1.87\$/km. olarak gerçekleşmesi beklenmektedir. Bu rotada Trieste-Kreuzlingen hattında karayolunun seçilmesi toplam maliyeti arttırmış olup, bu durum Ro-Ro taşımacılığının olumlu maliyet düşürücü etkisini ortadan kaldırmıştır. Bu yüzden, deniz ayağında Ro-Ro taşımacılığının tercih edildiği rotalarda son taşıma ayağında demiryolunun kullanılması ekonomik açıdan daha olumlu olacaktır. Rota 5’e ait veriler Tablo 7’ de Beresford Maliyet Modeli gösterimi Şekil 6’da verilmiştir.

Tablo 7 Rota 5 Aktarma Süreleri ve Maliyetler.

Rota Ayağı	Taşıma Türü	Transit Süre (Saat)	Mesafe (km)	Maliyet (USD)
Denizli-İzmir	Karayolu	4	240	274
İzmir Gümrüğü		24		115
İzmir - Çeşme	Karayolu	2	85	69
Çeşme Limanı		24		
Çeşme - Trieste	Denizyolu	72	1,810	1,370
Trieste Limanı		2		75
T1 Vergisi				103
Trieste - Zürih	Karayolu	48	685	3,111
Zürih-Kreuzlingen	Karayolu	1	69	274
<b>Toplam</b>		<b>177</b>	<b>2,889</b>	<b>5,391</b>





Şekil 6 Rota 5 Süre ve Maliyet-Mesafe Grafiği.

### Sonuç ve Öneriler

Araştırmada 1 FEU konteyner mermer taş ürünün Denizli'den İsviçre'nin Kreuzlingen kentine ulaştırılması ele alınmış, bu kapsamda ilgili veriler toplanarak 5 adet rota değerlendirilmiş ve uygun rota seçimi yapılmıştır. Ulaştırma operasyonunun ana ayağını deniz ve kara taşımasının oluşturduğu ve maliyeti düşürmek için tüm operasyon boyunca karayolu taşımasının azaltılması, denizyolu taşımasının artırılması gerekliliğine ulaşılmıştır. Araştırmada maliyet ve transit süre değişkenleri Beresford Modeli yardımı ile analiz edilmiş olup, yapılan analiz sonucu 3,313\$'lık toplam maliyet ile 3 numaralı Karayolu/Denizyolu/Demiryolu/Karayolu rotasının en uygun alternatif olduğu belirlenmiş ve ihracatçılara önerilmiştir. Ro-Ro alternatifinde ise özellikle Trieste'den sonraki taşıma, demiryolu ulaşımı ile desteklenebilirse maliyetler düşecek ve Ro-Ro 'nun süre avantajı belirginleşecektir. Rotalara ait karşılaştırılmalı maliyet ve zaman verileri Tablo 8 'de özetlenmiştir:

Tablo 8 Rota Alternatiflerinin Karşılaştırması.

Rota	Rota Kombinasyonu	Transit Süre (saat)	Mesafe (km)	Toplam Maliyet (USD)	Birim Taşıma Maliyeti (USD/km)
1	Karayolu/Demiryolu/Denizyolu/Karayolu	568	6,748	4,298	0.64
2	Karayolu/Denizyolu/Demiryolu/Karayolu	557	6,675	3,365	0.50
3	Karayolu/Denizyolu/Demiryolu/Karayolu	381	2,429	3,314	1.36
4	Karayolu/Demiryolu/Denizyolu/Karayolu	593	6,751	4,352	0.64
5	Karayolu/Ro-Ro/Karayolu	177	2,889	5,391	1.87

Araştırmanın en önemli sonuçlarından birisi olarak, denizyolunun en ucuz taşıma türü olduğu fakat denizyolu taşımacılığında transit sürenin uzun olduğu buna karşın karayolu taşımacılığında maliyetin yüksek olduğu fakat hizmet süresinin kısa olduğu tespit edilmiştir.

Çoklu taşımacılıktaki amaç da diğer taşıma türlerinin de dahil edilerek en optimal rotanın bulunmasıdır.

Bu çalışmada çoklu taşıma ekonomiklik ve transit süre açısından incelenmiştir. Fakat çoklu taşıma konusu , enerji tüketiminin ve emisyon gazı salınımının azaltılması gibi çevresel etkiler , trafik kazalarının azaltılması gibi sosyal açılardan da incelenmesi ve geliştirilmesi gereken bir konudur. Ekonomik, verimli, çevreye saygılı ve trafik kazalarının yaşanmadığı bir çoklu taşıma sistemi, sürdürülebilir bir ulaştırma sağlayacaktır.

## Kaynaklar

- Beresford, A. (1999) Modelling Freight Transport Costs: A Case Study of The UK-Greece Corridor. International Journal of Logistics: Research and Applications. 2 (3), pp. 229-246
- Banomyong, R. (2000) Multimodal Transport Corridors in South East Asia: A case Study Approach. Phd. Thesis, Cardiff University.
- Banomyong, R. (2001) Modelling Freight Logistics: The Vientiane-Singapore Corridor, International Conference on Integrated Logistics, Singapore.
- Beresford, A. , P. Stephen, L. Yukuan, (2006) Multimodal Supply Chains: Iron ore from Australia to China, Emerald Supply Chain Management Journal.16 (1), pp. 32-42
- Ballou, R. (1999) Business Logistics Management-Planning, Organizing and Controlling The Supply Chain, Printice Hall, New Jersey.
- Coyle, J.J., Bardi, E.J. & Langley, C.J. (1996), The Management of Business Logistics: A Supply Chain Perspective, South Western, Ohio.
- Deveci, D.A. (2010), Türkiye’de Çoklu Taşımacılığın Geliştirilmesine Yönelik Stratejik Bir Model Önerisi, Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi. 2 (1), s.13-32
- Evers, P.T., Harper, D. & Needham, P. (1996), Determinants of Shipper Perception of Modes, Transportation Journal, 36(2) pp. 13-25
- Economic and Social Commission for Asia and The Pacific (ESCAP) (2003) Multimodal Transport and Logistics, 22/01/2015, from <http://www.unescap.org/publications/detail.asp?id=1047> .
- Gubbins, E.J. (2003), Managing Transport Operations, Kogan Page Limited, London.
- Lambert, D., Ellram L., & Stock, J. (1998), Fundamentals of Logistics Management, Irwin/McGraw Hill, Singapore.
- McKinnon, A. (1989) Physical Distribution Systems, Routledge Publications, London.
- Murphy, P.R., & Hall P.K. (1995), Investigating Selection Criteria for International Freight Forwardes, Transportation Journal, 37(1), pp. 29-36
- Şakar, G. D. (2010) Transport Mode Choice Decisions and Multimodal Transport: A Triangulated Approach, Dokuz Eylül University Publications, İzmir.
- Tuna, O. (2009) Lojistik Laboratuvarı İlkeler ve Uygulamalar, İlkem Yayıncılık, İzmir.
- United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), (1993), World Investment Report, 19/01/2014, <http://unctad.org/en/pages/publicationArchive.aspx?publicationid=640>.

# Metropol Bölgelerde Lojistik Tesislerin Merkezileştirilmesi Kararının Çevresel Etkileri

## İsmail ÖNDEN

Okan Üniversitesi, Tuzla Kampüsü, 34959 Tuzla İstanbul

Tel: (216) 677 16 30

E-Posta: ismail.onden@okan.edu.tr

## Fahrettin ELDEMİR

Yıldız Teknik Üniversitesi, Yıldız Kampüsü, 34349 Beşiktaş İstanbul

Tel: (212) 383 70 70

E-Posta: eldemir@yildiz.edu.tr

## Metin ÇANCI

Okan Üniversitesi, Tuzla Kampüsü, 34959 Tuzla İstanbul

Tel: (216) 677 16 30

E-Posta: metin.canci@okan.edu.tr

## Öz

Lojistik merkez kavramı uzun yıllardır literatürde yer almaktadır. Bu kavram ile genellikle maliyet odaklı çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Maliyet faydasına ek olarak, çalışmaların çevresel fayda ürettiği de belirtilmektedir. Metropol bölgelerde yoğun nüfus nedeni ile talebin yüksek olduğu ve bu nedenle de lojistik faaliyetlerin diğer bölgelere göre daha fazla gerçekleştiği bilinmektedir. Lojistik faaliyetlerin genellikle karayolu ile gerçekleştiriliyor olması nedeni ile çevreye olumsuz etkilerinin olacağı da açıktır. Bu nedenle olumsuz etkilerin azaltılabilmesi için farklı yaklaşımların değerlendirilmesi gereklidir. Çalışma kapsamında merkezileştirme kavramının metropol bölgelerdeki lojistik tesisler için kullanılması sonucunda çevresel etkilerde nasıl değişim yaşanacağını tespit edilmesi araştırılmaktadır. Bu kapsamda bir metod önerisi gerçekleştirilmiş ve merkezileştirme seviyesine göre çevresel etkilerin ne şekilde gerçekleştiğinin tespiti amaçlanmıştır. Problem çözümü için, öncelikle Coğrafi Bilgi Sistemleri ile çalışma alanının ağ yapısı tespit edilmesi ve bu ağ üzerinden orijin-destinasyon(OD) matrisi elde edilmesi önerilmiştir. Ardından modelleme yaklaşımı ile çevreye olumsuz etkinin en küçüklenmesi amaç olarak belirlenerek, merkezlerin tespit edilmesi ve araç hareketleri ile salınan gaz miktarları tespit edilmesi gerekmektedir. Çalışma kapsamında lojistik faaliyetleri dağınık yapıda gerçekleşen İstanbul çalışma alanı olarak kabul edilmiş ve analizler İstanbul özelinde gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen çalışmaların sonucunda, İstanbul'da merkezileştirme kararı alınmasının çevresel olarak fayda üreteceği; ancak merkezileştirme seviyesinin de dikkate alınması gerektiği sonucu elde edilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Lojistik merkezileştirme, ulaştırma ve çevresel etki, Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS), tesis yeri değerlendirmesi

## Giriş

Şehir içinde gerçekleştirilen lojistik faaliyetlerinin yaşam kalitesine olumsuz etkileri olacağı kolaylıkla tahmin edilebilir. Bu sıkıntılardan en başlıcası trafik, ardından ikincil olarak nitelendirilebilecek olan etkileri parasal kayıp ve çevreye salınan zararlı gazlar olarak ifade edilebilir. Oluşan sıkıntıların çözülmesi şehir nüfusunun talebi olması nedeni ile yerel ve merkezi hükümetlerinde en önemli problemleri olmaktadır. Trafiğin oluşturmuş olduğu zaman kaybı, güncel olarak haber değeri taşıması nedeni ile sıklıkla haberlere konu olması, yatırımları bu problemi çözme noktasına yönlendirmesine neden olmaktadır. Problem çözümü konusunda dikkate alınan en temel çözüm argümanı yeni yol inşaatı yatırımlarının gerçekleştirilmesidir. Bu kapsamda milyar dolar bütçelere sahip çeşitli projeler tamamlanmış ve halen inşaat aşamasındadır.

Belirtildiği üzere, trafiğin şehirlerin en temel problemlerinden biri olması nedeniyle, probleme etki eden nedenlerin araştırılması farklı açılardan gerçekleştirilmiş ve lojistik alanında çeşitli araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Awasthi, metropol bölgelerde, yük hareketliliği nedeni ile trafiğin oluştuğunu tespit etmiştir(Awasthi, Chauhan, & Goyal, 2011). Wagner'in Hamburg'da gerçekleştirmiş olduğu çalışması(Wagner, 2010) göstermektedir ki, stratejik değerdeki lojistik tesislerin konumlandırılması, tırların dolaşmış oldukları kilometreleri düşürmekte ve trafiğin düşürülmesinde etkili olmaktadır. Dablanc ise (Dablanc, 2007), farklı tiplerdeki yük hareketliliklerinin (posta, atık ürünler, üretim maddeleri, v.b.) sürekli olarak şehir üzerinde hareketliliğe neden olduğunu ve bu hareketliliğin toplam şehir trafiğinin dörtte birini oluşturduğunu tespit etmiştir. Dablanc'ın çalışmasında(Dablanc, 2007) dikkat çeken bir diğer sayısal veri ise, şehir içerisinde olan yük hareketlerinin araç hareketliliğinin %20 ila %30'unu kapsadığı, ancak çevreye olan etkilerinin %16 ila %50 arasında olduğudur(Dablanc, 2007).

Problem çözümü kapsamında ulaşım ağının çeşitlendirilmesi, uzunluğunun artırılması ve kapasitesinin artırılması önemli bir araçken, mevcut ağın daha iyi kullanılması da bir diğer argüman olarak değerlendirilmelidir. Bu kapsamda, mevcut sistemin verimliliğinin artırılması da probleme olumlu etki edecek araçlardan bir tanesi olabilecektir. Literatürde çeşitli karar seviyelerinde değerlendirilmiş olan merkezileştirme kavramı ifade edilmiş olan mevcut durumun iyileştirilmesine örnek olarak kullanılabilir niteliktedir. Literatürde envanter merkezileştirme genel olarak işletmelerin tesis sayısının azaltılması durumunda ortaya çıkacak olan iyileştirmelere odaklanmaktadır. Çalışma kapsamında ise şehir planlanması kapsamında stratejik bir karar olarak lojistik tesislerin, belirli bölgelerde organize lojistik bölgelerde konumlandırılmasına odaklanmaktadır.

Lojistik merkezlerin konumlandırılması ile ilgili çalışmalar literatürde araştırılmış olan çalışma konularındandır ve problemin çözülmesi için çeşitli çözüm araçları kullanılmıştır. Gerçekleştirilen analizlerde sıklıkla çok kriterli karar verme yaklaşımlarının kullanıldığı görülmüştür. (Zak & Węgliński, 2014), lojistik merkez yer seçimi probleminde Electre tekniğinin, (Kayıkcı, 2010) ise bulanık AHP ile birlikte yapay sinir ağları yaklaşımını kullanmıştır. (Li, Ye, Chen, Li, & Liu, 2011) bulanık TOPSIS yaklaşımına dayanan bir metod önerisi gerçekleştirmiştir. (Eryürük, Kalaoğlu, & Baskak, 2012) Marmara bölgesinde, tekstil sektörüne hizmet verecek bir lojistik merkez için AHP tekniği ile alternatifler arasından en iyisinin seçilmesini gerçekleştirmiştir. (WANG & HE., 2009) ise, daha önce belirtilmiş olan yaklaşımlardan farklı olarak, lojistik merkez kararı için belirsiz çevre durumunu dikkate almışlar ve stokastik bir model önerisi gerçekleştirmiştir. (Önden, Eldemir, & Çancı, 2014) ise metropol bölgelerdeki lojistik tesislerinin dağılım desenini analiz etmiş ve İstanbul'da yer alan lojistik tesislerin belirli bölgelerde kümelenmiş durumda olduğunu mekansal istatistik analizi ile tespit etmiştir.

Çalışma kapsamında, şehirlerdeki lojistik hareketliliklerin belirli bölgelerden sağlanmasının dolaşılabilir araç kilometrelerini nasıl etkilediği araştırılacaktır. Bu kapsamda, mesafe ve lojistik yoğunlukları coğrafi bilgi sistemleri (CBS) tarafından belirlenecek ve dolaşılabilir kilometreler

ise (Hakimi, 1964) tarafından önerilmiş olan p-medyan modeli ile araştırılacaktır. Modelin çözümü sonucunda elde edilen dolaşılacak minimum mesafelerin, zararlı gaz çıktıklarına çevrilmesi sonucunda, merkezileştirme seviyesi sonucunda ortaya çıkacak olan zararlı gaz miktarlarının teorik olarak karşılaştırma olanağı ortaya çıkacaktır. Hesaplamanın teorik arka planının ifade edilebilmesi için bir sonraki bölümde analiz araçlarının arka planına ve matematiksel ifadelerine yer verilmiştir. Metodolojik açıklamanın ardından, vaka çalışması ifade edilmiş ve sonuç bölümü ile çalışma sonlandırılmıştır.

## Metot

Çalışma kapsamında, dağınık yapıdaki tesislerin belirli bölgelerde kümelenmesi sonucunda oluşan çevreye etki irdelenmektedir. Çalışma iki aşamada tamamlanacaktır. Bunlardan ilki gerekli analiz verilerinin üretilmesi ve toplanması, ikincisi ise kurulacak olan matematiksel model ile ortaya çıkan etkinin tespitidir. Bu kapsamda öncelikle Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS) yeteneklerinin ilki olarak mesafe matrislerinin üretilmesi, lojistik hareketliliğin tespit edilmesi ilk aşama olarak belirlenmiştir. CBS yeteneklerinin ikincisi ise lojistik tesislerin yoğunluğunun belirlenebilmesi için sıcak nokta analizi ile lojistik yoğunluklarının tespiti gereklidir. İkinci aşama olarak, p-medyan modelinin problem yapısına uygun olarak kurulması, elde edilmiş olan veri kaynaklarının modelin içerisine yerleştirilmesi ve ardından çözülmesi ile ortaya çıkan zararlı gaz miktarlarının tespit edilmesi gereklidir.

Bu kapsamda, mesafe miktarları için coğrafi bilgi sistemleri yeteneklerinden ağ analizinin kullanılması gereklidir. Ağ analizi, (Dijkstra, 1959) algoritması ile çalışmakta ve nXnlik mesafe matrisinin hesaplanabilmesini sağlamaktadır. CBS yetenekleri ile aday noktalar arasında yer alan hareketliliklere ek olarak, genel olarak şehir içerisindeki yük hareketliliğinin belirlenmesi gereklidir. Dijkstra algoritması (Christou, 2011) tarafından detaylıca incelenmiştir. Analizin aşamaları aşağıdaki gibi ifade edilebilir;

- Adım 1: Coğrafi veri üretimi & toplanması,
- Adım 2: Coğrafi veritabanının kurulması ve uygun modifikasyonların yapılması,
- Adım 3: Talep ve arz noktalarının belirlenmesi ve veri tabanına girilmesi,
- Adım 4: CBS arayüzü kullanılarak en kısa mesafelerin hesaplanması,
- Adım 5: OD matrisinin elde edilmesi.

Elde edilecek olan OD matrisi, merkezileştirme seviyesinin belirlenmesi ile p-medyan modeli içerisinde kullanılacaktır. Dolayısı ile hem merkezileştirme seviyesi, hem de yerleşim kararlarının verilmesi amacı ile üretilmiş olan coğrafi bilgi kullanılacaktır.

CBS analizlerinden ikincisi, mekansal istatistik yeteneklerinden olan sıcak nokta analizidir. Sıcak nokta analizi iki aşamada tamamlanabilir. Bunlardan ilki, mevcut analiz yüzeyinin durumunun analizidir. İlk aşama sonucunda, kümelenmiş olduğu istatistiki olarak tespit edilmiş olan yüzeyin, istatistiki olarak sınıflandırması sağlanabilir. Analizin gerçekleştirilebilmesi için öncelikle analiz yüzeyinin alt parçalara ayrılması ve gerçekleşen aktivitelerin değerlendirilebilmesi için değerlendirme kümesi oluşturulmalıdır. Ardından her alt birime düşen istatistiğin hesaplanmasına geçilmelidir. Moran's I indeksi, mevcut araştırılan niteliğin kümelenmiş mi, yoksa dağınık yapıda mı olduğunun test edilmesi için gereklidir. I istatistiği mekan üzerinde sıcak noktaların tespitinde kullanılacaktır. Denklem 1'de ifade edilmiş olan hesaplamada,  $w_{ij}$  lokasyon i ve lokasyon j'nin yakınlıkla ilgili ağırlığı olarak, lokasyon ifade edilmiştir, ( $w_{ii}=0$  olduğunda,  $x_i$  lokasyon j'deki severity indeksi),  $x$  global

medyan değeri, n ise toplam değerlendirmeye alınan öznelik sayısıdır. I istatistiğinin belirgin olup olmadığının testi Z istatistiği ile gerçekleştirilmelidir (Denklem 2).

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij})(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2)} \quad \text{Denklem 1}$$

$$Z(G_i^*) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{VAR(I)}} \quad \text{Denklem 2}$$

Analiz yüzeyinin istatistiki olarak belirgin şekilde yoğunluğunun tespit edilmesinden sonra, kümeleme işlemi gerçekleştirilecektir, sıcak nokta analizi ile Getis-Ord  $G_i^*$  istatistiğine göre istatistiki olarak kümeler ayrılabilir (Getis & Ord, 1992). Analiz sonucunda yüzey değerlendirmesi sonucunda genele ait bir sonuç elde edilmekte ve yerel olarak bir bileşenin değeri yüksek olarak bulunmuş olsa da, genelde bir değişim yaratmadığında o bölgenin sıcak bölge olarak tespit edilmesi engellenebilir. İstatistiki olarak sıcak nokta olarak değerlendirilebilmesi için, bölgenin civarındaki diğer bileşenlerin de yüksek değer taşıması gerekmektedir. Bir bileşenin yerel toplamı ve civar bölgelerinin değeri, oransal olarak tüm bölgeleriyle beklenen değerden büyük bir farklılık gösterdiğinde karşılaştırılır ve bu değer eğer istatistiki olarak rastgele dağılım olmasını engelleyebilecek kadar belirginse, belirgin bir z değeri elde eder. Sıcak nokta analizi ile detaylı hesaplamaları için bkz.: (Truong & Somenahalli, 2011). Getis-Ord istatistiği, sıcak noktaların tespiti için kullanılır. Matematiksel olarak Getis-Ord  $G_i^*$  istatistiğinin matematiksel ifadesi Denklem 3 ve 4'te ifade edilmiştir;

$$G_i^*(d) = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij} (d) x_j}{\sum_{j=1}^n x_j} \quad \text{Denklem 3}$$

$$Z(G_i^*) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{VAR(I)}} \quad \text{Denklem 4}$$

Sıcak nokta analizi ile Getis-Ord  $G_i^*$  istatistiği veri setindeki her bir bileşen için hesaplanır. Sonuç olarak elde edilen z ve p değerleri, bileşenin yüksek veya düşük mekansal kümelerde olduğunu ifade etmektedir. Bu araç her bir bileşenin civarındaki bileşenler bağlamında değerlendirmesini sağlamaktadır. Dolayısı ile bir bileşenin yüksek değerde olması enteresan olarak görülebilse bile, bu durum onun istatistiki olarak belirgin bir sıcak nokta olarak tespit edilmesini engelleyebilir. İstatistiki olarak sıcak nokta olarak değerlendirilebilmesi için, bölgenin civarındaki diğer bileşenlerin de yüksek değer taşıması gerekmektedir. Bir bileşenin yerel toplamı ve civar bölgelerinin değeri, oransal olarak tüm bölgeleriyle beklenen değerden büyük bir farklılık gösterdiğinde karşılaştırılır ve bu değer eğer istatistiki olarak rastgele dağılım olmasını engelleyebilecek kadar belirginse, belirgin bir z değeri elde eder. Getis-Ord  $G_i^*$  formülasyonu Denklem 5-7'te ifade edildiği gibidir (ESRI, 2014);

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n W_{ij} X_j - X \sum_{j=1}^n W_{i,j}}{S \sqrt{\frac{[n \sum_{j=1}^n w_{i,j}^2 - (\sum_{j=1}^n w_{i,j})^2]}{n-1}}} \quad \text{Denklem 5}$$

$x_j$ , j bileşeni için öznelik değeridir. n adet bileşen olduğunda,  $w_{i,j}$  i ve j bileşenleri arasındaki mekansal ağırlık olaraktr.  $G_i^*$  istatistiği bir z-değeri olduğu için daha farklı bir hesaplama gerektirmez.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n}$$

Denklem 6

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - (\bar{X})^2}$$

Denklem 7

CBS analizlerinin sonuçları p-medyan modeli ile birleştirilmiş ve tırların dolaşmış oldukları kilometrelerin en küçüklenmesi amaç fonksiyonu ile mesafeler tespit edilmiştir. P-medyan problemi; p adet tesisin n adet düğümden oluşan şebeke üzerinde minimum maliyet oluşacak şekilde yerleştirilmesi ve yerleştirilen bu tesislerden hizmet alacak talep noktalarının belirlenmesi problemidir. Bu mesafe minimizasyonunu sağlayan model, aşağıda, denklem 8-13 ile ifade edilmiştir. Modelde karar değişkeni  $Y_{ij}$ , orijin  $i$  ile destinasyon  $j$ 'de hizmet durumu olmasını,  $X_i$  ise tesisin kurulum durumunu tanımlayan tamsayı ifadedir.

#### Parametreler

- $d_{ij}$  orijin  $i$  ile destinasyon  $j$  arasındaki mesafe miktarı  
 $h_i$   $i$  noktasına ait ağırlık değeri  
 $P$  kurulmasına karar verilmiş merkez sayısı

#### Amaç Fonksiyonu

$$\text{Min. } Z. \sum_k^1 \sum_j^n h_i d_{ij} Y_{ij}$$

Denklem 8

#### Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^n Y_{ij} = 1, \forall i$$

Denklem 9

$$\sum_{j=1}^n X_j = P$$

Denklem 10

$$Y_{ij} - X_j \leq 0, \forall i, j$$

Denklem 11

$$Y_{ij} \in \{0,1\}, \forall j$$

Denklem 12

$$X_j \in \{0,1\}, \forall i, j$$

Denklem 13

CBS analizleri ile elde edilmiş olan veriler ve p-medyan modeli ile belirlenmiş olan tesis konumları ile belirlenmiş olan konumlar sonucunda ortaya çıkacak olan hareketlilik, gaz salımı ve bölgeler arasında gerçekleştirilen araç hareketlilikleri ile çarpılarak toplam çevreye etki ölçülmelidir.

Tamamen dağınık yapıdaki tesisler, orijin noktasından destinasyon noktasına taşıma yaptıklarında, destinasyon noktasındaki talepleri de geri taşıyabileceğinden, diğer bir deyişle ilgili nokta orijin olarak kabul edildiğinde ilk hareketin olduğu bölge o nokta için destinasyon olacağından, toplam mesafelerin yarısı sistemin taşıma maliyeti olacaktır. Bu durum model yapısındaki özel durumu ifade eder. Bu durumda da toplam mesafe adedi  $n^2$  olacak ve tek tesis kurulması durumunda  $n^2$  adet bağlantının mesafelerinin yarısına eş değer olacaktır.  $p=2$  durumunda ise, bu özel durum ortadan kalkacaktır. İki durumu ifade eden matematiksel ifadeler,  $t_{ij}$ 'nin yük hareketliliğini ifade ettiği, Denklem 14 ve 15'te ifade edilmiş olduğu gibidir.

$$(\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n (d_{ij})) * t_{ij} / 2$$

Denklem 14

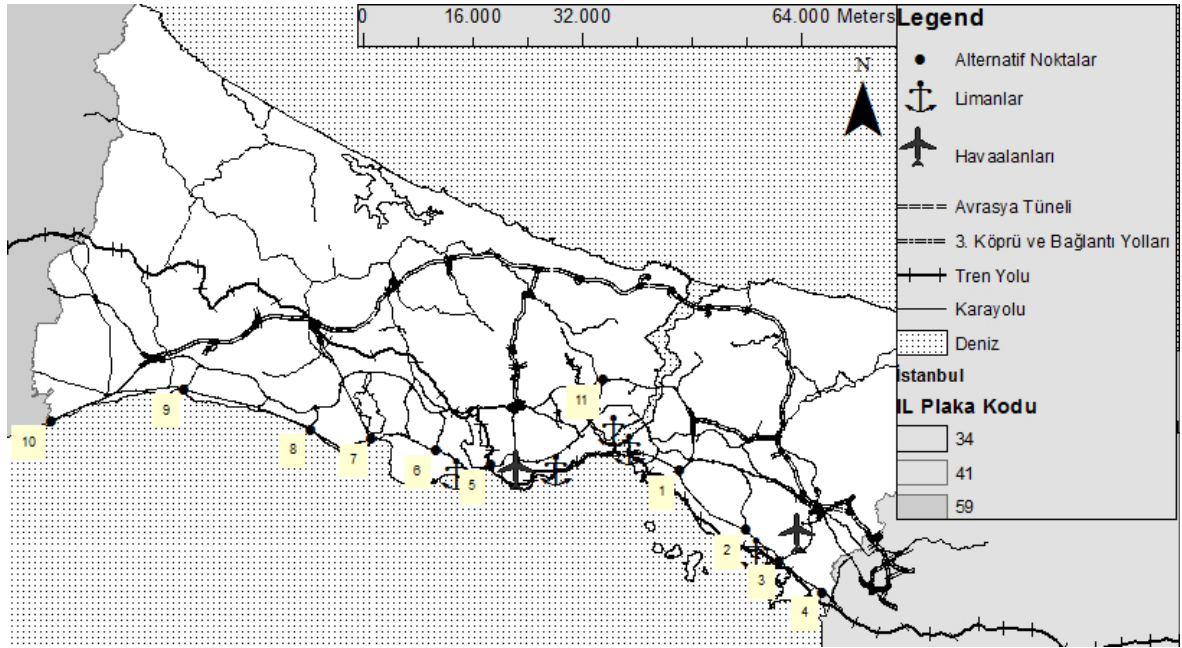
$$(\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n (d_{ij})) * t_{ij}$$

Denklem 15

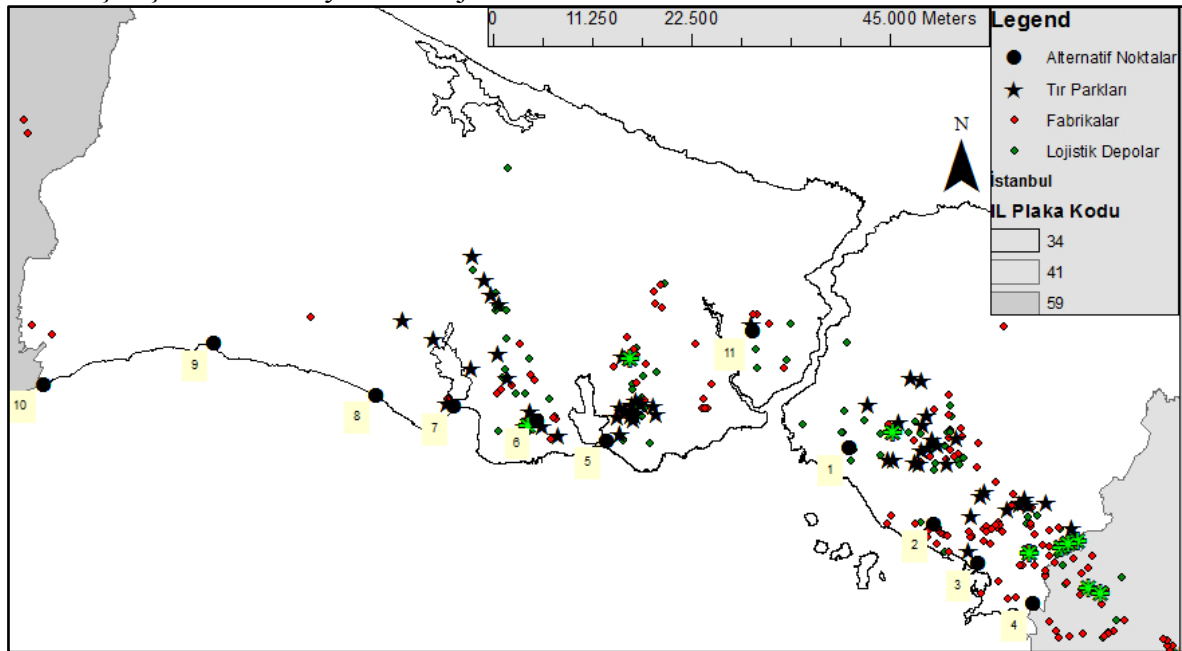
## Uygulama

Metodoloji kapsamında analizlerin gerçekleştirilme adımları açıklanmıştır. Bu bölümde ise, analizlerin İstanbul ili özelinde gerçekleştirilmesi sağlanacak ve kurulmuş olan 11 düğümlü şebeke üzerinde, teorik olarak ortaya çıkan değişimler gözlenecektir. Bu kapsamda analizin gerçekleştirileceği şebeke yapısı ve alternatif noktalar Şekil 1’de ve çalışma alanında yer alan tır parkları, fabrikalar, lojistik depolar gibi lojistik hareketlere neden olan tesisler ise Şekil 2’de görsel olarak ifade edilmiştir.

Şekil 1. Çalışma alanındaki ulaşım altyapısı ve alternatif noktalar



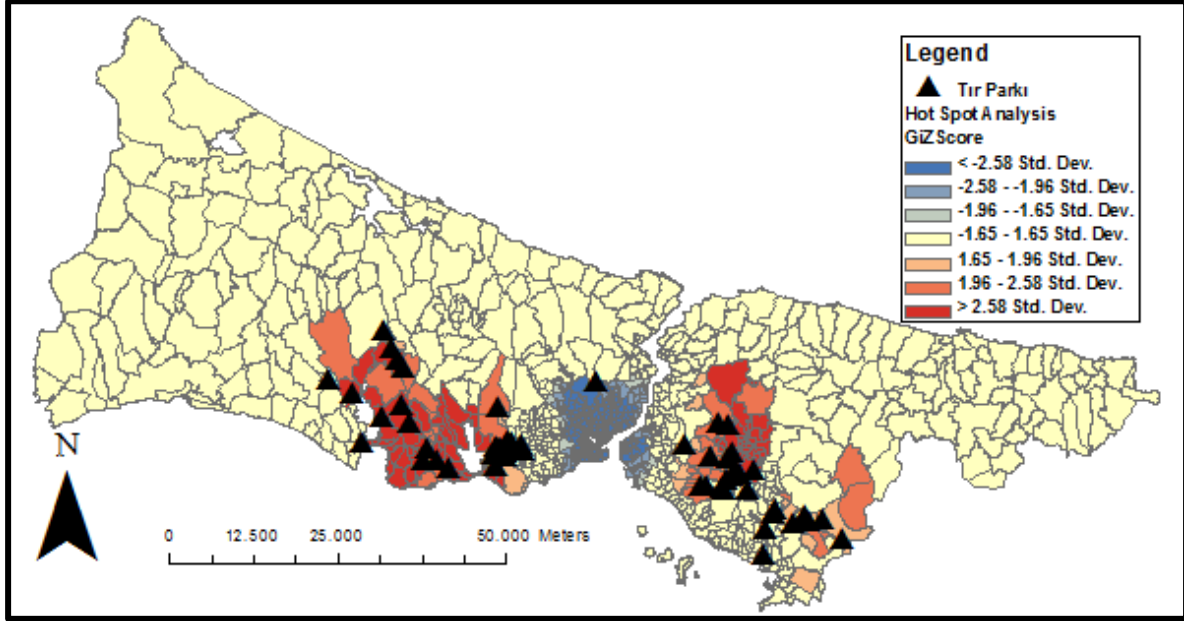
Şekil 2. Çalışma alanında yer alan lojistik tesisler





CBS'nin belirtilmiş olan analiz adımlarından ilki alternatiflerin arasında yer alan mesafe matrisinin üretilmesidir. CBS kullanılarak, Şekil 1'de yer alan ulaşım ağını baz alan bir şebeke kurulmuş, şebeke üzerinde ulaşım hiyerarşisi dikkate alınarak mesafeler belirlenmiştir. Mesafelerin belirlenmesinden sonra metodolojide CBS'nin ikinci adımı olarak ifade edilen kümeleme analizini dikkate almıştır. Lojistik tesislerin kümelenmesi analizi, sıcak nokta analizine göre gerçekleştirilmiş olan, Şekil 3'te görsel olarak ifade edilmiş olan, (Önden et al., 2014)'in çalışmasında tır parklarının konumları ve tır park etme kapasitelerine göre elde edilmiş olan harita analizler için esas kabul edilmiştir.

Şekil 3. İstanbul'daki tır parklarının istatistiki kümelenmesi(Önden et al., 2014)



Gerekli verilerin elde edilmesinden sonra, dolaşılan mesafeler p-medyan modeli ile konumlandırılacak tesisin en merkez olması şartını sağlayacak şekilde tespit edilmesi sağlanacaktır. Bu kapsamda, denklem 1-5'te matematiksel olarak ifade edilmiş olan modelin çözümü gerçekleştirilmiş ve elde edilmiş olan mesafeler denklem 6-7 ile toplam dolaşılan mesafelere ve toplan salınan gaz miktarlarına çevrilmiştir. Zararlı gaz miktarları Tablo 1'de ifade edilmiş olan, (Çetin, v.d 2006) çalışması kapsamında tespit edilmiş olan tırların İzmit ili çevresinde salmış olduğu gaz miktarları ile sayısallaştırılmıştır.

Tablo 1. Araçların salmış oldukları zararlı gaz miktarları (90 km hız esnasında) (Çetin, Karademir, Pekey, & Ayberk, 2006)

Araç Tipi	Birim	PM	NOX	CO	VOC
Dizel Kamyon 7,5t<Weight<16t	g/km	0,44	4,13	1,95	0,96
Dizel Tır Weight>32t	g/km	0,57	12,41	1,95	0,96
Dizel Otobüs	g/km	0,41	7,95	1,8	1,02

Tablo 2, 1 ila 5 tesis arasında, ortaya çıkan zararlı gaz miktarı değişimini tespit eden tablodur. Bu tablodaki hesaplama, toplan dolaşılan mesafe, araçların ortaya çıkarmış oldukları gazlar, şehir içerisindeki tır hareketliliği dikkate alınarak tespit edilmiştir. Bu kapsamda kullanılmış olan veriler, Karayolları 1. Müdürlüğü'nden elde edilmiş olan veriler araçların paralı geçiş

gişelerinden geçişlerinden elde edilmiştir. Elde edilmiş olan veriler sonucunda günlük 30000 hareketin olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilmiş ve üretilmiş olan veriler ile birlikte model iki aşamada çalıştırılmış ve elde edilen dolaşılacak mesafeler de bu iki farklı çözüm sonucunda belirlenmiştir. Modelin ilk çözümü lojistik mesafeler dikkate alınmadığında ortaya çıkan dolaşılacak mesafeleri ifade etmekte ve ikinci çözüm ağırlıklandırılmış dolaşılacak mesafeleri ifade etmektedir. Tablo 2, analizler sonucunda elde edilmiş olan toplam dolaşılacak mesafeleri ve bu mesafelerin, Şekil 3'te tespit edilmiş olan küme değerleri ile çarpılmaları sonucunda ortaya çıkmış olan değerleri ifade etmektedir.

Tablo 2. Optimizasyon modeli sonucunda elde edilmiş olan dolaşılacak mesafe miktarları

T. S.	Ağırlıklandırılmamış Amaç Fonksiyonu Sonuçları		Ağırlıklandırılmış Amaç Fonksiyonu Sonuçları	
	Dolaşılacak Toplam Mesafeler	Ağırlık ile Çarpılma Sonucu Elde Edilen Değer	Dolaşılacak Toplam Mesafeler	Ağırlık ile Çarpılma Sonucu Elde Edilen Değer
0	843764	-	843764	-
1	1315726	5948498	1318230	5414130
2	697658	3132180	754440	3102292
3	474693	1983295	491348	1875905
4	290695	1073288	290695	1073288
5	219802	931500	221171	821542

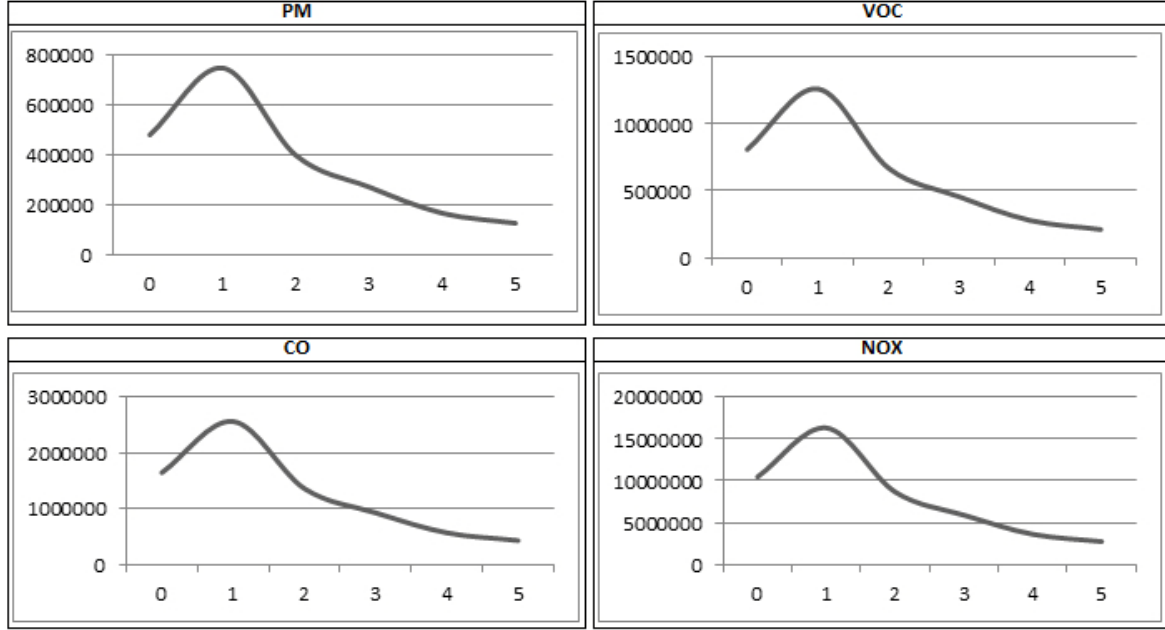
Tablo 3 ise, hesaplanmış olan toplam dolaşım mesafelerinin Tablo1'de ifade edilmiş olan turların 90 km. hız ile gitmeleri durumunda ortaya çıkartmış oldukları zararlı gaz miktarları ile çarpılmaları durumunda ortaya çıkartmış oldukları toplam zararlı gaz miktarlarını ifade etmektedir.

Tablo 3. Ağırlıklandırılmamış mesafe minimizasyonu amaç fonksiyonu ile tespit edilmiş salınan zararlı gaz miktarı

T. S.	Ağırlıklandırılmamış Amaç Fonksiyonu Sonuçları				Ağırlıklandırılmış Amaç Fonksiyonu Sonuçları			
	PM	NOX	CO	VOC	PM	NOX	CO	VOC
0	480946	10471116	1645341	810014	480946	10471116	1645341	810014
1	749964	16328164	2565666	1263097	751391	16359234	2570549	1265501
2	397665	8657938	1360433	669752	430031	9362600	1471158	724262
3	270575	5890937	925651	455705	280068	6097631	958129	471694
4	165696	3607519	566854	279067	165696	3607519	566854	279067
5	125287	2727741	428614	211010	126067	2744731	431283	212324

Tablo 3 zararlı gaz salımının tesis sayısına göre ne şekilde değiştiğini belirtmektedir ve görsel olarak Şekil 4 bu dağılımı ifade etmektedir. Tablo sonucu dikkate alındığında, merkezileştirme kararı verilmesinin salınan olumsuz gaz miktarlarına olumlu etki oluşturabileceği tespit edilmiştir. Ancak bu olumlu etkinin ortaya çıkabilmesi, merkezileştirme seviyesinin dikkate alınması ile elde edilebilecek durumdadır. Zira dikkate alınmış olan 11 lojistik merkez noktası tek bir noktadan hizmet vermesi durumunda dolaşılacak mesafelerin azalmadığı, dolayısı ile de salınan zararlı gaz miktarında bir iyileşme yaşanmadığı tespit edilmiştir.

Şekil 4. Tesis sayısına göre zararlı gaz salımı değişimleri



## Sonuç

Çalışma kapsamında metropol bölgelerde yer alan lojistik tesislerin merkezileştirilmesi durumunda ortaya çıkan zararlı gaz miktarlarının değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Analiz aşamalı olarak gerçekleştirilmiş, CBS yetenekleri veri üretimi için kullanılmış ve elde edilen veriler ile optimizasyon yaklaşımı bütünleştirilerek tesis sayısının değişimi durumunda ortaya çıkacak olan olumsuz gaz miktarlarının değişimi tespit edilmiştir. Bu kapsamda, mevcut durumun analiz edilebilmesi için 11 düğümden oluşan bir şebeke oluşturulmuş ve bu şebeke üzerinde İstanbul'da gerçekleşen lojistik hareketlilik, ortaya çıkan zararlı gazların tespit edilebilmesi için bir analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz kapsamında, merkezileştirmenin bir tesis üzerinde yapılması durumunda olumsuz sonuç elde edilmiş olduğu, 2. tesisten itibaren iyileştirmenin gerçekleştirildiği tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında CBS yetenekleri, mesafelerin öklid mesafe hesabı yerine, ulaşım ağının yansıtılması ve ulaştırma hiyerarşisi ile gerçek uzaklık mesafelerinin tespit edilmesinde kullanılmıştır. Ek olarak CBS, lojistik tesislerinin çalışma alanı üzerinde dağılımlarının tespit edilmesi ve bu verilerin optimizasyon modeli içerisinde entegrasyonunda da kullanılmıştır. Çalışma göstermiştir ki, CBS, ulaştırma ve optimizasyon problemlerinde veri üretme aracı olarak kullanılabilir niteliktedir.

Çalışma kapsamında teorik bir inceleme gerçekleştirilmiş ve deterministik karar ortamında dolaşan mesafelerin, salınan gaz miktarlarının sabit olduğu durum incelenmiştir. Ek olarak analiz kapsamında sadece 11 düğümün değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Analizin genel olarak, lojistik ağını yansıttığı ve merkezileştirme durumunda nasıl bir değişim gözleneceğini ifade ettiği aşikardır. Ancak, daha büyük boyutlu analizlerin, gerçeğe daha yakın sonuç verme ihtimali de daha fazladır. Ek olarak, analizler deterministik karar ortamında gerçekleştirilmiştir ve olasılık bazlı modellerin, farklı durumları ortaya koyma niteliği olacağı da ifade edilebilir. Bu öneriler konuya ilgi duyan araştırmacılara fikir vermesi açısından verilmiştir.

## Kaynakça

- Awasthi, A., Chauhan, S. S., & Goyal, S. K. (2011). A multi-criteria decision making approach for location planning for urban distribution centers under uncertainty. *Mathematical and Computer Modelling*, 53(1-2), 98–109. doi:10.1016/j.mcm.2010.07.023
- Christou, I. T. (2011). *Quantitative Methods in Supply Chain Management* (pp. 61–63). New York: Springer.
- ÇETİN, Ş., KARADEMİR, A., PEKEY, B., & AYBERK, S. (2006). Kocaeli İli'nde Trafik Kaynaklı Hava Kirleticilerinin Emisyon Envanteri. In *Kocaeli Özelinde Büyükşehirlerin Kentsel Yapılaşma ve Ulaşım Sorunları Sempozyumu 2006*. Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi.
- Dablanc, L. (2007). Goods transport in large European cities: Difficult to organize, difficult to modernize. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(3), 280–285.
- Dijkstra, E. W. (1959). A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische Mathematik*, 1(1), 269–271.
- Eryürük, S. H., Kalaoğlu, F., & Baskak, M. (2012). A site selection model for establishing a clothing logistics center. *Journal of Textile & Apparel*, 22(1), 40–47.
- ESRI. (2014). How Hot Spot Analysis (Getis-Ord Gi\*) works. *ESRI GIS Resource*. Retrieved from <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#//005p00000011000000>
- Getis, A., & Ord, J. K. (1992). The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics. *Geographical Analysis*, 24(3), 189–206.
- Hakimi, S. L. (1964). Optimum Locations of Switching Centers and the Absolute Centers and Medians of a Graph. *Operations Research*, 12, 450–459.
- Kayıkci, Y. (2010). A conceptual model for intermodal freight logistics centre location decisions. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2, 6297–6311.
- Li, Ye, X. L., Chen, Y., Li, Y., & Liu, X. (2011). Selection of logistics center location using Axiomatic Fuzzy Set and TOPSIS methodology in logistics management. *Expert Systems with Applications*, 38(6), 7901–7908.
- Önden, İ., Eldemir, F., & Çancı, M. (2014). Clustering Logistics Facilities in a Metropolitan Area via a Hot-Spot Analysis. *Journal of Business Research-Türk2*, 6(4).
- Truong, L. T., & Somenahalli, S. V. C. (2011). Using GIS to Identify Pedestrian-Vehicle Crash Hot Spots and Unsafe Bus Stops. *Journal of Public Transportation*, 14(1), 99–114.
- Wagner, T. (2010). Regional traffic impacts of logistics-related land use. *Transport Policy*, 17(4), 224–229. doi:10.1016/j.tranpol.2010.01.012
- WANG, B., & HE., S. (2009). Robust optimization model and algorithm for logistics center location and allocation under uncertain environment. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 9(2), 69–74.
- Žak, J., & Węgliński, S. (2014). The Selection of the Logistics Center Location Based on MCDM/A Methodology. *Transportation Research Procedia*, 3, 555–564. doi:10.1016/j.trpro.2014.10.034

# Finansal Değerleme Tekniklerinin Denizcilik Yatırım Projelerine Uygulanması: Liman İşletmeleri Üzerine Değerlendirmeler

**Onur AKDAŞ, Sadık Özlen BAŞER**

Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi

Tınaztepe Yerleşkesi Kaynaklar Buca İZMİR

(0232) 301 88 20 – (0232) 301 88 15

onur.akdas@deu.edu.tr, ozlen.baser@deu.edu.tr

## Öz

Sermaye-yoğun yapısı ile dikkat çeken deniz taşımacılığı, yatırıma sürekli olarak gereksinim duyan ve teknolojinin hızlı ilerlediği bir sektördür. Gelişen ve yenilenen teknolojinin denizcilik hizmetlerinde etkin kullanılması adına yatırım gereksinimi sürekli dir. Bu teknolojik gelişmelerin yanısıra, değişen ve gelişen ekonomik faaliyetler de, türev talep piyasası özelliği gösteren denizcilik piyasasını yatırıma güdülemektedir. Yatırımın bu kadar önemli olduğu bir alanda, yatırım projelerinin de, denizcilik piyasalarının yapısına en uygun yöntemlerle değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, liman yatırım projelerinin finansal değerlendirilmesinde kullanılan yöntemleri ortaya koymak ve güncel yöntemlerle projelerin daha etkin bir şekilde irdelenmesini sağlamaktır. Buna ulaşmak için örnek finansal tablolar üzerinden analizler gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada liman yatırımlarının türleri üzerinde durulmakta daha sonra liman yatırımlarında kullanılabilecek finansal proje değerlendirme yöntemleri açıklanmaktadır. Çalışmada ayrıca, duyarlılık analizi, duyarlılık göstergesi, faaliyeti durdurma değeri kavramlarının kuramsal açıklamalarına ve örnek proje üzerindeki uygulamalarına yer verilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Liman Yatırımları, Finansal Değerlendirme Yöntemleri, Duyarlılık Analizi, Faaliyeti Durdurma Değeri

## Giriş

Limnlar, deniz taşımacılığının aktarma noktalarıdır. Limancılık sektörü, teknolojinin, hukuksal düzenlemelerin ve edinim biçimlerinin sürekli değiştiği bir sektördür. Liman elleçleme ekipmanlarının, diğer liman üstyapı elemanlarının, liman altyapı bileşenlerinin, depolama alanlarının, hizmet kalitesi ve verimliliği gözeterek günümüz koşullarına uygun tutulması gerekmektedir. Bu gereklilikler, liman işletmelerini sürekli olarak yatırıma yönlendirmektedir. Bu yatırımların finansal boyutları çok yönlüdür. Bünyesinde barındırdığı sayısız risk faktörleri de dikkate alınarak liman yatırım projeleri dinamik yöntemlerle değerlendirilmelidir.

Bir limanın komple yeni yatırım olarak inşa edilmesinden, içindeki küçük bir ekipmanın yenilenmesine kadar, liman yatırım projelerinin finansal açıdan değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı, limancılık sektöründe yapılacak olan yatırımların

değerlendirilmesinde kullanılacak olan yöntemleri açıklamak ve proje değerlendirme ölçütlerini ortaya koymaktır. Bunun yanında projede, proje değişkenlerinde meydana gelebilecek olası değişimlerde yapılabirlik kararlarının nasıl etkileneceği açıklığa kavuşturulmuş, bu değişkenlerin eşik değerleri, duyarlılık göstergeleri ve faaliyeti durdurma değerleri ortaya konmuştur. Her ne kadar, limancılık yatırımlarının yapılabirliğine finansal açıdan doğru karar verebilmek; teknolojinin, dünya ticaret akışının, finansal ve ekonomik göstergelerin, politik ve güncel gelişmelerin sıkı takibine ve yorumlanmasına bağlıysa da; yatırım kararının finansal değerlendirme yöntemleri kullanılarak yapılacak olan değerlendirmesi de o derece önemlidir. Elde edilen sonuçlara göre, günümüz ekonomik koşullarında bu değerlendirmenin dinamik yöntemlerle yapılması ve değişkenlerin duyarlılık analizinin yapılması bir gerekliliktir.

## **Türkiye’de Limancılık Yatırımlarının Teşviki**

Türkiye’de, kalkınma planları ve yıllık programlarda öngörülen hedefler doğrultusunda, tasarrufların katma değeri yüksek yatırımlara yönlendirilmesine, üretim ve istihdamın artırılmasına, uluslararası rekabet gücünü artıracak ve araştırma- geliştirme içeriği yüksek bölgesel ve büyük ölçekli yatırımlar ile stratejik yatırımların özendirilmesine, uluslararası doğrudan yatırımların artırılmasına, bölgesel gelişmişlik farklılıklarının azaltılmasına yönelik olarak teşvikler uygulanmaktadır. Bu teşvikler, doğrudan limancılık sektörüne yönelik teşvikler değilse de, denizcilik sektörüne yönelik oldukları için dolaylı yoldan liman işletmelerinin de yararlanabileceği teşviklerdir.

28328 sayılı ve 18.06.2012 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar” gereğince yatırımlara verilecek olan teşvikler; genel, bölgesel, büyük ölçekli ve stratejik yatırımların teşviki şeklinde sınıflandırılmışlardır. Buna göre, iller, sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyleri dikkate alınarak altı bölgeye ayrılmıştır.

Liman ve liman hizmetleri yatırımları 200 Milyon TL’lik asgari sabit yatırım tutarını aşması durumunda büyük ölçekli yatırımlar içerisinde değerlendirilmiştir. Bunun yanı sıra, denizyolu ile yük ve/veya yolcu taşımacılığına yönelik yatırımlar öncelikli yatırım konuları arasına alınmıştır. Öncelikli yatırımların, adı geçen kararla, kaçınıcı bölgede yapılırlarsa yapılsınlar 5. bölge desteklerinden yararlandırılacağı hükme bağlanmıştır. Buna göre, asgari yatırım tutarını sağlamış yatırım konuları büyük ölçekli yatırımlar olarak sınıflandırılmakta ve bunlara kaçınıcı bölgede yapılırsa yapılsınlar; gümrük vergisi muafiyeti, katma değer vergisi istisnası, vergi indirimi, sigorta primi işveren hissesi desteği, yatırım yeri tahsis desteği verilmekte iken, 6. bölgede yapılmaları kaydıyla gelir vergisi stopajı desteği, sigorta primi desteği de sağlanmaktadır. Bölgesel destekler anlamında, kararla birlikte asgari 5 milyon TL tutarındaki liman ve liman hizmetleri yatırımları (yat limanı ve marina dâhil) bulunduğu bölgedeki yatırım teşvik koşullarına tabi hale gelmiştir.

Örnek vermek gerekirse; 2. bölgede gerçekleştirilecek, ilk yatırım tarihi 01.01.2014 olan ve yatırım tutarı 200 milyon TL olarak öngörülen bir liman hizmetleri yatırımı, öncelikli yatırımlar listesinde yer aldığı için 5. bölge yatırımı olarak değerlendirilecektir. Bu yatırım için ilk yıl 10 milyon TL’lik bir gelir vergisi tahakkuk ettiği varsayıldığında, bu yatırımcı 7 milyon TL’lik bir vergi indirimi alacaktır. Elde ettiği bu vergi indiriminin yatırım tutarına oranı % 40’ı bulana kadar da bu vergi indiriminden faydalanmaya devam edecektir.

**Tablo 1:** Büyük Ölçekli Yatırımlar için Vergi İndirimi Tablosu

Bölgeler	Yatırıma Katkı Oranı (%)		Kurumlar Vergisi Veya Gelir Vergisi İndirim Oranı (%)	
	01.01.2014 Sonrası Başlayan Yatırımlar	31.12.2013 Öncesi Başlanılan Yatırımlar	01.01.2014 Ve Sonrası Başlayan Yatırımlar	31.12.2013 Ve Öncesi Başlanılan Yatırımlar
1	20	25	30	50
2	25	30	40	55
3	30	35	50	60
4	35	40	60	70
5	40	50	70	80
6	45	60	90	90

Kaynak: <http://www.resmigazete.gov.tr>, (14.02.2015).

## Limn Yatırımlarının Türleri

İktisat yazınında sermaye, malların üretiminde ya da hizmetlerin sunumunda kullanılan, insan tarafından yaratılmış kaynak olarak tanımlanmaktadır. Sermaye bir stok iken, yatırım, sermayenin yaratıcısıdır ve bir süreci kapsar. Limn yatırımı, limn hizmetlerinin sağlanmasında kullanılan sermayenin yaratıcısıdır. Limn yatırımı, limn terminallerine yapılan bir ekleme ya da limana ulaşım yollarına yapılan bir ekleme şeklinde olabilir. Aynı şekilde bir limn yatırımı, limnün taşınamayan varlıkları sayılan altyapı bileşenlerinden apron ve depolama sahalarına yapılabilirken taşınabilen varlıkları olarak adlandırılan vinçlere de yapılabilir. Limn yatırımları, limnün su yolu yaklaşım kanallarına yapılan tarama yatırımlarını, karayolu yaklaşım kanallarına yapılan ışıklandırma ve yaya yolu yatırımlarını ve demiryolu yaklaşım kanallarına yapılan yeni ray döşeme gibi yatırımları kapsayabilir (Talley, 2009: 119). Belirtilen nedenlerle limnler için geçerli olabilecek yatırım türleri daha çok komple yeni yatırım, yenileme, genişletme, modernizasyon ve darboğaz giderme yatırımları olarak sıralanabilir. Bu yatırımlar aşağıda kısaca açıklanmaktadır.

### Komple Yeni Yatırım

Bu yatırım türüne yazında kuruluş yatırımı da denilmektedir. Kuruluş yatırımları işletmenin yeni kurulması veya bazı işletmelerin faaliyetine yeni başlamasını ifade etmektedir. Komple yeni yatırımlar ilk ya da tamamen yeni bir tesisin kuruluşuna yönelik olan yatırımlardır (Kaytanlıoğlu, 2001: 4).

### Yenileme Yatırımları

Bu tür yatırımlar işletmenin üretimini sürdürebilmesi için aşınmış, yıpranmış, üretim gücünü yitirmiş veya teknolojik gelişmeler sonucu eskimiş, modası geçmiş duran varlıklarının yenilenmesini kapsar (Akgüç, 2009: 323). Limn işletmeleri açısından, yenileme yatırımları büyük önem taşımaktadır. Nitekim, limnün alt ve üst yapı unsurları verilen hizmetin yoğunluğuna bağlı olarak sürekli bir aşınma içerisindedir. Bununla beraber, limn hizmetlerinin başında gelen elleçleme faaliyetini yerine getiren ekipmanlar hızlı bir teknolojik devinim geçirmektedirler. Gerek yukarıda sözü edilen aşınma, gerekse gün geçtikçe gelişen ve hızlanan teknolojik gelişim, limn işletmelerini yenileme yatırımları konusunda güdülemekte ve rekabetçi piyasa koşullarında bu tür yatırım kararları almaya zorlamaktadır. Bu yatırımın türü, kullanılamayacak kadar eski olan ekipmanın yenisi ile değiştirilmesi ve böylece limana işlerlik kazandırılması durumu söz konusu olduğu için yenileme yatırımdır.

## **Genişletme (Tevsii) Yatırımları**

Mevcut olan kapasitenin artırılması amacı ile yapılan yatırımlardır. Büyüme yatırımları olarak da adlandırılan bu yatırımlara talebi karşılamak, rekabet avantajı sağlamak amacıyla da gereksinim duyulabilmektedir. Bu yatırımlar mevcut olan tesisleri ortadan kaldırmadan kapasiteyi arttırmaya yönelik yatırımlardır. İlgili projenin ürettiği mal ve hizmete karşı talep artmışsa ve devamlılık gösteriyorsa. Piyasayı elde tutabilmek ve ortakların refahlarının maksimum düzeye çıkarabilmek için mevcut tesisler genişletilebilir. Bu durumda genişletme yatırımları yeni bir yatırım mahiyetindedir (Okka, 2000: 272). Genişletme yatırımları, limanlar için yaşamsal önem taşımaktadır. Liman yatırımcılarının ve liman otoritelerinin bu artan talebi karşılayabilecek genişleme stratejileri içine girmeleri doğaldır.

## **Tamamlama Yatırımları**

Üretim faktörlerinin kıt olması ya da talebin yeterli düzeyde olmaması nedeniyle, bazı işletmeler başlangıçta yatırımlarını sınırlı ölçüler içerisinde tutabilirler. Daha sonra, üretim faktörlerinin artışı ve talebin genişlemesine bağlı olarak yatırımları önceden planlanan düzeyde gerçekleştirmek için, tesisin eksik kısımlarını tamamlamak amacıyla tamamlama yatırımları yapılır. İkinci bir yatırım kararı eğer birinci yatırımın sağlayacağı geliri artırıyor veya maliyeti düşürüyorsa, bu yatırım tamamlayıcı bir yatırımdır (Tatar, 1993: 134).

## **Modernizasyon Yatırımları**

Rasyonelleştirme yatırımı olarak da isimlendirilen bu tür yatırımlar, daha yararlı mal ve hizmet üretimi amacıyla kaynak tahsisini içerir. En az maliyetle en çok verim elde edilmesi amaçlanır. Bu tür yatırımlar, teknik bakımdan kullanılabilen mevcut tesis ve sistemlerin ekonomik nedenlerle yenilenmesini içeren yatırımlardır.

Bir liman işletmesinde, elleçlemeyi daha hızlı yapabilecek, bu sayede limana daha fazla nakit girdisi sağlayabilecek olan bir ekipmanın satın alınması modernizasyon yatırımına bir örnektir. Modernizasyon yatırımlarını, yenileme yatırımlarından ayıran yanı, bu yatırımın hizmetteki sürekliliği sağlamak yerine, hizmetteki kaliteyi arttırmayı amaçlamasıdır. Yenileme yatırımlarında sürekliliği sürdürme amacı elbette rasyonelleştirme gayesini de içermektedir ancak modernizasyon yatırımları tek başına kaliteyi ve verimi arttırmaya yönelik yatırımlardır. Rekabetçi üstünlük kazanmak, müşteri memnuniyetini sağlamak gibi pazarlama unsurunu etkileyen faktörlere etki etmek amacıyla yapılan bu tür yatırımlar, limanlar için, çoğunlukla üstyapı elemanları olan ekipmanlara yapılan yatırımları kapsar.

## **Darboğaz Giderme Yatırımları**

Yatırım projeleri başlangıçta ne kadar detaylı hazırlanırsa hazırlansın, tesis üretime geçtikten sonra bazı olumsuz ve beklenmedik durumlar ile karşılaşılması kaçınılmazdır. Bu olumsuz durumlar, üretimde darboğaza neden oluyorsa, bunları giderme amacıyla bazı yatırımların yapılması söz konusu olabilmektedir.

Bir liman işletmesinde de hizmetin aksamasına neden olan eksiklikler bulunabilmektedir. Hizmetin ifasını güçleştiren bu gibi durumlarda darboğaz giderme yatırımlarına başvurulmaktadır. Limanlarda ana sorunlardan biri olan ve yanaşma kanallarındaki ve iskelelerindeki su derinliğini arttırmaya yönelik olarak yapılacak bir tarama faaliyeti de yine bir darboğaz giderme yatırımdır. Yapılacak olan tarama sonrasında limana daha büyük



gemiler yanaşabilecek ve limanın verimliliği artacaktır. Bunun dışında, limanın depolama sahasının dışında planlanmış bir tesisat sistemi, genişletme yatırımı sonrasında depolama sahasının ortasında kalabilmektedir. Bu durumda tesisatın, yeniden yapılandırılıp, depolama sahası dışına nakledilmesi gerekmektedir. Bunun için yapılacak olan yatırım da darboğaz giderme yatırımıdır. Mevzuat değişikliği nedeniyle, limanın altyapı veya üstyapısında yapılması gerekli yatırımlar da darboğaz giderme yatırımları kapsamında değerlendirilmektedir. Bu tür yatırımlar eğer yapılmazlarsa, liman otoritesi limanlardaki hizmetin ifasına izin vermemekte veya hizmeti sınırlı tutmaktadır. Bu durum liman işletmesi için bir darboğazdır ve giderilmesi için yapılması gereken yatırım bir darboğaz giderme yatırımı olarak adlandırılmalıdır.

## **Limn Yatırım Projelerinin Finansal Açıdan Değerlendirilmesi**

Uluslararası finansal kuruluşlar, terminal yatırımları ile özellikle ilgilidirler. (Talley, 2009:133). Denizcilik sektörü bir bütün olarak çeşitli zorlukları olan, kendine has özellikleri olan bir sektördür. Bu sektör içinde yer alan işletmeler çoğunlukla sermaye yoğun işletmeler olup, ilk kuruluş yatırımları ve yenileme yatırımları mali açıdan önemli tutarlarda ifade edilmektedir. Bu nedenle, bankacılık sektörünün denizcilik işletmelerine finansman sağlaması, bankaların finansman kaynaklarının hacmine ve vadesine bağlıdır. Böyle özellikli bir sektörde uzmanlaşmış bankalara gereksinim vardır. Pek çok ülkede, özellikle de denizcilikte önemli paya sahip ülkelerde, denizcilik alanında uzmanlaşmış denizcilik bankaları görülmektedir.

Sermaye yoğunluğu nedeniyle oldukça yüklü tutarlardaki fonların plase edildiği bir arena olarak kabul edilen denizcilik sektöründeki yatırımlar için hazırlanan projelerin, finansal kuruluşlarca değerlendirilmesi aşamasında oldukça karmaşık bir analize gereksinim duyulmaktadır. Bu bağlamda, denizcilik finansmanı için bir finansal kuruluşun kredibilite kıstaslarına göre karar vermesini etkileyen faktörler arasında; kaldıraç oranı, borç süresi, geri ödeme şartları, borç bitimi ve erken ödeme şartları, geri ödemede sorun olması halinde uygulanacak şartlar, borcun geri ödeneceği para birimi, kâr dağıtım politikasının tespiti, gemiyi ya da limanı işletecek veya kiralayacak firmanın tespiti, sözleşmede geçerli olacak yasal otorite, piyasa hakkında beklentiler sayılabilir (Powell, 1996; 159).

## **Limn Yatırımları İçin Kaynak Yapısı Kararları ve Ağırlıklı Ortalama Kaynak Maliyetinin (AOKM) Hesaplanması**

Uygulamada firmaların kaynak yapıları birbirinden çok farklıdır. Böyle olmakla beraber firmaların kaynak yapıları “Yabancı Kaynak/Öz Kaynak” oranı dengeli / düşük / yüksek, yabancı kaynaklar içinde kısa süreli görel olarak az / fazla, buna karşılık uzun süreli yabancı kaynakların ağırlığı fazla / az gibi kombinasyonlardan oluşabilir (Akgüç, 2009: 484).

Kaynak maliyeti (k), bir işletmenin belirli bir dönemde sağladığı fonlara ödediği bedeldir. Kaynak maliyeti, yatırım projesi kavramıyla zaman paydası altında birleştiği için, diğer bir deyişle belirli bir dönemi kapsayan bir projenin nasıl finanse edileceği kavramını doğrudan ilgilendirdiği için, o işletmenin kaynak yapısına bağlı olarak hesaplanabileceği gibi, bir yatırım projesi için de hesaplanabilir. Kaynak maliyeti, daha yatırım aşamasında önemini gösterir. Daha önemli olarak herhangi bir yatırımın değerlendirilmesi için mutlaka kaynak maliyetine gerek duyulur (TSPAKB, 2002: 25).

Projenin AOKM'nin hesaplanabilmesi için; projenin kaynağının kaç farklı kaynaktan sağlanacağını; herbir kaynağın ayrı ayrı % (yüzde) maliyetinin; toplam kaynaklar içindeki yüzde payının ve yabancı kaynağın (kaynakların) projenin toplam kaynağı içindeki yüzde payının; kurumlar vergisi oranının bilinmesi gerekmektedir. Buna göre,  $k_1$  birinci kaynağın yüzde olarak maliyetini,  $w_1$  birinci kaynağın toplam kaynaklar içindeki yüzde payını göstermek üzere, bir projenin ağırlıklı ortalama kaynak maliyetinin (AOKM) hesaplanabilmesi için gerekli olan formül şu şekilde yazılabilir;

$$AOKM = k_1 \times w_1 + k_2 \times w_2 + \dots + k_n \times w_n$$

### **Liman Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Başlıca Yöntemler**

Liman yatırımlarının uygulanabilirliğini ölçmek için ticari, ekonomik ve teknik değerlendirmelere gereksinim vardır. Yatırım maliyeti ve finansal getirileri meydana getiren fiyat, ticari değerlendirmenin girdileridir. Yatırım maliyetine ek olarak, yatırımın doğrudan, dolaylı ve dış etkileri ekonomik değerlendirmenin ana girdileridir (Bichou ve Gray, 2004: 57).

Özel sektör açısından limanlar, bir özel mülk ve işletme fırsatıdır. Bu durumda yatırımcı, maliyet etkinliğini, pazarlanabilirliği ve ticari kârlılığı gözetecektir. Buna göre yatırımlar, hesaplanan getiri oranının, piyasadaki faiz oranından ve projeden beklenen getiri oranından büyük olduğu durumlarda gerçekleşecektir. Kamunun yapacağı yatırımlarda fayda-maliyet ve sosyo-ekonomik fayda; özel sektör yatırımlarında da kârlılığı ölçen yöntemler öne çıkacaktır (Bichou ve Gray, 2004: 60). Projelerin değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler açıklanmadan önce, ortak terimlerin tanımlanması yerinde olacaktır.

**Yatırım harcamaları**, bir projenin en önemli nakit çıkışlarını ifade eder. Projenin nakit akım tablosu, projenin nakit girişleri ile nakit çıkışları arasındaki fark alınarak oluşturulur. **Nakit girişleri** hesaplanırken ödenen anapara dikkate alınmaz çünkü bunlar gider veya maliyet sayılmaz. **Anapara ödemeleri** gelir tablosunda yer almaz ve net kâr ile ilgili değildir.

**Amortisman**, aşınma, yıpranma ve değer kaybına maruz olmayan tabii kıymetler dışındaki sabit varlıkların zamanın geçmesiyle aşınma, yıpranma gibi sebeplerle uğradıkları değer düşüşünü ifade eder. Amortisman tabii bir sabit varlık firmanın aktifine girdiği tarihten itibaren amortisman ayrılmaya başlanır (Okka, 2000: 185).

### **İç Getiri Oranı (İGO) ve Net Bugünkü Değer (NBD) Yöntemi**

Bir yatırımdan ekonomik ömrü süresince her yıl sağlanması beklenen nakit girişlerinin bugünkü değerleri (NGBD) toplamını, nakit çıkışlarının bugünkü değerleri (NÇBD) toplamına eşit kılan iskonto oranına İç Getiri Oranı (İGO) denir. Yatırım süresi bir yıldan uzun olan yatırımlar için İGO aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$\sum_{t=1}^n \frac{(NG_t - NÇ_t)}{(1+i)^t} = 0 = \sum_{t=1}^n \frac{(NA_t)}{(1+i)^t}$$

Bu formülde; "i", iskonto oranını; "n", yatırımın ekonomik ömrünü; NÇ, yatırımın tesis ve işletme döneminde gerektirdiği yıllık para çıkışını; NG, yatırımın sağlayacağı yıllık para girişini ve NA nakit akımını ifade etmektedir. Yukarıdaki formülde "i" İGO'dur ve deneme yanılma ile bulunur. Bir başka deyişle, net bugünkü değeri (NBD, Net Present Value – NPV) sıfır yapan değer bulunmaya çalışılır.

İGO, projeye yatırılan kaynağın kârlılık oranını gösterir. Böylece karar vericiye daha açık bilgi sunulmuş olmaktadır. Bu oran ayrıca projeyi üstlenen girişimciye proje finansmanında borç alma gerektiği zaman ödeyebileceği maksimum faiz oranının ne olması gerektiği konusunda da açık bir ölçü vermektedir.

NBD, projenin NGBD toplamından NÇBD toplamının düşülmesiyle diğer bir ifadeyle, bir projeye ait nakit girişlerinin ve nakit çıkışlarının, kaynak maliyeti ile iskonto edilmesiyle hesaplanır (Okka, 2011: 222). “NG<sub>t</sub>”, “t” yılındaki nakit girişini, “NÇ<sub>t</sub>”, “t” yılındaki nakit çıkışını, “i”, iskonto oranını belirttiğinde, yapım süresi bir yıldan uzun olan bir projenin NBD’si;

$$NBD = \sum_{t=0}^n \frac{NG_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{NÇ_t}{(1+i)^t}$$

formülü ile bulunur. Buradaki nakit çıkışı, daha önce de belirtildiği gibi projenin yatırım harcamalarını ifade etmektedir. Bir yıldan uzun bir sürede tamamlanan bir yatırım söz konusu olduğunda NÇBD toplamının bulunması gerekmektedir.

### **Düzeltilmiş İç Getiri Oranı Yöntemi**

İGO yönteminde, projenin ekonomik ömrü boyunca sağlanan tüm nakit girişlerinin, İGO kadar getiri sağlayacak şekilde yeniden yatırılacağı varsayılmaktadır. Diğer bir ifadeyle, tüm nakit girişleri, İGO kadar getiri sağlayacak şekilde yeniden yatırıldığında, proje İGO kadar getiri sağlayacaktır. Fakat projeden elde edilen nakit girişlerinin her zaman İGO kadar getiri sağlayacak alanlarda değerlendirilmesi mümkün olmayabilir (Anbar ve Alper, 2009:234). Düzeltilmiş iç getiri oranı yöntemi (DİGO) (Modified Internal Rate of Return - MIRR) yatırımın birden fazla İGO’sunun olması ya da hiç olmaması, ve NBD’inin 0 (sıfır) olmaması durumlarında kullanılır. DİGO genellikle, projenin nakit akımlarının pozitif-negatif seri özelliği gösterdiği durumlarda kullanılır. Bir nakit akımının pozitif-negatif seri özelliği göstermesi için nakit akım serisinde işaretin birden fazla değişmiş olması gerekmektedir. Bu gibi durumlarda tek bir İGO hesaplamak olanaksızdır. Nakit akımı serisi kaç kez işaret değiştiriyorsa o kadar İGO hesaplanmaktadır ve bu durumda DİGO’nun hesaplanması zorunlu hale gelmektedir.

### **İndirgenmiş Geri Ödeme Süresi (GÖS) Yöntemi**

Statik geri ödeme süresi (GÖS<sub>1</sub>) (Payback Period – PBP) yönteminin paranın zaman değerini dikkate almama kusuru, bu yöntemin dinamik bir biçimde uygulanmasıyla kaldırılabilir. Projeden beklenen nakit akımları beklenen getiri oranı veya kaynak maliyeti ile bugünkü değerlerine indirgindikten sonra GÖS hesaplanırsa yöntemin statik olma (paranın zaman değerini dikkate almama) sakıncası giderilmiş olur (Şahin, 2000:117). Bu hesaplama, yatırımın, indirgenmiş geri ödeme süresini (İGÖS veya GÖS<sub>2</sub>) (Discounted Payback Period – DPP) veya yatırımın başabaş ömrünü göstermektedir (Akgüç, 2009: 373).

GÖS<sub>1</sub> yöntemi, sadece o proje için harcanacak anaparanın ne kadar zamanda geri döndüğünü gösterirken, İGÖS; anapara ve faizin ne kadar zamanda geri döndüğünü göstermektedir. Bu nedenle, GÖS<sub>1</sub> ile İGÖS beraber hesaplanmalı ve karar verme sürecine etki edecek olan veriler bu suretle çıkarılmalıdır.

## Liman Yatırım Projeleri İçin Duyarlılık Analizi ve Önemi

Duyarlılık analizi, bir projenin kapsamında yer alan değişkenlerin nasıl, ne yönde ve ne derecede projeyi etkileyeceğini inceleyen bir yöntemdir. Bu yöntemin temel amacı, birim satış fiyatı, satış miktarı, ana girdi maliyetleri veya kaynak maliyeti gibi herhangi bir değişkende olabilecek olası değişmelerin, projenin kârlılığı, diğer bir deyişle, analize esas alınan ölçüt üzerindeki etkisini değerlendirmektir. Duyarlılık analizinde, bir değişkendeki değişmelerin projenin kârlılığı ve yapılabirliği üzerindeki etkisi incelenirken, diğer değişkenlerin değerleri sabit tutulmaktadır.

Limaneların, hangi müşterilerine ne tür bir hizmet yelpazesi içerisinde hizmet vermesi gerektiğinden, uygulanacak olan örgüt yapısına, kullanılacak ekipmanların niteliklerinden, personel niteliklerine kadar birçok konu duyarlılık analizi sonucu ortaya çıkacak olan tabloda netlik kazanacaktır. Çünkü yatırım projesinin, hangi değişkene daha fazla duyarlı olduğunun tespiti bu analiz sonucunda ortaya çıkacaktır. Tüm bunların yanında, projenin kaynak yapısı, nakit girişlerinin ve çıkışlarının planlaması, dış kaynak kullanımı gibi önemli değişkenler de duyarlılık analizi sonuçlarına göre şekillendirilebilecektir.

## Duyarlılık Göstergesi ve Faaliyeti Durdurma Değeri

Son yıllarda finans yazınında duyarlılık ve risk analizlerinde bir hareketlilik izlenmektedir. Başta Dünya Bankası olmak üzere, uluslararası alanda kalkınma amaçlı, ulaşım, gıda, orman ve su alanlarında hazırlanan projelerde duyarlılık ve risk analizlerine giderek daha fazla yer verilmektedir. Bu çalışmalarda proje değerlendirme açısından önemli sayılabilecek yeni ölçme yöntemleri ve yeni teknik kavramlar geliştirilmektedir.

Duyarlılık ve risk konularını birleştirmeyi hedefleyen yeni kavramlar arasında Duyarlılık Göstergesi (DG) (Sensitivity Indicator – SI) ve Faaliyeti Durdurma Değeri (FDD) (Switching Value – SV) dikkati çekmektedir. FDD'nin türkçe finans yazınında henüz bir karşılığı bulunmamaktadır. Ancak, bilişim ve teknik terimler sözlüklerinde Faaliyete Geçme Değeri veya Sıçrama Değeri gibi kavramlarla ifade edildiği görülmektedir. Bu çalışmada FDD, faaliyeti durdurma değeri olarak türkçeleştirilmiştir. Bu şekilde isimlendirmenin daha uygun olacağı düşünülmüştür; çünkü FDD, değişkenlerden örneğın birinin projedeki değerinden ne oranda değişmesiyle NBD'in sıfır olacağını açıklamaktadır. Bilindiği gibi eğer  $NBD = 0$  olursa projenin yapılması rasyonel olamayacak ve faaliyeti durdurmak gerekecektir.

Bir değişkenin FDD, projenin NBD'sini sıfır yapan değerdir. FDD, genelde değişkende NBD'yi sıfır yapan yüzdesel değişim şeklinde ifade edilir ve proje çıktılarını en çok etkileyen değişkenin tanımlanmasında kullanılır (Belli ve diğ., 1998: 111). FDD, DG'nin ters ifadesidir. DG bir katsayı olarak hesaplandığı halde FDD % olarak hesaplanmaktadır. FDD de NBD ve İGO'na göre iki farklı biçimde ifade edilmektedir. NBD ve İGO özelinde FDD için;

$$\begin{aligned} FDD_{İGO} \text{ ve } FDD_{NBD} &= İGO'nun \text{ ve } NBD'nin FDD'sini \\ İGO_P \text{ ve } NBD_P &= İGO'nun \text{ ve } NBD'nin projede hesaplanan değerini, \\ İGO_D \text{ ve } NBD_D &= İGO'nun \text{ ve } NBD'nin duyarlılık analizindeki değerini, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_P &= x \text{ değişkeninin projedeki tutarını (veya adedini),} \\ X_D &= x \text{ değişkeninin duyarlılık analizindeki tutar veya adedini,} \\ k &= \text{kaynak maliyetini ifade etmek üzere} \end{aligned}$$

$$FDD_{NBD} = \frac{(100 \times NBD_p)}{(NBD_p - NBD_D)} \times \frac{(X_p - X_D)}{X_p}$$

Şeklindedir ve İGO için FDD de aşağıdaki gibi ifade edilir;

$$FDD_{İGO} = \frac{(100 \times (İGO_p - k))}{(İGO_p - İGO_D)} \times \frac{(X_p - X_D)}{X_p}$$

Projenin değişkenlerinin duyarlılık analizine tabi tutulması ile projenin yapılabilirliğinin bu değişkenlerin öngörümlemelerinde meydana gelebilecek herhangi bir değişime ne kadar duyarlı olduğu anlaşılacaktır. Bunun için önce proje değişkenlerinin eşik değerlerinin hesaplanması gerekmektedir. **Eşik değer**, o değişken için projede ulaşılması gereken en üst /en alt sınırdır. Bu sınırın üzerinde / altında bir değer olduğu takdirde proje geçerliliğini kaybedecektir.

## Örnek Liman İşletmesi Yatırım Projesinin Değerlendirmesi ve Duyarlılık Analizi Sonuçları

### Finansal Değerlendirmeye Konu Olan Liman Yatırım Projesi

Çalışmaya konu liman projesi gerçek bir liman yatırım projesi ile idantik ögeler taşımaktadır. Coğrafi konumu itibariyle bölgesinin öncü limanlarından biri olma potansiyelini taşımaktadır. Stratejik önemi nedeniyle söz konusu limanın adı bu çalışmada açıklanmamıştır. Limanın demiryolu bağlantısı mevcuttur ve yapılacak özelleştirme yatırımları ile ana bir konteyner limanına dönüştürülmesi ve bölgenin gereksinimine cevap verecek potansiyele sahip bir yük transfer istasyonu haline getirilmesi amaçlanmıştır. Yatırım projesinin süresi 36 yıldır. Çalışmanın ana kısıtı, limana yapılacak olan yatırımların, 28328 sayılı ve 18.06.2012 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar gereğince sağlanacak teşviklerden yararlanmayacağını varsayılmasıdır. Tablo 2, projenin sabit yatırım tutarını, yıllara ve yatırım türüne göre göstermektedir.

**Tablo 2.** Türlerine Göre Proje Sabit Yatırım Tutarı, (\$)

Yatırım Türü	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Devralma Yatırımı</b>	195.250.000	0	0	0	0	0
<b>Altyapı Yatırımı</b>	10.810.000	61.180.000	24.500.000	0	0	0
<b>Ekipman Yatırımı</b>	8.152.500	7.500.000	48.730.000	0	0	18.720.000
<b>Yatırım Toplamı</b>	214.212.500	68.680.000	73.230.000	0	0	18.720.000

Projenin elleçleme öngörülerinin açıklaması ise şu şekildedir; Bütün yatırımlar limanı bölgenin ana konteyner terminali yapmaya yönelik olarak tasarlanmışsa da, limanda diğer yük tiplerine de hizmet verilecektir. Bu nedenle, projede elleçlenecek olan yüklerin öngörümlemelerinde bazı artışlara yer verilmiştir. Projeyi hazırlayanlarca, açık ve genel yük alanlarında limanın vereceği hizmetlerin ilk yıllarda yapılacak olan yatırımlar ile belirli bir noktaya kadar hızlı bir yükselişe gireceği, 2018 yılından sonra da düşüşe geçeceği öngörülmüştür. Bunun nedeni yatırımın, limanı bir konteyner terminaline dönüştürme amacını gütmesidir.

**Tablo 3: Proje İçin Sağlanacak Yabancı Kaynakların Geri Ödenim Tablosu, (Yatırım Harcaması) (\$)**

Ödeme Tablosu	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
İhale Bedeli Finansmanı İçin Toplam Ödeme	10.004.610	10.004.610	10.004.610	29.529.610	28.100.380	26.671.150	25.241.920	23.812.690	22.383.460	20.954.230	0	0
Altyapı Yatırım Finansmanı İçin Toplam Ödeme	478.234	3.184.838	5.953.618	14.423.171	17.216.203	16.328.160	15.440.116	13.038.673	3.681.076	0	0	0
Ekipman Yatırımı Finansmanı İçin Toplam Ödeme	275.065	528.115	3.313.616	4.571.102	11.275.027	11.459.534	11.012.428	10.732.273	10.277.120	2.999.768	2.873.445	2.747.123
Ödemeler Toplamı	10.757.910	13.717.563	19.271.843	48.523.883	56.591.610	54.458.844	51.694.465	47.583.636	36.341.656	23.953.998	2.873.445	2.747.123

**Tablo 4: Projenin Yıllık Nakit Girişleri**

Yıllar	Gelirler + Fon Çıkışı Gerektirmeyen Giderler	Giderler, Finansman Giderleri Ve Kurumlar Vergisi	Nakit Girişleri
2012	18.303.055	22.410.185	-4.107.130
2013	41.027.743	36.064.150	4.963.593
2014	64.546.271	50.462.289	14.083.983
2015	105.043.320	57.979.969	47.063.351
2016	114.465.964	63.611.854	50.854.110
2017	123.514.243	69.992.497	53.521.747
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
2044	163.568.401	69.110.715	94.457.686
2045	163.568.401	69.228.131	94.340.270
2046	163.568.401	69.348.483	94.219.918

Tablo 3'teki ödemeler toplamı satırına uygulanacak olan İGO yöntemi bize %8,46'lık bir oran vermektedir ki bu oran projenin kaynak maliyetidir. Bu oran projenin nakit girişlerine dayanılarak hesaplanacak olan İGO ile kıyaslanacak ve projenin yapılabirliği ile ilgili olarak bir yorum yapılabilecektir.

### Projenin İGO'sunun hesaplanması

Projenin İGO'sunun hesaplanması için öncelikle projenin nakit akımının oluşturulması gerekmektedir. Projenin yatırım harcamaları ile nakit girişleri arasındaki fark alınarak oluşturulan nakit akım serisi incelendiğinde nakit akımlarının 2012-2014 dönemi dışında (+) işaret taşıdığı izlenmektedir. Böylece projenin İGO'su % 15,81 olarak hesaplanmıştır. Bu oran projenin kaynak maliyetinden yüksek olduğu için örnek liman işletmesi projesinin yapılabir nitelikte olduğu ifade edilebilecektir.

### Projenin Net Bugünkü Değerinin Hesaplanması

Projenin NBD'sinin hesaplanması için öncelikle nakit akımlarının bugünkü değerleri toplamının (NABD) hesaplanması gerekmektedir. Projenin kaynak maliyet değeri olan % 8,46 üzerinden NABD'leri toplamı, projenin NBD'sini verecektir. Buna göre projenin NBD'si pozitif işaretli ve 379.136.569 \$ olarak hesaplanmaktadır. Bu da örnek liman işletmesi projesinin yapılabir nitelikte olduğunu gösterir.

### Liman Yatırım Projesi İçin Duyarlılık Analizi

Projenin değişkenlerinin duyarlılık analizine tabi tutulması ile projenin yapılabirliğinin bu değişkenlerin öngörümlemelerinde meydana gelebilecek herhangi bir değişime ne kadar duyarlı olduğu anlaşılacaktır. Bunun için önce proje değişkenlerinin eşik değerlerinin hesaplanması gerekmektedir.

**Tablo 5:** Projenin Eşik Değerleri ve Duyarlılık Analizi Sonuçları

Proje Değişkenleri	Proje Değeri	Eşik Değer	Eşik Değere Göre Mutlak Değişim	Proje Değerine Göre Değişim Oranı	Duyarlılık Sırası
Yatırım Harcamalarının BD (\$)	352.250.433	731.387.002	379.136.569	% 107,63	4
Sermaye Maliyeti	% 8,46	% 15,81	% 7,35	% 86,83	3
Proje Gelir ve Fon Çıkışı Gerektirmeyen Giderlerin BD (\$)	1.453.130.888	1.073.994.319	-379.136.569	% -26,09	1
Proje Gider, Faiz ve Vergi Ödemelerinin BD'i (\$)	721.743.886	1.100.880.454	379.136.569	% 52,53	2

Elde edilen bulguların ışığında değerlendirilen projenin özellikle proje gelir ve fon çıkışı gerektirmeyen giderlerin BD'ine duyarlı olduğu söylenebilecektir. Çünkü tablodan da izlenebileceği gibi bu değişkenlerdeki % 26'lık bir azalış, projeyi yapılamaz noktasına sürükleyebilecektir.

## Proje Temel Değişkenlerindeki Değişimlerin NBD, İGO Üzerindeki Olası Etkileri ve Projenin Duyarlılık Göstergesi ile Faaliyeti Durdurma Değerinin Ölçümü

Tablo 6. Genişletilmiş Duyarlılık Analizi Sonuçları ve Temel Değişkenlerdeki Değişimlerin NBD, İGO'ya Etkileri

Proje Değişkenleri	Değişim Oranı	NBD (\$)	İGO	% 1 Artışın NBD Etkisi (\$)	Proje Değerine Göre NBD Değişimi	DG	FDD	Duyarlılık Sıralaması
Depolama Gelirleri Değişimi	% -10	374.511.527	% 15,72	462.504	% -1,22	0,12	% 819,75	5
	% -5	376.824.048	% 15,77		% -0,61			
	% 0	379.136.569	% 15,81		% 0,00			
	% 5	381.449.089	% 15,86		% 0,61			
	% 10	383.761.610	% 15,91		% 1,22			
Personel Giderleri Değişimi	% -10	382.937.615	% 15,89	-380.105	% 1,00	0,10	% 997,45	7
	% -5	381.037.092	% 15,85		% 0,50			
	% 0	379.136.569	% 15,81		% 0,00			
	% 5	377.236.045	% 15,78		% -0,50			
	% 10	375.335.522	% 15,74		% -1,00			
Makine Yakıt Giderleri Değişimi	% -10	383.923.838	% 15,90	-478.727	% 1,26	0,13	% 791,97	4
	% -5	381.530.203	% 15,85		% 0,63			
	% 0	379.136.569	% 15,81		% 0,00			
	% 5	376.742.934	% 15,77		% -0,63			
	% 10	374.349.299	% 15,73		% -1,26			
Taşeron Faaliyet Giderleri Değişimi	% -10	382.997.301	% 15,89	-386.073	% 1,02	0,10	% 982,03	6
	% -5	381.066.935	% 15,85		% 0,51			
	% 0	379.136.569	% 15,81		% 0,00			
	% 5	377.206.202	% 15,78		% -0,51			
	% 10	375.275.836	% 15,74		% -1,02			

Proje Değişkenleri	Değişim Oranı	NBD (\$)	İGO	% 1 Artışın NBD Etkisi (\$)	Proje Değerine Göre NBD Değişimi	DG	FDD	Duyarlılık Sıralaması
Yatırım Harcaması Değişimi	% -10	414.361.612	% 17,12	-3.522.504	% 9,29	0,93	% 107,63	3
	% -5	396.749.090	% 16,44		% 4,65			
	% 0	379.136.569	% 15,81		% 0,00			
	% 5	361.524.047	% 15,23		% -4,65			
	% 10	343.911.525	% 14,69		% -9,29			
Fiyat Değişimi	% -10	318.706.552	% 14,71	6.043.002	% -15,94	1,59	% 62,74	1
	% -5	348.921.560	% 15,26		% -7,97			
	% 0	379.136.569	% 15,81		% 0,00			
	% 5	409.351.577	% 16,36		% 7,97			
	% 10	439.566.585	% 16,90		% 15,94			
Hacim Değişimi	% -10	318.706.552	% 14,71	6.043.002	% -15,94	1,59	% 62,74	1
	% -5	348.921.560	% 15,26		% -7,97			
	% 0	379.136.569	% 15,81		% 0,00			
	% 5	409.351.577	% 16,36		% 7,97			
	% 10	439.566.585	% 16,90		% 15,94			
Terminal Gelirleri Değişimi	% -10	334.924.973	% 15,03	4.421.160	% -11,66	1,17	% 85,76	2
	% -5	357.030.771	% 15,43		% -5,83			
	% 0	379.136.569	% 15,81		% 0,00			
	% 5	401.242.366	% 16,20		% 5,83			
	% 10	423.348.164	% 16,58		% 11,66			

Projenin temel değişkenleri olan yatırım harcamaları, fiyatlar, hacim, terminal ve depolama gelirleri, personel giderleri, makine yakıt giderleri ve taşeron faaliyet giderleri üzerindeki değişimlerin projenin NBD'nde, İGO'nda ve İGÖS'nde meydana getirdiği değişiklikler analiz edilmiştir. Buna göre her bir değişken için temel senaryoya göre oluşan proje değerinin % 5



ve % 10 artıp azaldığı varsayımı altında, projenin NBD, İGO ve İGÖS'ü tekrar hesaplanmış, temel senaryoya göre NBD değişimi ve DG verilmiştir. Tablo 6, temel değişkenlerdeki değişimlerin etkilerini göstermektedir.

## SONUÇ

Limancılık, özellikle konteyner limancılığı özelinde hızlı bir gelişim içerisinde. Gerek Türkiye'de gerekse Dünya'da liman hizmetlerine olan talep hızla artmaktadır. Bunun yanında özelleştirme faaliyetleri giderek hız kazanmakta ve özelleştirilen limanlar için yatırım zorunlulukları koyulmaktadır. Artan bu talebin karşılanması ve özelleştirmeden ileri gelen yatırım zorunluluklarının yerine getirilmesi için liman işletmeleri yatırımlar planlamakta, bu da komple yeni liman yatırımlardan, yenileme yatırımlarına kadar bir çok yatırım türünde artışlar meydana getirmektedir.

Bu çalışmanın uygulama kısmına konu olan liman projesi, ÖİB tarafından ihale edilmiş bir limana aittir ve projesi bu alanda deneyimli bir danışmanlık şirketince hazırlanmıştır. Proje var olan limanın yenilenmesini amaçlamaktadır; ancak bu yenilemenin niteliğine bakıldığında, projenin komple yeni yatırım özelliği taşıdığı söylenebilir. Çünkü, yapılacak yatırımlar limanı farklı bir yük tipi olan konteynere hizmet etmeye yönlendirmekte, bunun yanında ekipman ve altyapının da tümüyle değişimini öngörmektedir. Bu amaçlarla, örnek liman işletmesi yatırım projesinde farklı yıllarda üç değişik alanda yatırımlar öngörülmektedir. Bunlar, ihale bedeli, altyapı ve ekipman yatırımları olarak sınıflandırılmıştır.

Projenin incelenmesinden hazırlayıcıların geçerliliği tartışmalı bir amortisman hesaplaması yaptıkları da görülmüştür. İhale bedeli yatırımıyla bir liman tüm aktifleriyle devir alınmakta; diğer bir ifadeyle bu yatırım yeni makine ve teçhizat alımı olmayıp yalnızca limanın ÖİB'ce takdir edilen devir bedelinin ödenmesi anlamındadır. Öte yandan limanın devam eden faaliyeti dikkate alındığında hangi bedelle alınmış olursa olsun, amortismanın mevcut limanın maddi ve maddi olmayan duran varlıkları üzerinden hesaplanması gerekeceği de açıktır. Belirtilen nedenle, proje hazırlayıcılarının bu varsayımı belki de projenin nakit girişlerinin yüksek hesaplanmasına yol açabilecek niteliktedir.

Çalışmada geliştirilen duyarlılık analizlerinden amaç, bir yandan proje değişkenlerinde meydana gelebilecek olası değişimlerin yapılabirlik üzerindeki etkilerini ölçmek ve diğer yandan da projenin risk düzeyini araştırmak olmuştur. İlk duyarlılık analizinde yatırım harcamaları, kaynak maliyeti, proje gelir ve fon çıkışı gerektirmeyen giderleri, proje gider, faiz ve vergi ödemeleri değişimine göre projenin yapılabirliği incelenmiştir. Bu amaçla NBD'yi sifıra eşitleyen ve bu nedenle projenin yapımının durdurulmasına yol açabilecek değer olarak tanımlanan eşik değerler, her bir değişken için ayrı ayrı hesaplanmış ve hangi değerlere ulaşıldığında projenin yapılamaz duruma geleceği açıklanmıştır. İkinci duyarlılık analizi, genişletilmiş bir özellik taşımaktadır. Burada yatırım harcamaları, proje fiyat ve hacim öngörülmesi, terminal ve depolama gelirleri ile personel, makine yakıt ve taşeron faaliyet giderleri etkileyici değişkenler olarak seçilmiş ve bu değişkenlerde +/- % 10 aralığında meydana gelecek değişimlerin, projenin NBD ve İGO üzerindeki etkileri sorgulanmıştır. Değerlendirilmesi yapılan liman projesinin ekonomik ömrü uzundur. Ekonomik ömürleri yüksek projelerde risk analizlerinin yapılması önemlidir. Sonuçlar projenin yatırım harcamalarından çok, fiyat - hacim ile terminal gelirleri değişkenlerine daha duyarlı olduğunu ortaya koymaktadır. Genişletilmiş duyarlılık analizinde DG ve FDD sonuçları da projenin riskten uzak görüldüğünü vurgulamaktadır. Proje değerlendirme, yatırımlarda rasyonel

kararların alınması ve böylelikle ekonomide kaynak israfının engellenmesiyle ilgili bir bilim dalıdır. Yatırım projelerinin hazırlanması ve değerlendirilmesi, birbirlerinin ayrılmaz parçasıdır. Bir proje ne kadar gerçekçi varsayımlarla hazırlanırsa, o projenin başarısı da o kadar yüksek olacaktır. Ancak gerçekçi hazırlanmış ve değerlendirme sonuçları olumlu bulunmuş olsa da, her proje belirli düzeyde risk içermektedir. Riskleri dikkate almayan geleneksel değerlendirme yöntemleri, günümüz koşullarında yetersiz kalmaktadır. Bu yetersizliğin giderilmesi amacıyla yatırım projelerinde duyarlılık analizleri kullanılmalıdır.

Bugüne kadar ülkemizde yayınlanan çalışmalar arasında ve hazırlanan özel sektör projelerinde gerçek bir projeye dayalı duyarlılık analizlerine rastlanmamıştır. Oysa son yıllarda başta Dünya Bankası olmak üzere uluslararası kuruluşlarca desteklenen projelerde sıklıkla duyarlılık ve risk analizlerine yer verildiği bilinmektedir. Bu çalışma için geliştirilen duyarlılık analizleri gerçek bir projeye dayanmakta olup, her türlü eksiklik ve yetersizliklerine karşın ülkemizde bu alandaki ilk çabalar olarak değerlendirilebilir. duyarlılık analizi ve anahtar değişkenler için hesaplanan DG ve FDD gibi değerler de projenin daha dinamik bir yapıda değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu değerler, proje değişkenleri üzerinde oluşabilecek bir değişimin, yapılabirliğe olan etkisini ölçümlemekte ve karar vericilere daha gerçekçi veriler sunmaktadır.

Proje elleçleme öngörülere, proje fiyatlama öngörülere, projenin gelir kalemlerinin öngörümlemesi, proje satılan malın maliyeti tablosunun öngörümlemesi, proje gelir tablosunun hazırlanması, proje finansman ve ödenim tablolarının hazırlanması, altyapı ve üstyapı için sağlanacak finansmanın ödeneği gibi tabloların nasıl hazırlandıklarına dair detaylar ve incelikler sayfa kısıtından dolayı bildiri metni içine eklenmeyip ayrı bir makale konusu olarak değerlendirilebilecektir.

## Kaynaklar

- Akgüç, Ö. (2009). *Finansal Yönetim*. Ankara: Avcıol Basım Yayın
- Belli, P., Anderson, J., Barnum, H. (1998). *Handbook on Economic Analysis of Investment Operations*. London: Operational Core Services Network Learning and Leadership Center.
- Bichou K. ve Gray R. (2004). “A Logistics And Supply Chain Management Approach To Port Performance Measurement”. *Maritime Policy & Management*. 31 (1), 47–67.
- Kaytanlıoğlu, B. (2001). *Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler ve Duyarlılık Analizinin Kullanımına İlişkin Örnek Bir Uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Antalya: Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Okka, O. (2000). *Mühendislik Ekonomisi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Okka, O. (2011). *Mühendislik Ekonomisi Prensipler ve Uygulamalar*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Powell, P. (1996). “Current Requirements-Ship Finance”. *Schiff und Hafen*. 8 (1), 23-24.
- Talley, W. (2009). *Port Economics*. ABD: Routledge.
- Tatar, T. (1993). *Yatırım Seçimi ve Değerlendirme Teknikleri*. Ankara: Gazi Üniversitesi Yayınları.
- TSPAKB. (2002). *Finansal Yönetim*. İstanbul: TSPAKB Yayınları
- www.resmigazete.gov.tr, Erişim Tarihi: 14.02.2015

# Ülkemizde Düzensüzlük Ölçümleri ve Bazı Verilerin Değerlendirilmesi

Ufuk KIRBAŞ<sup>1</sup>, Mustafa KARASAHİN<sup>2</sup>, Birol DEMİR<sup>3</sup>, Nazan ÜNAL<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 55139, Atakum/SAMSUN, Tel: (362) 312 19 19 / 1056  
E-Posta: ufukkirbas@gmail.com

<sup>2</sup> İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 34320, Avcılar/İSTANBUL, Tel: (212) 473 70 70 / 17936  
E-Posta: mkarasahin@istanbul.edu.tr

<sup>3</sup>Karayolları Genel Müdürlüğü, Ar-Ge Dairesi Başkanlığı, Vecdi Diker Eğitim ve Araştırma Merkezi C2 Blok, 06790 Etimesgut / ANKARA, Tel: (312) 415 80 80  
E-Posta: 07DB-Aras-Gel-D-B-Baskanlik@kgm.gov.tr

## Öz

Ülkemizde, 2013 yılında ülke genelinde günümüz fiyatlarıyla yaklaşık 8 milyar 800 milyon TL, yalnızca şehirlerarası yollarda ise 5 milyar 200 milyon TL asfalt yatırımının yapıldığı bilinmektedir. Rakamlardan da anlaşılacağı üzere, ülkemiz asfalt yatırımının önemli miktarı şehirlerarası yollarda yapılmaktadır. Bahsi geçen bu yollarda üstyapıları yöneten bir bakım&onarım sisteminin bulunması kaçınılmazdır. Üstyapı yönetimi, en geniş anlamda planlama, programlama, tasarım, yapım, bakım, onarım ve yenileme işlemlerinin tamamını içeren çalışma programının genel adıdır. Bir üstyapı yönetim sistemi (ÜYS) verilen bir periyot süresinde karar vericiler için en uygun bakım ve onarım takviminin belirlenmesinde kullanılacak araçların ve yöntemlerin ayarlanmasını sağlar. Üstyapı yönetim sistemi kurulmasında birinci adım üstyapıların mevcut performansının belirlenmesidir. Gerçek anlamda bir ÜYS'den faydalanabilmek için, sistemin bir yol ağının geleceği ile ilgili doğru ve güvenilir tahminlerde bulunması gerekmektedir. Bu şekilde karar vericilere yatırımların doğru ve yerinde yapılması konusunda destekleyici çıktılar elde edilebilir. Bu maksatla, periyodik olarak ölçülen üstyapı mevcut performansları birlikte değerlendirilerek 'Üstyapı Bozulma Tahmin Modelleri' geliştirilmektedir. Söz konusu tahmin modellerinin düzgün ölçülmüş gerçek verilerle ve hassas bir şekilde yapılması, yol ağının geleceği ile ilgili doğru tahminlerin yapılmasına ve yatırımın anlamlı bir şekilde yönlendirilmesine olanak sağlayacağı açık bir gerçektir. Araştırmacılar genel olarak çalışmalarında en az 5 yıllık ölçümlerin değerlendirilmesi ile sağlıklı çalışan bir modelin oluşturulabileceğini vurgulamaktadırlar.

Çalışmada, ülkemizde yapılan düzensüzlük ölçümleri ve kabul sınırları açıklanmış ve bazı örnekler verilmiştir. Ayrıca, bazı yollara ait düzensüzlüğü tanımladığı kabul edilen tekerrür halinde toplanmış 'Uluslar Arası Düzensüzlük İndeksi - IRI' verileri değerlendirilmiştir. Toplanan bu verilerle değişimi gösteren bir matematiksel ifadeler oluşturulmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** Karayolu Üst Yapısı, Üstyapı Yönetim Sistemi, Düzensüzlük, IRI, Bozulma Modeli

## Giriş

Ulaşım, insan yaşamının zorunlu ihtiyaçları arasında yer almaktadır ve artık modern ulaşım sistemleri olmaksızın yaşamın sürdürülebilmesi düşünülemez durumdadır. Otomotiv teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak, ortaya çıkan karayolu ihtiyacını karşılamak amacıyla inşa edilen üstyapıların artması, daha fazla kaynağın üstyapı bakım ve yenileme işlerine aktarılmasını zorunlu kılmıştır. Bakım ve onarım işlemleriyle beraber uygun tasarım ve doğru yapım tekniklerinin yanı sıra tutarlı bir işletimin, yol üstyapısının mevcut durumunda bir iyileşme ve üstyapının ekonomik ömrü sonunda kabul edilebilir bir servis düzeyi sağladığı da bilimsel bir gerçektir.

Ülkemizde şehiriçi ve şehirlerarası yollarda en temel ulaşım ağı olarak karayolu ağları kullanılmaktadır. Karayolu ağlarında güvenlik ve konforu sağlayan en önemli unsur karayolu üstyapısı olarak görülmektedir. Ülkemizdeki gelişmelere paralel olarak ortaya çıkan karayolu ihtiyacının artması ve yollardaki üstyapıların zamanla bozulmaya başlaması, daha fazla kaynağın üstyapı bakım ve onarım işlerine aktarılmasını zorunlu kılmıştır.

Üstyapı, ulaştırma şebekesinin ucuz olmayan bir parçasıdır. Amerika'da yalnızca şehirlerarası yollardaki üstyapı yatırımına harcanan para 30 milyar dolardır. Ayrıca bu üstyapıların bakımı ve geliştirilmesine yılda 1 milyar dolardan fazla para harcanılmaktadır.

Ülkemiz genelinde bu yatırım 2013 yılı itibariyle yaklaşık olarak 8 milyar 800 milyon TL olarak belirlenmiştir. Benzer bir değerlendirme yalnızca şehirlerarası yollar için yapıldığında yine 2013 yılı itibari ile 5 milyar 200 milyon TL olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu rakam 2013 yılı verileri ile 24.4 milyon ton bitümlü sıcak karşım (BSK) olarak karşımıza çıkmaktadır ki bu rakam ülkemizde yapılan toplam BSK'nın yaklaşık %52'sine karşılık gelmektedir. Rakamlar üstyapı yatırımlarının her ölçekteki karayolu ağlarında koordineli, planlı ve programlı bir şekilde yapılması gerektiğini açıklıkla göstermektedir (Asmüd, 2014).

Yukarıda atfedilen rakamlardan da anlaşılacağı üzere üstyapıların düzenli bir şekilde yönetilmesi, kullanıcılara konforlu ve güvenli bir seyahat sunmanın yanında temelde topluma ait bütçenin en iyi şekilde değerlendirilmesini de sağlayacaktır.

## Üstyapı Yönetim Sistemi Kavramı

Üstyapı Yönetim Sistemi (ÜYS), sistem genelindeki tüm işlemlerin koordineli bir şekilde ayarlanarak, temelde topluma ait olan bütçenin en uygun harcamalarla düzgün, güvenli ve ekonomik olarak üstyapıların işletimini sağlamayı amaçlayan çalışmaların tamamına verilen isimdir (Haas ve diğ., 1994).

İyi bir üstyapı yönetimi sistematik yaklaşımlı ve organize edilmiş bir şekilde düşünmeyi gerektirmesinin yanında işlerin günü gününe yapılmasını da sağlayan bir sistemin bütünüdür. Üstyapı yönetimi en geniş anlamda planlama, programlama, tasarım, yapım, bakım, onarım ve yenileme işlemlerinin tamamını içeren çalışma programıdır (Kırbaş, 2007).

Bir ÜYS'de bulunması gereken özellikler şu şekilde sıralanabilir;

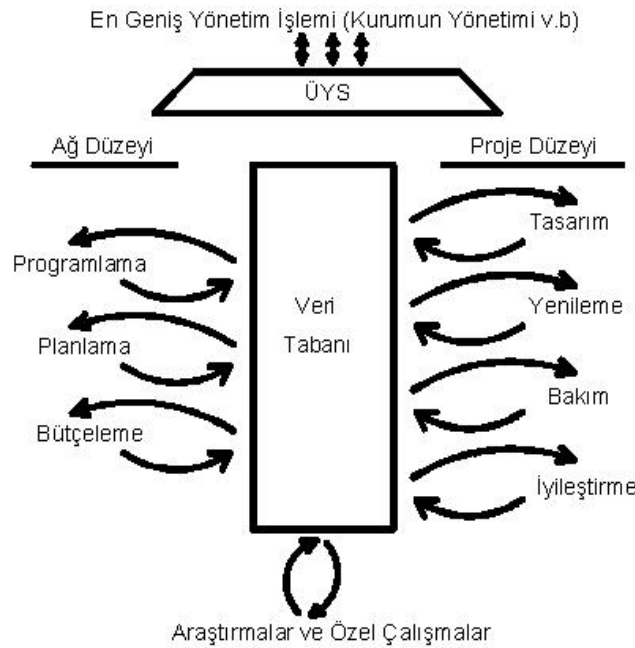
- Yeni bilgi ve daha iyi modeller elde edildiğinde kolaylıkla sistem güncellenebilmeli ve düzenlenebilmelidir,
- Alternatif stratejilerin tamamı hesaba katılabilmelidir,

- Optimum alternatifler veya stratejiler tanımlanabilmelidir,
- Tanımlanan özellikler, kriterler veya kısıtlar ile birlikte temel kararlar gerçekçi yaklaşımlara dayandırılabilir,
- Kararların karşılaştırılması sonucunda elde edilen yorumlar bilgi olarak kullanılabilir (Haas ve diğ., 1994).

Bir ÜYS'nin kapsamı ÜYS yönetimi ile ilgilenen kurumun sistemden beklentilerine bağlıdır. Ağ ve Proje olmak üzere iki düzeyde şehir içi yollar, otoyollar ve hava meydanları gibi birçok alanda kurulabilecek bir yönetim sisteminin üstyapıların yönetiminde oldukça faydalar sağlayacağı çok açıktır. Bu bağlamda;

1. Ağ düzeyinde; yenileme, bakım veya onarım planları en düşük toplam maliyet veya en yüksek fayda göz önüne alınarak analiz periyotları geliştirilmekte,
2. Proje düzeyinde; bir kesim veya tüm ağ için yenileme, bakım veya onarım işlemlerinde, verilen alternatif tasarımlar arasından istenen fayda veya servis düzeyinde analiz periyotları için en düşük maliyetli çıktılar belirlenebilmektedir (Kırbaş, 2007).

Bir ÜYS'nin temel bileşenleri ve aralarındaki ilişki Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1 Bir ÜYS'nin temel bileşenleri ve aralarındaki ilişki (Haas ve diğ., 1994).

Literatür taraması yapılması sırasında özellikle örnek sayılabilecek, çalışmakta olan ÜYS'lerin açıklandığı kaynaklar üzerinde durulmuştur. Bu bağlamda, yapılan literatür çalışmasında Yeni Zelanda, Tayland, Belçika, Portekiz, Çin, Yunanistan ve İngiltere'deki ulusal yol ağına ait yollarda ÜYS çalışmalarını anlatan kaynakların olduğu gözlemlenmiştir. Ulusal yol ağına ait çalışmalarda, üstyapının mevcut durumunu belirlemede genellikle ağdaki yol uzunluklarının fazla olmasıyla da alakalı olarak cihazlarla yapılan ölçümlerin kullanıldığı saptanmıştır. Üstyapının mevcut durumunu belirlemede çoğunlukla Uluslararası Düzgünsüzlük İndeksinin (International Roughness Index, IRI) kullanıldığı çalışmalarda görülmektedir. Dünya Bankası tarafından geliştirilen ve ASTM E 950 koduyla yayınlanan

standart çerçevesinde değerlendirilen IRI'nin üstyapı tasarımında kullanılan üstyapı tasarımında kullanılan Hizmet Düzeyi (Present Serviceability Index, PSI) ile doğrudan ilişkili olduğu çalışmalarda açıklıkla ifade edilmektedir. Çalışmalarda, üstyapıların mevcut durumunu değerlendirmede ve proje düzeyi değerlendirmede ikinci parametre olarak Defleksiyon verilerinin (Falling Weight Deflection, FWD) tercih edildiği anlaşılmaktadır. Ağırlıklı olarak çalışmalar arasında, farklı matematik teknikleriyle bozulma modellerinin oluşturulduğu, yol üstyapı bozulma verileri ile düzgünsüzlük tahmini yapabilen modellerin kalibre edildiği ve karar destek sistemlerinin açıklandığı gözlemlenmiştir. Özellikle çalışmalardan, ulusal ağda çalışan yönetim sistemlerinde verilerin toplanmasında ve işlenmesinde kullanılan araç olarak Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) tercih edildiği görülmektedir (Abat-Bangasan, 2006) (Changpeepien ve Ammapala, 2008) (Veverka ve diğ., 1990) (Ferrerira ve diğ., 2008) (Pan ve diğ., 1999) (Golabi ve Pereira, 2003) .

ÜYS kavramında, araştırmacıların özellikle yoğunlaştığı bir başka konu olarak veriler arasında ilişkilerin araştırılarak modellerin kurulması olduğu çalışmalardan görülmektedir. Genel olarak yayınlar, araştırmacıların muhtelif yüzey değerlendirme verileri ile düzgünsüzlük arasındaki ilişkiler ile üstyapıların gelecek tahminini (bozulma modelleri) yapabilen modeller üzerinde yoğunlaştığını göstermektedir. Araştırmacıların ilişkileri ortaya koyan bu modelleri yapay sinir ağları, bulanık mantık, genetik algoritmalar, veri madenciliği, karınca kolonileri gibi ileri seviye matematik modelleme tekniklerini kullanarak oluşturduğu açıklıkla görülmektedir. Söz konusu bu çalışma konusunda, yüzey bozulma verileri ile IRI arasındaki ilişkileri ortaya koyan modellerin en çok ilgilenilen konu olduğu açıklıkla görülmektedir (Choi ve diğ.,2004) (Lin ve diğ., 2003) (Roberts ve Okkine, 1998) (Sundin ve Ledoux, 2001) (Terzi, 2006) (Yu, 2005).

Araştırmacılar, Haas (R.), Hudson (W. R.) ve Zaniewski (J.)'nin 1994 yılında yayınladıkları, ÜYS konusunda hatırlı bir kaynak olan 'Modern Pavement Management' isimli çalışmalarında, "ÜYS, hazırlanan optimum stratejilerin ilişkili ve eşgüdümlü biçimde çeşitli özellikler, ölçütler ve kısıtlar göz önüne alınarak karar vericiler tarafından dinamik bir şekilde değerlendirilmesi, teknik kısıtların belirlenmesi ve işleme konulması adımlarının tamamına denir" olarak açıklanmaktadır. Yukarıda atfedilen araştırmacıların da açıkça vurguladığı gibi üstyapı yenileme, bakım ve onarım kararlarının alınmasında en iyi kararı verebilmek için ilgili yol kesimlerinin gelecek performanslarının en doğru şekilde bilinmesi gerektiği yadsınamaz bir gerçektir. Bu bakış açısıyla, en iyi üstyapı mühendisliğinin üstyapının gelecek performansını en doğru tahmin etmekten geçtiğini açıkça göstermektedir.

Tüm bu bilgiler ışığında, iyi bir ÜYS kurulmasında tüm çalışmaların omurgasını tahmin yeteneği yüksek bir üstyapı bozulma tahmin modelinin oluşturduğu açıkça söylenebilmektedir. Ancak doğru tahminler yapabilen bir üstyapı bozulma tahmin modeli yardımıyla farklı stratejiler değerlendirilerek, karar vericilere uygun altlıklar oluşturulabilecektir.

## **Düzensüzlük Ölçümü**

### **Uluslararası Düzensüzlük İndeksi (IRI) ve Ölçüm Kriterleri**

Uluslararası Düzensüzlük İndeksi (International Roughness Index – IRI) ilk defa 1982 yılında Brezilya' da yapılan Uluslararası Yol Düzensüzlük Deneyinde tanımlanmıştır. IRI araç üzerine monte edilmiş yol ölçer vasıtasıyla yapılan, düşey doğrultudaki ivme ve uzaklık ölçülerinin elektronik olarak filtrelenmesi sonucu elde edilen standart düzensüzlüğün bir ölçütü olarak kabul edilmektedir. IRI, ASTM E950-98 standardı kurallarına göre ölçülen

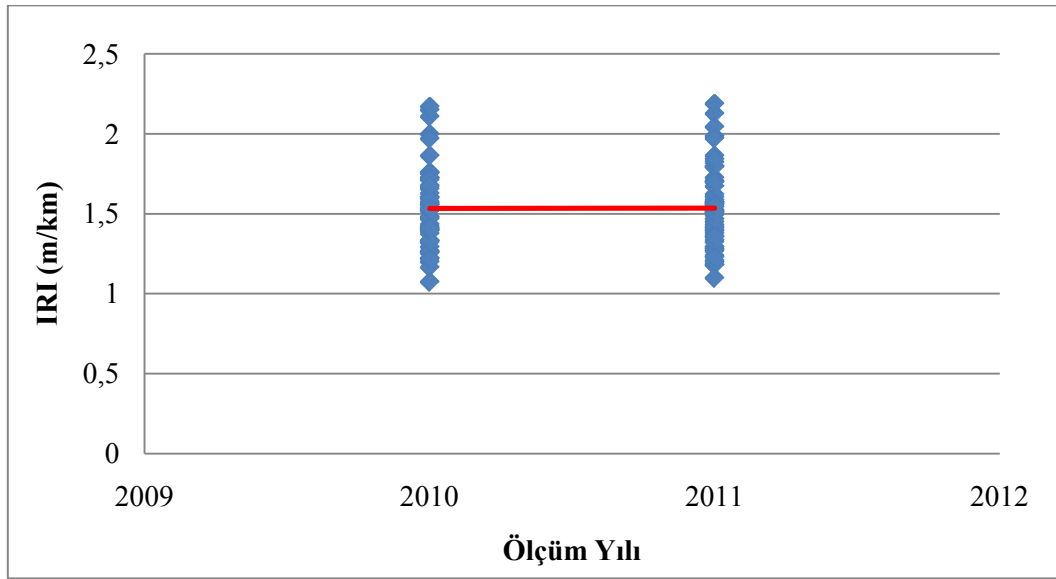
profilin matematiksel bir modelidir. Bu model Çeyrek – Araç Sistemi (Quarter Car System – QCS)’ ni simüle ettiği kabul edilmektedir (Shahin, 2002).

## Ülkemizdeki ÜYS Çalışmaları

Ülkemizde, ÜYS çalışmaları, Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı tarafından yürütülmektedir. KGM sorumluluğunda olan Bitümlü Sıcak Karışım (BSK) kaplamalı yolların düzgünlük ölçümleri, Karayolları Genel Müdürlüğü ve Bölge Müdürlüklerinde bulunan Profilometre ölçüm araçları ile yapılmaktadır.

## IRI Değerlerinin Değişimi

Bu çalışmada, tekerrür olarak ölçülen, diğer bir deyişle aynı yol kesiminin farklı zamanlarda ölçümü ile elde edilen IRI verilerine göre üstyapı bozulma miktarları diğer bir deyişle yıllara göre IRI değişimleri değerlendirilmiştir. Bu anlamda, KGM 10. Bölge Müdürlüğü yol ağında bulunan 010-21 kontrol kesim numaralı Giresun – Trabzon arası 2x2 bölünmüş yaklaşık 114 km yol ağında 2010 ve 2011 yıllarına ait IRI verileri 1 km’lik kesimlere ayrılarak değişim oranları incelenmiştir. Bu anlamda, değerlendirilen verilere göre IRI miktarında yılda % 0.1274 oranında bir artış olduğu saptanmıştır.



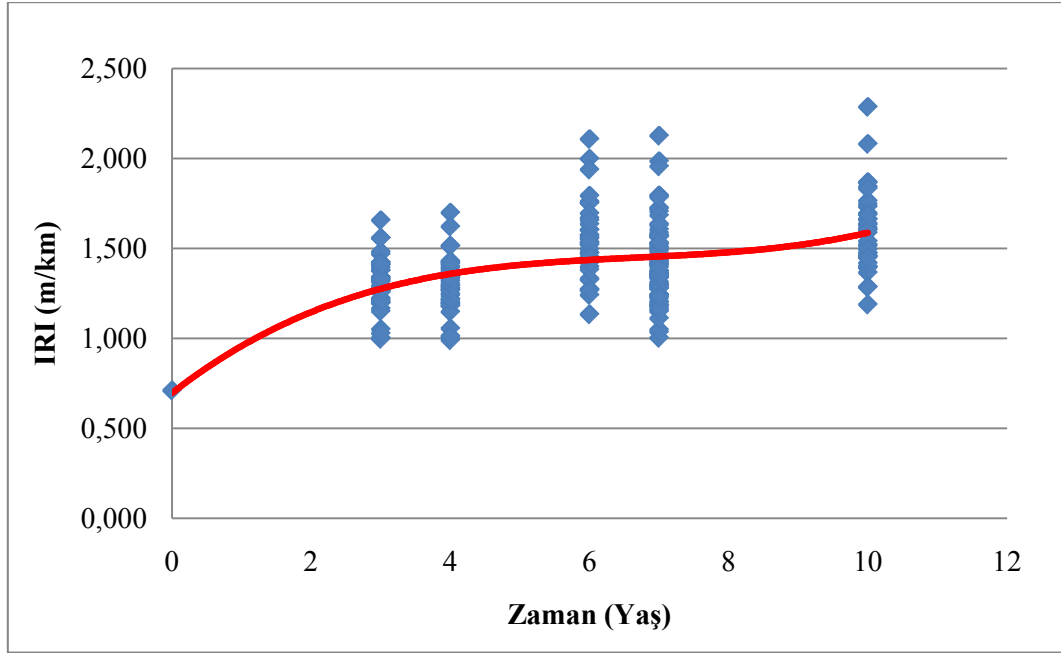
Şekil 2 IRI ölçümlerinin zaman içerisinde değişimi.

IRI değerlerinin değişimi Şekil 2’de görülmektedir. IRI değerlerindeki bu değişimlerden faydalanarak aşağıda verilen yıllara ait IRI tahmini yapabilecek matematiksel ifade oluşturulmuştur.

$$IRI_{\text{tahmin}} = IRI_{\text{ölçüm}} * (1 + 0.1274)^{\text{Yıl}}$$

Söz konusu çalışma geliştirilerek KGM 10. bölge yol ağında bulunan 010-21 kontrol kesim numaralı Giresun – Trabzon arası 2x2 bölünmüş yaklaşık 38 km’lik bir yolda 2010, 2011 ve 2014 yıllarına ait tekerrür IRI verileri 1 km’lik kesimlere ayrılarak değişim oranları incelenmiştir. Yapılan incelemede, verilerin değişimi incelenmiş, değişimi betimleyen matematiksel ifade oluşturulmuştur.

Söz konusu matematiksel ifade istatistik olarak değerlendirildiğinde bir adet bağımlı (IRI değerleri) bir adet bağımsız (Kesimlerin üstyapılarının yaşı) değişken arasında regresyon değeri  $R^2 = 0.216$  olarak hesaplanmıştır. Bahsedilen matematiksel ifadenin grafik gösterimi Şekil 3 de verilmiştir.

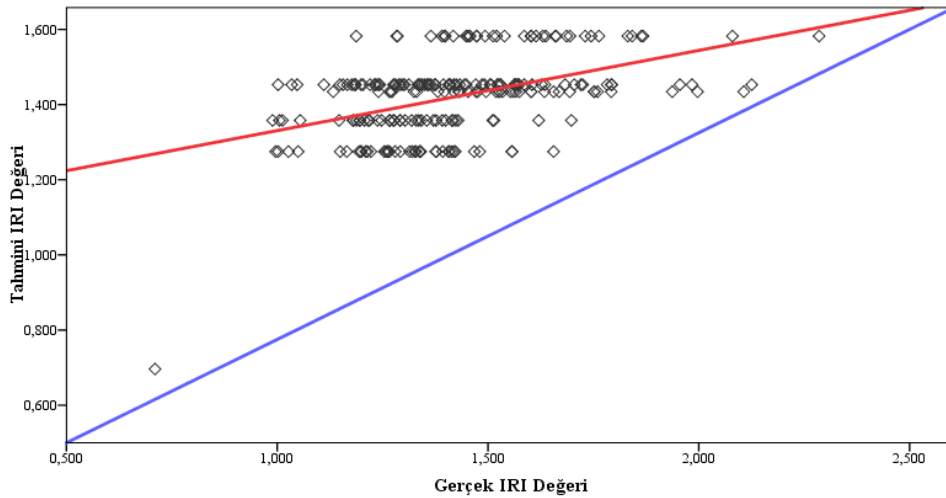


Şekil 3 Periyodik olarak ölçülen IRI verilerinin değişimi.

Tüm bu bilgiler ışığında oluşturulan IRI tahmini için kullanılacak matematiksel ifade aşağıda verilmektedir.

$$IRI = 0.0021*(Yaş)^3 - 0.0422*(Yaş)^2 + 0.3006*(Yaş) + 0.6963$$

Söz konusu matematiksel ifadede ‘Yaş’ ismiyle tanımlanan değişken olarak bitümlü sıcak karışım üstyapının ilk yapım veya yenileme sonrası trafiğe ilk açılış tarihinden itibaren geçen yaşını tanımlamaktadır. Gerçek ve tahmin edilen veriler kullanılarak elde edilen IRI değerleri arasındaki farklar grafik olarak Şekil 4’de gösterilmektedir.



Şekil 4 Gerçek ve tahmin edilen IRI değerleri değişimi.



Şekil 4’de gerçek ve oluşturulan matematiksel ifade ile elde edilen sentetik verilerin en küçük kareler ilkesine göre modelin tahmin yeteneğinin karşılaştırılması ve grafik simetrik değerlendirme ilkesine göre matematiksel ifadenin tahmin yeteneği karşılaştırılması gösterilmektedir.

## Sonuç

Bu çalışmada, üstyapı yönetim sistemi bileşenleri genel olarak açıklanmış ve üstyapı yönetim sistemlerinde üstyapının mevcut performansını gösteren en önemli parametrelerden biri olan IRI hakkında bilgiler verilmiştir. Öncelikli olarak, 114 km uzunluğunda bir kesimde 2010 ve 2011 yıllarında ölçülen IRI değerlerinin karşılaştırılması yapılmış ve değişimi gösteren bir matematiksel ifade geliştirilmiştir. Ardından, önceki çalışmaya ilave olarak 38 km uzunluğunda bir yol kesiminde periyodik olarak 2010, 2011 ve 2014 yıllarında ölçülen IRI değerlerinin değişimini 3. derece polinom olarak gösteren bir matematiksel ifade geliştirilmiştir.

## Kaynaklar

Abat-Bangasan, R., (2006) Application of Low-Volume Road Maintenance Management Systems in New Zealand to the Philippines, Master of Science, University of Canterbury, in Christchurch, New Zealand.

Choi, J., Adams, M.T., and Hussain, U.B., (2004) Pavement Roughness Modeling Using Back-Propagation Neural Networks, Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, 19(2004), pp. 295-303.

Chongpeepien, T., and Ammarapala, V., (2008) A Review of Thailand Pavement Management System (TMPS), IEEE 978-1-4244-2330-9, pp. 554-558.

Ferreira, A.J.L., Meneses, S.C.N. and Vicente F.A.A., (2008) Pavement-Management system for Oliveira do Hospital, Portugal, Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Transport (162), pp. 157-169.

Golabi, K., Pereira P., (2003) Innovative Pavement Management and Planning System for Road Network of Portugal, Journal of Infrastructure Systems, 10.1061/(ASCE)1076-0342(2003)9:2(75), pp. 75-80.

Güngör, A.G., ve Sağlık, A., (2008) Karayolları Esnek Üstyapılar Projelendirme Rehberi, KGM Tek. Arş. Dai. Bşk. Yayınları, Ankara.

Haas R., Hudson W.R., Zanievski J., (1994) Modern Pavement Management, Krieger Publishing Company, Florida, USA.

Kırbaş, U., (2007) Üstyapı Yönetim Sistemi ve Beşiktaş İlçesi Örneğinde Uygulama Olanaklarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kırbaş, U., (2013) Şehir içi Yollarda Üstyapı Bakım Yönetim Sistemi Kurulması, Türkiye Örneği, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Lin, J.D., Yau, J.T., Hsiao, L.T., (2003) Correlation Analysis Between International Roughness Index (IRI) and Pavement Distress by Neural Networks, Transportation Research Board, 2003 Annual Meeting CD-ROM.

- Pan, Y., Kerali, H.R. and Snaith M.S., (1999) A network level pavement management system for China, Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Engineer Transport, pp. 131-137.
- Paterson, W.D.O., (1986) International Roughness Index Relationship to Other Measures of Roughness and Riding Quality, Transportation Research Board, TRR 1084, 65th Annual Meeting CD-ROM.
- Roberts C.A., Okkine N.O., (1998) A Comparative Analysis of Two Artificial Neural Networks Using Pavement Performance Prediction, Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, 13(1998), pp. 339-348.
- Shahin, M.Y., (2002) Pavement Management For Airports, Roads and Parking Lots, Kluwer Academic Publishers, Boston, London, U.K.
- Sundin, S., Ledoux, C., (2001) Artificial Intelligence-Based Decision Support Technologies in Pavement Management, Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, 16(2001), pp. 143-147.
- Terzi S., (2006) Modeling The Pavement Present Serviceability Index of Flexible Highway Pavements Using Data Mining, Journal of Applied Science, 6(1), pp. 193-197.
- Türkiye Asfalt Mütcaahhitleri Derneği, (2013) Rakamlarla Asfalt, <http://www.asmud.org.tr/> [Ziyaret Tarihi: 10 Ağustos 2014].
- Veverka, V., Gorski, M., Vervenne, P., (1990) Maintenance Management of Secondary Road Networks in Theory and in Practice, Belgian Road Research Centre, Final Report.
- Yu J., (2005) Pavement Service Life Estimation and Condition Prediction, Doctorate of Philosophy in Engineering, The University of Toledo, Toledo, Spain.

# Hasarsız Deneylerle Bir Sathi Kaplamalı Yol Kesiminin Performans Değişiminin İncelenmesi

**Cahit GÜRER<sup>1</sup>, Mustafa KARAŞAHİN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, ANS Yerleşkesi, 6.Eğitim Bloğu, Gazlıgöl Yolu, 03200 Afyonkarahisar  
Tel: (272) 228 14 23 (2164)  
E-Posta: cgurer@aku.edu.tr

<sup>2</sup> İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Avcılar İstanbul

## Öz

Hasarsız deneyler çok büyük alanların kısa sürede, daha az iş gücü harcayarak ve en önemlisi yapıya zarar vermeden incelenmelerine imkân sağlayan deney yöntemleridir. Son yıllarda özellikle karayolu uygulamalarında kullanımları giderek yaygınlaşmaktadır. Bu sayede mevcut karayolu ağının performansındaki değişimler hızlı bir şekilde takip edilebilmekte ve gerekli önleyici bakımlar zamanında yapılabilmektedir. Bu çalışmada Türkiye’de en çok kullanılan kaplama türü olan granüler temel üzerine yapılmış bir sathi kaplamalı güzergâhın performansında meydana gelen değişimler hasarsız deney yöntemleriyle incelenmiştir. Söz konusu güzergâhta 4 ay aralıkla yaz ve güz mevsimlerinde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Belirlenen güzergâhta zemin penetrasyon radarı ile tabaka kalınlıkları tespit edilmiş, hafif düşen ağırlık deformasyon ölçer ile temel ve alt temel elastisite modülleri geri hesaplanmış, termal kamera ile yüzey sıcaklık değişimleri tespit edilmiş, elektromanyetik yoğunlukölçer cihazı ile kaplama yoğunluğunda meydana gelen değişimler ve İngiliz Pandül deneyi ile sürtünme katsayısı değişimleri belirlenerek sathi kaplama performansında meydana gelen değişimler belirlenmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Sathi Kaplamalar, Hasarsız Deneyler, Performans, Düşük Trafik Hacimli Yollar.

## 1. Giriş

Türkiye yol ağının yaklaşık % 80’i sathi kaplamalı güzergâh olup bazı güzergahların yıllık ortalama günlük trafik hacmi 2000000’un üzerindedir. Türkiye Karayolları Teknik Şartnamesine göre genellikle bu tip kaplamaların düşük trafik hacimlerinde servis yapması öngörülmektedir bununla birlikte Türkiye’de ağır trafik hacmi yüksek olan yollarda da servis veren sathi kaplamalı güzergâhlar da bulunmaktadır. Sathi kaplamanın performansı tasarım, imalat kalitesi, ağır trafik hacmi ve etki süresi, drenaj şartları, iklim, bakım politikaları ve uygulamaları, malzeme ve yapım tekniği ile ilgili çok sayıda faktörden etkilenmektedir. (Gransberg and James, 2005; AUSTROADS, 2006; SANRAL, 2007; Karaşahin ve Gürer, 2007; Senadheera and Yazgan, 2008; Gürer, 2010).

Literatürde kaplama performansı ile ilgili değişik tanımlamalar yapılmıştır (Chamberlein, 1995; O'Flaherty, 2002). Prozzi'ye (2001) göre performans bir yolun servis ömrü boyunca trafik yükleri ve çevre etkilerini arzu edilir şekilde karşılama yeteneğidir. Sathi kaplamalarda çeşitli nedenlerden dolayı zaman içinde görülen bozulma türleri zaman içerisinde giderek kaplama performansının azalmasına neden olmaktadır. Gransberg ve James (2005), Karaşahin ve Gürer (2007), sathi kaplama performansının tanımlanması ve ölçülmesinin diğer kaplama türlerine kıyasla oldukça zor olduğunu belirtmişlerdir. Granberg ve James'e (2005) göre sathi kaplama performans ölçümü hem nicel mühendislik prensipleriyle hem de uzman görsel değerlendirmeleriyle ilgilidir. ABD'de sathi kaplamalarda, sürtünme direncinin dışında, niceliğe bağlı performans ölçümü çok az olmakla birlikte, Avustralya, Yeni Zelanda, Güney Afrika ve Birleşik Krallık'da nicel performans ölçümleri çok yaygın olarak yapılmaktadır. Sathi Kaplamalarda ölçüme dayalı performans göstergeleri sürtünme direnci ve makro pürüzlülük derinliğidir. Banihatti (1994), sathi kaplamaların servis ömrünün ve performansının bağlayıcı-agrega adezyonuna bağlı olduğunu belirtmiştir. Vonk ve Korenstra (2004), sathi kaplamanın performansı açısından bitüm performansının önemini vurgulamışlar ve stiren-bütadien-stiren (SBS) ile modifiye edilen bitümün sathi kaplama uygulamalarında iyi performans gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu bildiri çalışmasında Konya bölgesi, Akşehir-Argıthanı güzergâhındaki bir sathi kaplamalı güzergahın trafiğe açıldıktan sonraki 1. yıldan itibaren sathi kaplama performans değişimleri hasarsız deneyler ve gözlemlerle takip edilerek meydana gelen değişimler belirlenmiştir.

## 2. İnceleme Güzergâhı - Materyal ve Yöntem

### 2.1 İnceleme Güzergâhı

İnceleme güzergahı Akşehir'i Argıthanı ve Konya'ya bağlayan 300-11 kesim numaralı devlet karayolu üzerinde olup 2009 temmuz tarihinde tamamlanıp aynı tarihte kısa bir süre bölünmemiş karayolu olarak trafiğe açılmıştır. Güzergah bölünmüş karayolu güzergâhı olup karışık enkesite sahiptir. İnceleme güzergâhı 1500 m uzunluğundadır. İncelenen güzergaha ait trafik sayımları Tablo 1.'de görülmektedir.

**Tablo 1.** Akşehir-Argıthanı Güzergâhına ait Trafik Sayım Sonuçları.

*YOGT	Otomobil	Hafif Kamyon	Otobüs	Kamyon	Çekici
8916	4890	482	380	2107	1057

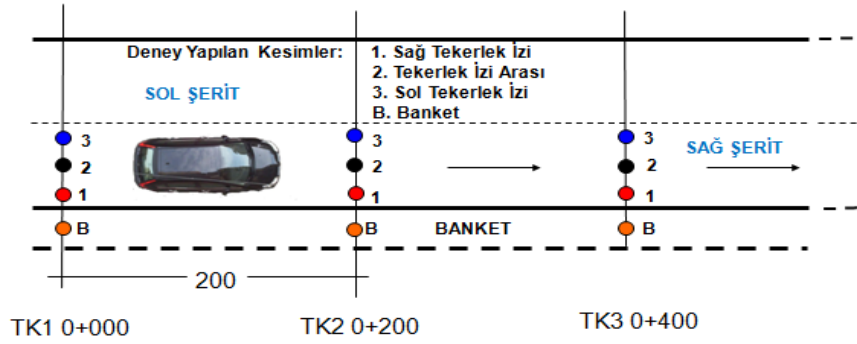
### 2.2 Materyal

Bu kesimde ortalama 12,5 mm nominal boyutlu kireçtaşı kökenli agrega, bağlayıcı olarak % 0,1 doplu B 100/150 bağlayıcısı, astar olarak MC 30 sınıfı katbek bitümü kullanılarak tek kat sathi kaplama olarak yapılmıştır. Güzergâhın sathi kaplama performansı Temmuz 2009 ve Temmuz 2010 tarihleri arasında takip edilmiştir.

### 2.3 Yöntem

İnceleme yolu trafiğe açıldıktan sonraki 1 yıl boyunca 3 farklı zamanda ziyaret edilerek, performanslarında meydana gelen değişimler hasarsız deneyler ve gözlemlerle belirlenmiştir. Yerde yapılan deneyler test yollarının sağ şeridinde, sırasıyla banket (B), sağ tekerlek izi (1), tekerlek izleri arası (2) ve sol tekerlek izlerinde (3) olmak üzere 4 farklı noktada

gerçekleştirilmiştir. Bu noktalarda kum daire deneyi ile makro doku derinliği (ASTM E 965-96, 2006), İngiliz pandül cihazı ile (ASTM D 6951-03, 2006) sürtünme sayıları belirlenmiş bu sayılara herhangi bir düzeltme uygulanmamıştır. Hafif düşen ağırlık deformasyon ölçer cihazı ile elde edilen deformasyon verilerinden Dynatest LWDmod yazılımı kullanılarak temel tabakası ve taban zemini elastisite (rijitlik) modüllerinin geri hesaplamaları yapılmış (ASTM D 4694-96 , 2006), termal kamera ile yüzey sıcaklıkları, elektromanyetik yoğunluk ölçer ile sathi kaplama yoğunluk değişimleri belirlenmiş (ASTM D 7113-05, 2006) ayrıca GPR ile tabaka kalınlıkları (ASTM D 4748-98, 2006) ve DCP ile temel tabakası CBR değerleri bulunmuştur (ASTM E 0303-93R03, 2006). Yapılan gözlemler ve deneyler neticesinde bir sathi kaplama bozulma indeksi oluşturulmuş ve oluşturulan indeks ile trafik, iklim ve bazı yapısal özellikler karşılaştırılmıştır. Hasarsız deneylerin gerçekleştirildiği noktalara ait şematik plan Şekil 1.'de görülmektedir.



Şekil 1. Hasarsız deneylerin gerçekleştirildiği noktalara ait şematik plan

### 3.Hasarsız Deney Bulguları

Sathi kaplama performansı açısından en önemli göstergelerden birisi makro doku derinliğidir (Gürer, 2010). Doku derinliği değişimlerinden de görülebileceği gibi birinci ve ikinci deneyler arasındaki beş aylık süreçte ve üçüncü ölçümlerin sonucunda doku derinliklerinde önemli azalmaların olduğu görülmektedir. Bu durumun oluşmasında güzergâhın ağır trafik hacminin ve konum olarak tırmanma eğiminde oluşunun etkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim Alderson (2008), agrega gömülmesiyle ağır tonajlı araç sayısının ve tekerlek basınçlarının oluşturduğu dikey gerilmelerin ve yükleme anındaki yüzey sıcaklıklarının ilişkili olduğunu belirtmiştir. Güney Afrika sathi kaplama şartnamelerinde, yüksek eğimlerin taşıt tekerleklerinin çekiş kuvveti nedeniyle, kaygan veya kuma görülmüş yüzeylerin oluşmasında etkili olduğu dolayısıyla bu kısımlarda zayıf sathi kaplama performanslarının artış gösterdiği belirtilmektedir (SANRAL, 2007). Birinci deneylerin sonucunda B, 1, 2 ve 3 noktalarında sırasıyla ortalama 4,05; 3,40; 3,83 ve 3,39 mm doku derinlikleri belirlenmiştir. Bu değerlerin üçüncü deneylerin sonucunda sırasıyla ortalama 2,79; 1,95; 2,62; 1,89 mm değerlerine azaldığı görülmüştür. Kuma bozulmasının görüldüğü TK 3, 4 ve 6 numaralı kesimlerde doku derinliklerinin 1,44; 1,94 ve 1,65 mm olarak en az seviyelerde olduğu görülmektedir (Tablo 1-2-3-4).

**Tablo 1.** B Noktalarına ait Hasarsız Deney Sonuçları Ortalamaları

Deney No	Makro Doku Derinliği (mm)	Ortalama Sürtünme Sayısı	Sathi Kaplama Yoğunluğu (t/m <sup>3</sup> )	Deformasyon (μm)	Temel Elastisite Modülü (MPa)	Ort.Yüzey Sıcaklığı (°C)
<b>1</b>	4.05	<b>73.3</b>	<b>1.841</b>	<b>88.4</b>	<b>487</b>	<b>15.3</b>
<b>2</b>	3.16	59.0	1.886	92.1	468	<b>43.7</b>
<b>3</b>	2.79	54.9	1.921	102.5	428	<b>51.8</b>

**Tablo 2.** 1 Noktalarına ait Hasarsız Deney Sonuçları Ortalamaları

Deney No	Makro Doku Derinliği (mm)	Ortalama Sürtünme Sayısı	Sathi Kaplama Yoğunluğu (t/m <sup>3</sup> )	Deformasyon (μm)	Temel Elastisite Modülü (MPa)
<b>1</b>	3.40	<b>63.6</b>	<b>1.848</b>	<b>91</b>	<b>484</b>
<b>2</b>	2.32	49.4	1.924	116.8	377
<b>3</b>	1.95	46.0	1.968	128.2	339

**Tablo 3.** 2 Noktalarına ait Hasarsız Deney Sonuçları Ortalamaları

Deney No	Makro Doku Derinliği (mm)	Ortalama Sürtünme Sayısı	Sathi Kaplama Yoğunluğu (t/m <sup>3</sup> )	Deformasyon (μm)	Temel Elastisite Modülü (MPa)
<b>1</b>	3.83	<b>68.8</b>	<b>1.848</b>	<b>103.3</b>	<b>380</b>
<b>2</b>	2.91	51.5	1.864	108.3	401
<b>3</b>	2.62	43.9	1.924	121.7	346

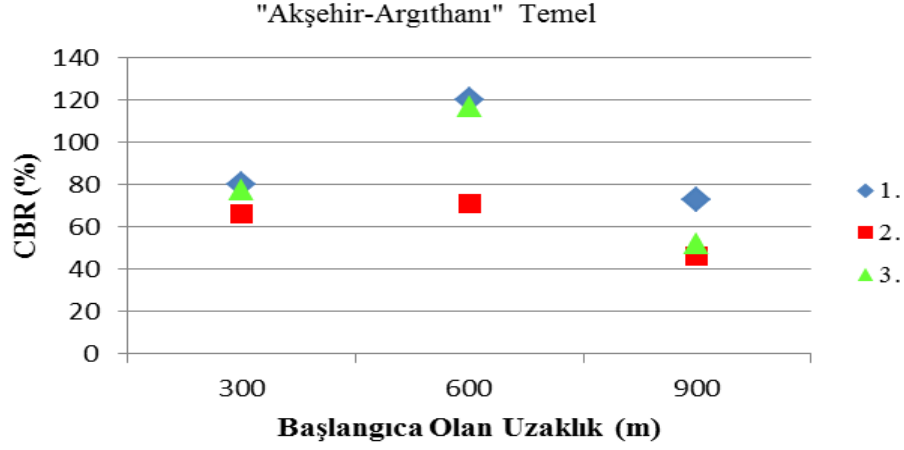
**Tablo 4.** 3 Noktalarına ait Hasarsız Deney Sonuçları Ortalamaları

Deney No	Makro Doku Derinliği (mm)	Ortalama Sürtünme Sayısı	Sathi Kaplama Yoğunluğu (t/m <sup>3</sup> )	Deformasyon (μm)	Temel Elastisite Modülü (MPa)
<b>1</b>	3.39	65.6	1.846	116.7	353
<b>2</b>	2.20	49.6	1.878	108.9	401
<b>3</b>	1.89	45.4	1.933	123.3	367

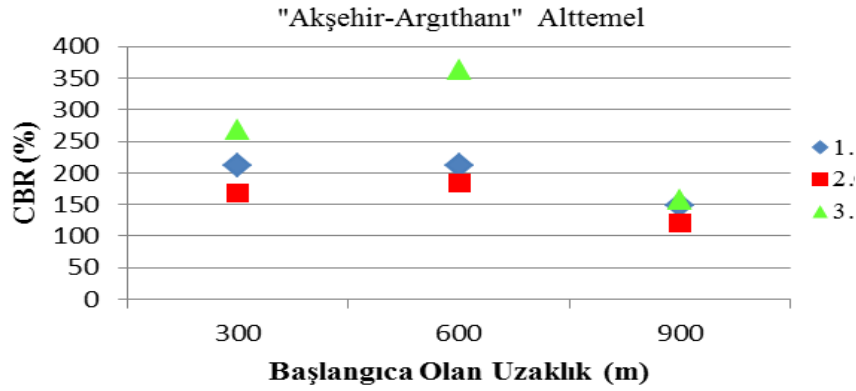
Bu inceleme güzergâhında sürtünme sayılarında üç farklı deney boyunca azalan bir eğilim görülmüştür. Azalma 12. ve 5. Aylar arasında daha belirgindir. Sürtünme sayılarının azalmasında güzergâhın trafik hacmi ve meydana gelen doku kayıplarının etkili olduğu düşünülmektedir.

İnceleme güzergâhı deformasyon değişimlerinin genel olarak artım eğilimi içinde olduğu görülmektedir. Üçüncü ölçümlerin yaz mevsiminde gerçekleştirilmesine rağmen, deformasyonların artan bir eğilim göstermesinde trafik hacminin önemli etkisi olduğu düşünülmektedir. Nitekim trafik hacminin deformasyon ve diğer bozulmalar üzerine olan etkisini bir çok araştırmacı belirmiştir. Araştırmacılar trafik yükleriyle beraber üstyapı deformasyon değerlerini iklim ve üstyapının özelliklerinin de etkilediğini belirtmiştir (O'Flaherty, 2002; Subagio et.al., 2005; SANRAL, 2007; Cygas et al, 2008; Neaylon et al, 2008; Laurinavicius, 2008). Üstyapının yapısal olarak durumunu belirten en önemli özelliklerden birisi temel tabakası E modülleri değişimidir. Geri hesaplama sonucu, Akşehir-Argıthanı güzergâhı temel tabakasına ait E modülü değişimleri belirlenmiştir (Tablo 1-4). Temel tabakası E modüllerinin 3. Ölçümlerde azalmasının en önemli nedeninin temel tabakası taşıma güçlerinin trafik ve iklim etkisi ile giderek azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

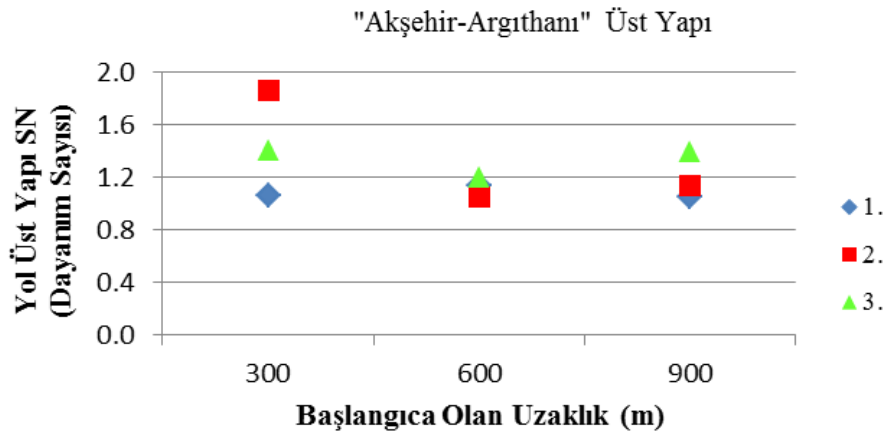
Akşehir-Argıthanı inceleme güzergâhında 0+300, 0+600 ve 0+900 km'lerinde rutin DCP deneyleri gerçekleştirilmiştir. Bu güzergâhta yapılan deney sonuçlarına göre temel, taban zemini CBR değişimleri ve üstyapı dayanım sayılarında meydana gelen değişiklikler sırasıyla Şekil 2-4'de görülmektedir



Şekil 2. İnceleme güzergâhı temel tabakası CBR değişimleri



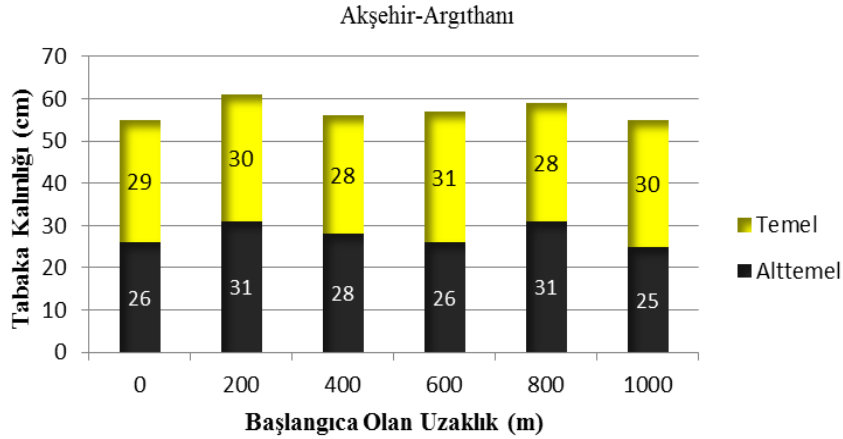
Şekil 3. İnceleme güzergâhı taban zemini tabakası CBR değişimleri



Şekil 4. İnceleme güzergâhı yol üstyapı dayanım sayısı (SN) değişimleri

DCP deney sonuçlarına göre ikinci ölçümlerde temel tabakası CBR değerlerinin düştüğü, üçüncü ölçümlerde, 0+900 km'deki nokta hariç birinci ölçümler seviyesine yükselme görüldüğü belirlenmiştir. Birinci ölçümlerde sırasıyla % 80, % 120 ve % 73 olan temel tabakası CBR değerleri üçüncü ölçümlerde sırasıyla, % 78, % 117 ve % 52 olarak hesaplanmıştır. Üçüncü ölçümler sonunda üstyapı dayanım sayılarında da bir miktar artış olduğu görülmektedir.

İnceleme güzergâhı temel ve alttemel olmak üzere iki granüler tabakadan oluşup söz konusu tabaka kalınlıklarının inceleme kesimi noktalarındaki değişimleri Şekil 4.161.'de gösterilmiştir. Güzergâhın ortalama temel tabakası kalınlığı 29 cm, alt temel tabakası kalınlığı ise 28 cm'dir.



Şekil 5. Akşehir-Argıthanı güzergâhı inceleme kesimleri tabaka kalınlıkları

## Sonuçlar

Sathi kaplamaların performansı üzerinde çok sayıda parametre etkili olduğu için inceleme yolunda farklı parametrelerin değişimleri ölçülmüştür. Söz konusu güzergahta yoğunluk sırasına göre cilalanma, doku kaybı, kuma ve sökölme en fazla görülen sathi kaplama bozulma türleri olarak belirlenmiştir. Yüzeysel sıcaklığının yükseldiği yaz aylarında bitümün yumuşaması ve trafiğin de etkisiyle doku kayıplarının azaldığı ve sathi kaplama yoğunluklarının arttığı görülmüştür. Sıcaklık artışı ile birlikte sürtünme sayılarında da azalma olduğu görülmüştür. Temel tabakası taşıma güçlerinde de azalmaların olduğu görülmüştür. Yerde yapılan hasarsız deney sonuçlarına göre genel sathi kaplama bozulmaları en yoğun sol tekerlek izlerinde görülmüş bu noktaları sağ tekerlek izi, tekerlek izleri arası ve banket noktaları takip etmiştir. İncelenen güzergahın tek kat sathi kaplama olması bozulmaların beklenenden daha hızlı ilerlemesine neden olmuştur. Türkiye özellikle köy yol ağı başta olmak üzere daha uzun yıllar sathi kaplamaları kullanmaya devam edecektir. Diğer ülkelerde de olduğu gibi farklı sathi kaplama yapım tekniklerinin ülkemizde de hayata geçirilip bu tip kaplamalardan daha yüksek performans alınması sağlanmalıdır.



## Kaynaklar

Alderson, A. (2008) Flushing Distress Mechanism in Seals. 1st Sprayed Sealing Conference. Adelaide, Australia.

ASTM E 965-96 (2006) Standard Test Method for Measuring Pavement Macrotecture Depth Using a Volumetric Technique. American Society for Testing and Materials, Annual Book of ASTM Standards, Road and Paving Materials; Vehicle-Pavement Systems. Vol. 04.03.US.

ASTM D 6951-03 (2006) Test Method for Measuring Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester. American Society for Testing and Materials, Annual Book of ASTM Standards, Road and Paving Materials; Vehicle-Pavement Systems. Vol. 04.03. US.

ASTM D 7113-05 (2006) Standard Test Method for Density of Bituminous Paving Mixtures in Place by the Electromagnetic Surface Contact Methods. American Society for Testing and Materials, Annual Book of ASTM Standards, Road and Paving Materials; Vehicle-Pavement Systems. Vol. 04.03. US.

ASTM D 4694-96 (2006) Standard Test Method for Deflections with a Falling-Weight-Type Impulse Load. American Society for Testing and Materials, Annual Book of ASTM Standards, Road and Paving Materials; Vehicle-Pavement Systems. Vol. 04.03.US.

ASTM E 0303-93R03 (2006) Standard Test Method for Use of The Dynamic Cone Penetrometer in Shallow Pavement Applications. American Society for Testing and Materials, Annual Book of ASTM Standards, Road and Paving Materials; Vehicle-Pavement Systems. Vol. 04.03.US.

ASTM D 4748-98. (2006) Standard Test Method for Determining the Thickness of Bound Pavement Layers Using Short-Pulse Radar. American Society for Testing and Materials, Annual Book of ASTM Standards, Road and Paving Materials; Vehicle-Pavement Systems. Vol. 04.03. US.

Banihatti N.V. (1991) Design And Durability Of Asphalt Seal Coats. M.Sc. Thesis. University of Arkansas.

Chamberlin W.P. (1995). NCHRP Synthesis 212: Performance-Related Specifications for Highway Construction and Rehabilitation, Transportation Research Board, National Research Council, National Academy Press.

Cygas, D., Laurinavicius, A., Vaitkus, A., Puodziukas, V. (2008) Research of Experimental Road Pavement Structures. The 25th International Symposium on Automation and Robotics in Construction. 22-28.

Gransberg, D., James D.M.B. (2005) Chip Seal Best Practices. In: Chip Seal Performance Measures. NCHRP Synthesis 342. Transportation Research Board, Washington, D.C., pp.56-60.

Gürer, C. (2010) Sathi kaplamaların performansına etki eden arametrelerin incelenmesi ve performans modeli geliştirilmesi. Doktora Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Laurinavicius, A., Vaitkus, A., Motiejunas, A., Bertuliene, L., 2008. Research of Experimental Road Pavement Structures in Lithuania. The 25th International Symposium on Automation and Robotics in Construction. 22-28.

Neaylon, K., Spies, R., Alderson, A. (2008) The Equivalent Heavy Vehicle Concept in Australian Sprayed Seal Design. 1st Sprayed Sealing Conference. Adelaide Australia.

O'Flaherty (2002). E.C.A. Highways, The Location, Design, Construction and Maintenance of Road Pavements. Butterworth and Heinemann, Oxford.

Karavaşin M., Gürer C. (2007) Sathi Kaplamalar. Konya Belediyeler Birliği , 106. Eğitim Semineri. Asfalt Günleri. Konya, ss. 75-116.

Prozzi, J.A. (2001) Modelling Pavement Performance by Combining Field And Experimental Data. Civil and Environmental Engineering, University of California. 126, California, Berkeley.

SANRAL (The South African National Roads Agency Ltd.). (2007) Technical Recommendations For Highways, Design and Construction of Surfacing Seals. TRH3, Pretoria, Republic of South Africa.

Senadheera, S., Yazgan, B. (2008) Incorporating Construction and Performance Conditions To Develop A Testing Protocol To Select Seal Coat Aggregate-Binder Combinations. 1st Sprayed Sealing Conference. Adelaide Australia.

Subagio B.S., Cahyanto H.T., Rachman A., Mardiyah S. (2005) Multi-Layer Pavement Structural Analysis Using Method of Equivalent Thickness Case Study: Jakarta-Cikampek toll road. Journal of the Eastern of Transportation Studies 2005; 6, 55-65.

Vonk W., Korenstra J. (2004) SBS Modified Bitumen Emulsion For Developed Chip Seals. 4.Ulusal Asfalt Sempozyumu. , s 141-148, Ankara.

# Sathi Kaplamalarda Görülen Kusma Bozulması İçin Çözüm Önerileri

**Yrd.Doç.Dr. Sedat ÇETİN<sup>1</sup>, Prof.Dr.Mustafa KARAŞAHİN<sup>2</sup>,**

*<sup>1</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Müh.Fak., İnş.Müh.Böl., Afyonkarahisar*

*E-mail: sctin@aku.edu.tr*

*<sup>2</sup>İstanbul Üniversitesi, Müh.Fak., İnş.Müh.Böl., İstanbul*

*E-mail: mkarasahin@istanbul.edu.tr*

**Prof.Dr.Mehmet SALTAN<sup>3</sup>**

*<sup>3</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Müh.Fak., İnş.Müh.Böl., Isparta*

*E-mail: mehmetaltan@sdu.edu.tr*

## Öz

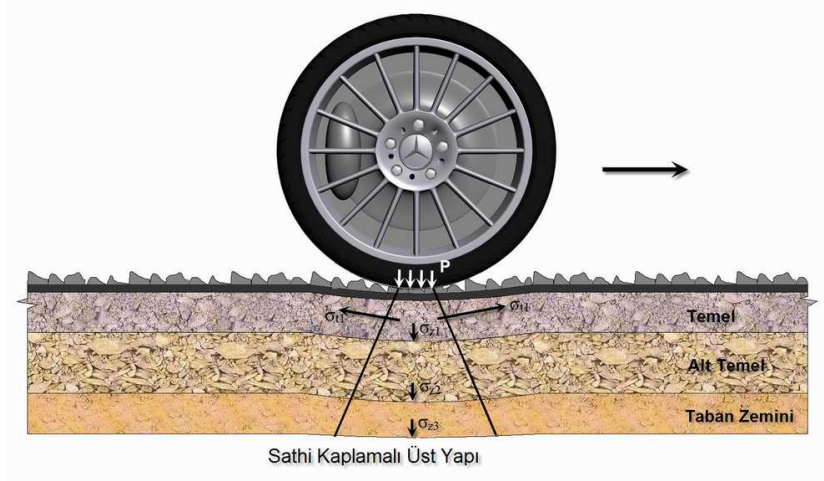
Sathi kaplamalar, ilk yapım maliyetlerinin düşük olması ve uygulama kolaylığı bakımından ülkemizde en çok kullanılan kaplama türüdür. Zaman içerisinde çeşitli nedenlerle sathi kaplamalarda bozulmalar meydana gelir. Oluşan bozulmaların tespiti ve değerlendirilmesi üstyapı yönetim sistemlerinin önemli bir parçasıdır. Granüler temel üzerine yapılan sathi kaplamalarda yol trafiğe açıldıktan belli bir süre sonra trafik etkisi, iklim etkisi, çevresel faktörler, uygun olmayan malzeme kullanılması, yapım ve dizayn hataları gibi nedenlerden dolayı yolun sürüş konforunu ve güvenliğini olumsuz yönde etkileyen bozulma olarak tanımlayacağımız durumlar oluşmaktadır. Sathi kaplamalarda meydana gelen bozulmalar arasında en sık oluşan bozulma türlerinden biri kusma bozulmasıdır. Bu çalışmada kusma bozulmasına neden olan etmenler ve bu bozulma türü için bir çok ülkede yaygın olarak kullanılan çözüm önerilerinden bahsedilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sathi Kaplama, Kusma Bozulması, Onarım Yöntemleri

## 1.Giriş

Sathi kaplamalar, ilk yapım maliyetlerinin düşük olması ve uygulama kolaylığı bakımından ülkemizde en çok kullanılan kaplama türüdür. Ülkemiz yolcu taşımacılığının %95.2'si, yük taşımacılığının %91.4'ü karayolu ulaşımı ile sağlandığı düşünülürse, sathi kaplamaların karayolu ulaşım ağının büyük bir kısmını oluşturması bakımından ne kadar önemli bir kaplama türü olduğu anlaşılmaktadır (Çetin, 2012).

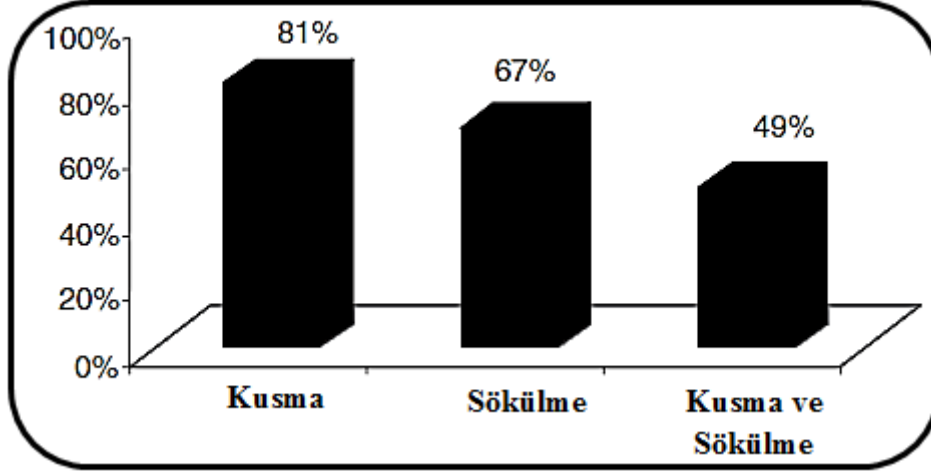
Sathi kaplamalar, granüler malzemeden oluşturulmuş temel ve alttemel tabakası üzerine oturan, temel tabakası üzerine püskürtülen bitümlü bağlayıcıyı takiben agrega tabakasının uygulanarak sıkıştırılması sonucunda elde edilen, herhangi bir hareketli yük taşıma kapasitesi olmayan, yol yüzeyinde düzgün bir yuvarlanma yüzeyi ve yeterli kayma sürtünme katsayısı sağlayan, üst yapıyı trafik ve iklimin aşındırıcı etkilerinden koruyan, yüzeydeki suların alt tabakalara ulaşmasını engelleyecek şekilde geçirimsiz bir yüzey oluşturan bir kaplama türüdür. Şekil 1'de sathi kaplamalı yol üstyapı tabakaları ve meydana gelen gerilme dağılımları verilmiştir (Gürer, 2011).



Şekil 1 Sathi kaplamalı yol üstyapı tabakaları ve gerilme dağılımları (Gürer, 2011).

Sathi kaplamalar, ortalama günlük ağır ticari taşıt sayısı çift yönde 500'den küçük veya proje süresince tek yönde toplam standart dingil sayısı  $2 \times 10^6$ 'dan daha az olan yollarda uygulanmaktadır. Ancak sathi kaplamalar ülkemizde tek yönde toplam standart dingil yükü sayısı belirtilen değerden oldukça yüksek olan yollarda dahi kullanılmaktadır. Bu nedenle de ülkemizde bazı sathi kaplamalı yol güzergahlarında çok iyi bir performans sağlanırken bazı sathi kaplamalı yollarda ise aynı performans görülmez. Granüler temel üzerine yapılan sathi kaplamalarda yol trafiğe açıldıktan belli bir süre sonra trafik etkisi, iklim etkisi, çevresel faktörler, uygun olmayan malzeme kullanılması, yapım ve dizayn hataları gibi nedenlerden dolayı yolun sürüş konforunu ve güvenliğini olumsuz yönde etkileyen bozulma olarak tanımlayacağımız durumlar oluşmaktadır. Oluşan bozulmaların tespitinde geç kalınması, bozulmalar için gereken bakım ve onarım çalışmalarının zamanında yapılmaması, sathi kaplamaların proje ömürlerini tamamlamadan tamamen yenilenmelerine neden olmaktadır. Bu durum da ülkemiz için büyük bir ekonomik kayba yol açacaktır (Çetin 2012).

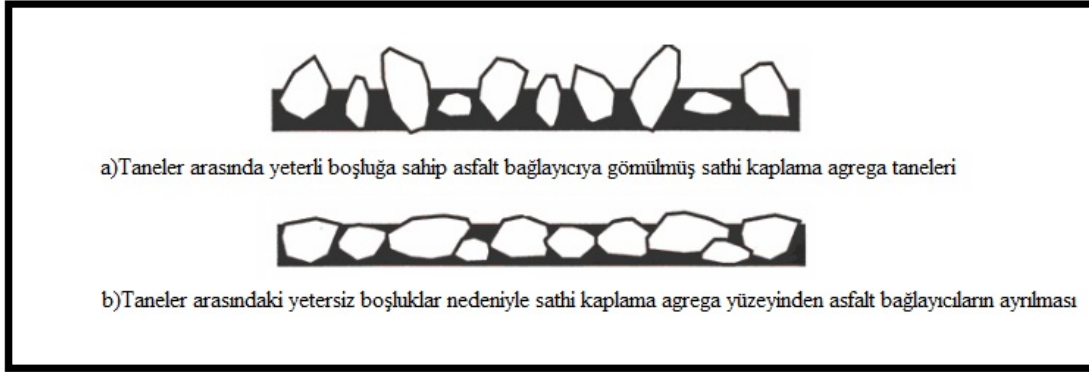
Gransberg and James (2005), yapmış oldukları çalışmada Kuzey Amerika'da çeşitli eyalet karayollarında ölçüm yapan teknik elemanlar tarafından belirlenen ve sathi kaplamalarda yaygın olarak tespit edilen bozulmalardan bahsetmişlerdir (Şekil 2). Şekil 2'den anlaşılacağı gibi kuma ve sökülme en yaygın görülen bozulma türlerindedir (Gransberg and James, 2005; Lee et al., 2011). Kuma; aşırı bağlayıcının kaplama yüzeyine doğru yükselmesi olayıdır. Genellikle sathi kaplamalı yol yüzeylerinde aşırı bağlayıcının siyah yamalar şeklinde görülmesiyle ayırt edilebilir. Bir başka deyişle, kuma görülen bir yüzey agregaların daha az görülebildiği düzgün, kaygan, parlak, dokunulduğunda yapışkan olabilen ve yansıtıcı bir yüzey oluşturan bir görünümüdür (Jackson et al., 1994; Yamada, 1999; Jahren et al., 1999; Johnson, 2000; Wade, 2001; ARRA, 2001; NDOR, 2002; MoDOT, 2002; Freeman et al., 2003; Gransberg and James, 2005; Maher et al., 2005; Bahia et al., 2008; AAPA, 2010).



Şekil 2 U.S.'de sathi kaplamalarda yaygın olarak görülen bozulmalar (Gransberg and James, 2005).

## 2. Sathi Kaplamalarda Görülen Kusma Bozulmasının Nedenleri

Kusma mekanizması ile ilgili kabul edilen genel kanı agrega taneleri arasındaki boşluğun aşırı bağlayıcıyla dolmasıdır. Şekil 3.a'da agrega taneleri arasındaki yeterli boşluğun olduğu durumu göstermektedir. Bağlayıcı, çevresel etkiler ve nemin alt tabakalara doğru sızmasına karşılık sathi kaplamalı yol yüzeyini koruma işlevini gerçekleştirir. Bir sistem açısından bakıldığında, asfalt bağlayıcı yolu, agrega taneleri de asfalt bağlayıcı korumaktadır.



Şekil 3 Agrega taneleri arasındaki boşluklar ve kusma bozulması arasındaki ilişki.

Çeşitli nedenlerden dolayı bağlayıcı agrega yüzeyinden ayrılır ve boşluklar dolar (Şekil 3.b). Burada bağlayıcı sathi kaplamalı yol yüzeyindeki fonksiyonun gerçekleştirmeye devam eder, fakat agregalar lastiklerle doğrudan temas sağlayan bağlayıcıları korumak için bir görev yapamaz. Agrega taneleri arasındaki yetersiz boşluğun olduğu bu durum kusma olarak kendini gösterebilir (Lawson et al., 2007). Kusma bozulmasına neden olan etmenler genel olarak Tablo 1'de verilmiştir (Çetin 2012).

Tablo 1 Kusma Bozulmasına Neden Olan Etmenler.

1.Agrega	2.Bağlayıcı
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Agrega Kaybı</i></li> <li>➤ <i>Agrega Uygulama Oranının Çok Fazla Olması</i></li> <li>➤ <i>Tozlu ve Hafif Agreganın Kullanımı</i></li> <li>➤ <i>Uygun Olmayan Agreganın Gradasyonu</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Yanlış Bağlayıcı Seçimi</i></li> <li>➤ <i>Bağlayıcı Uygulama Oranı(Az veya çok olması)</i></li> <li>➤ <i>Bağlayıcı Kalitesi</i></li> </ul>
3.Trafik	4.Çevre ve İmalat
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Trafik Hacmi(Ortalama Günlük Trafik)</i></li> <li>➤ <i>Trafik Çeşidi (Ağır Araçlar)</i></li> <li>➤ <i>Trafik Hareketleri (Durma, Kalkma, Dönme vb.)</i></li> <li>➤ <i>Kavşaklar</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Yüksek Sıcaklık</i></li> <li>➤ <i>Nem</i></li> <li>➤ <i>Sıcaklık Değişimleri</i></li> <li>➤ <i>Düşük Sıcaklıklar</i></li> <li>➤ <i>Kötü İmalat Uygulamaları</i></li> </ul>

### 3. Kusma Bozulması İçin Çözüm Önerileri

Kusma bozulmasının görüldüğü sathi kaplamalarda yaygın olarak kullanılan iyileştirme yöntemleri aşağıda ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

#### 3.1. Agreganın Uygulanması

Kusma bozulmasının onarımı için agrega tabakasının uygulanmasında küçük boyutlu ve büyük boyutlu agrega uygulaması olarak iki şekilde yapılmaktadır. Kullanılan agregalara ait gradasyon dağılımı Tablo 2’de verilmiştir (Texas Department of Transportation-TxDOT, 2004).

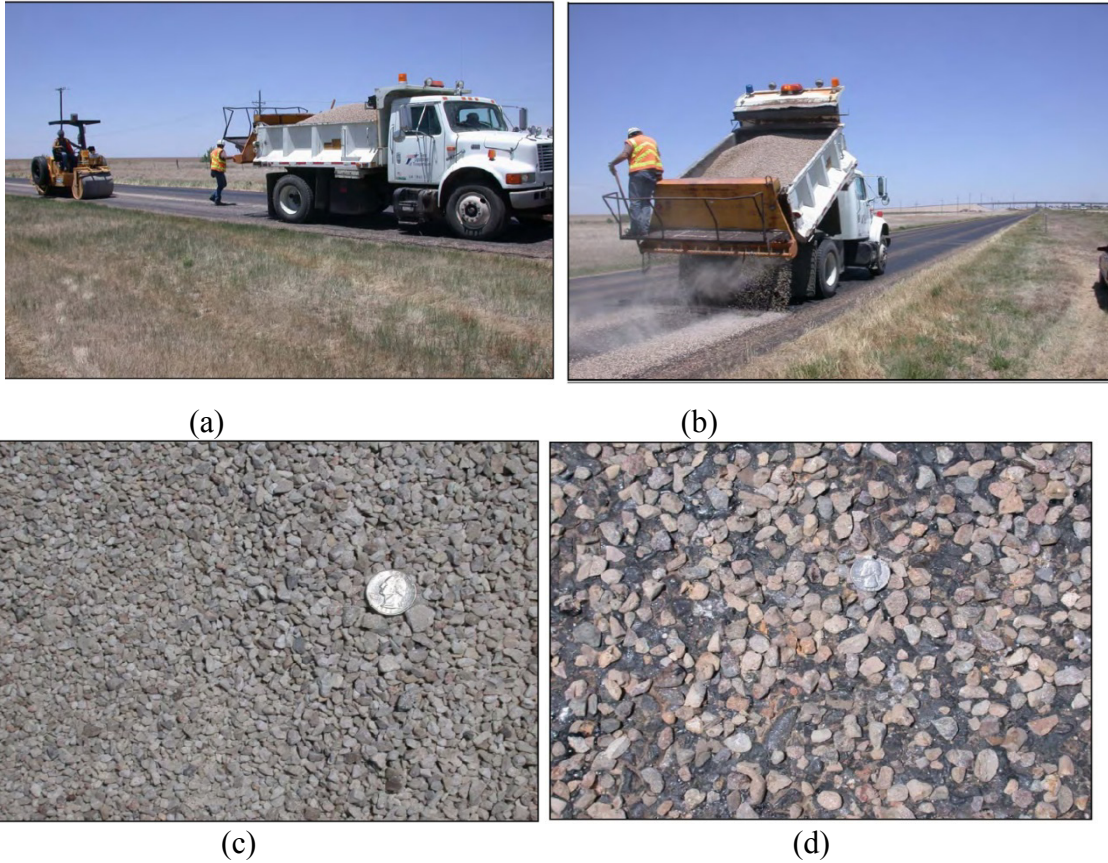
Tablo 2 TxDOT Agreganın Gradasyonları.

Standart Elek Üzerinde Kalan Yüzde	Tip 3S (Tek Boyut)	Tip 3 (Hafif Olmayan Agrega)	Tip 3 (Hafif Agrega)	Tip 4 (Tek Boyut)	Tip 4	Tip 5S (Tek Boyut)	Tip 5
3/4 inch	0	0	0	-	-	0	0
5/8 inch	0-5	0-2	0-2	0	0	0	0
1/2 inch	55-85	20-40	10-25	0-5	0-5	0	0
3/8 inch	95-100	80-100	60-80	60-85	20-40	0-5	0-5
1/4 inch	-	95-100	95-100	-	-	65-85	-
No:4	-	-	-	95-100	95-100	95-100	50-80
No:8	99-100	99-100	98-100	98-100	98-100	98-100	98-100



Küçük boyutlu (maksimum tane boyutu 3/8" (9.5mm)) agregaların uygulanması Texas'da kuma bozulmasının görüldüğü yolların iyileştirilmesinde kullanılan en yaygın bakım yöntemidir. Eğer agreganın yapışması için kaplama yüzeyinde yeterince serbest halde (kusmuş yüzey) bağlayıcı bulunuyorsa bu seçeneğin kullanılması kaçınılmazdır. İmalat yapan yüklenici firmalar da aynı zamanda bu yöntemi kullanır.

Bu yöntem genellikle orta derecede kuma bozulmasının görüldüğü yerlerde bakım için kullanılır. Buradaki kilit nokta her agreganın kaplama yüzeyine yapışmasını sağlamaktır. Öncelikli amaç bağlayıcının lastiklere yapışmasını önlemektir. Şekil 4'de kuma bozulmasının görüldüğü yüzeye küçük boyutlu agrega uygulama çalışması gösterilmiştir (TxDOT,2004).



Şekil 4 (a,b) Kuma bozulması onarım çalışması (c)Kuma bozulmasının tip 5 agrega ile onarım uygulaması (d) Kuma bozulmasının olduğu yüzeyin iyileştirilmesinde iri agregaların kullanılması.

Büyük boyutlu agregaların (Tip 4 ya da Tip 3) uygulanması kuma bozulmalarının görüldüğü yüzeyler için diğer bir çözüm yöntemidir. İdeal olarak, bakım personeli kuma bozulmasını iyileştirmek için büyük boyutlu agregaları kullanacaktır. Buradaki asıl sorun kuma bozulmasının görüldüğü yüzeylerde daha büyük agrega tanelerinin bağlayıcıya yeterince yapışıp yapışmayacağıdır. Şiddetli kuma bozulmaların görüldüğü yüzeylerde daha büyük boyutlu agregalar kullanılır (Şekil 4,d). Bu çözüm genellikle sathi kaplama imalatı esnasında ya da kısa süre sonra meydana gelen kuma bozulmasının iyileştirilmesi için yüklenici tarafından yapılır. Burada yüklenici, iyileştirme yönteminde sathi kaplamanın imalatında kullanılan agregaları kullanır (TxDOT,2004).

Bakım ekipleri tarafından daha büyük boyutlu agregaların kullanımı, agregaların bağlayıcıya yapışmasının zorluğundan dolayı daha az tercih edilir. Fakat koşullar uygun olduğu zaman bakım ekipleri tarafından daha şiddetli kuma bozulmalarının görüldüğü yerlerde Tip 4 agrega grubu kullanılabilir. Düzgün uygulandığında, bu onarım yöntemi uzun süreli çözüm olarak dikkate alınabilir. Yöntemin etkinliği yüzeyde serbest haldeki bağlayıcı miktarına, bağlayıcı tipine, sıcaklığa, trafik hacmi ve tipini içeren birçok faktöre bağlıdır (TxDOT,2004).

### **3.2. Aşırı Bağlayıcıyı Kurutmak İçin Kurutma Malzemelerin Uygulanması**

Tip 5 agrega gradasyonundan daha ince boyutlu örneğin kum, dip külü (toz kömürle çalışan termik santrallerde fırın dibinde kalan parçacıklar), elenmiş kırma taş vb malzemeler kullanılır. Bu malzemeler kuma bozulmasının görüldüğü kaplama yüzeylerindeki aşırı bağlayıcıyı emmesi (soğurması) için kurutma malzemesi olarak kullanılır (Şekil 5).



Şekil 5 Kavşak noktalarında görülen kuma bozulmasını iyileştirmek için kum malzemesinin uygulanması (TxDOT,2004).

Bu uygulama yöntemi genellikle kısa süreli, geçici çözümler için uygulanmalıdır. Bu yöntem kuma bozulmasının görüldüğü yüzeylerde uygulandığında yaklaşık olarak 1-3 gün arasında bir çözüm sağlamaktadır. Fakat kullanılan malzemelerin çeşitliliğinden dolayı yöntemin etkinliği bazı durumlarda artabilir. Bazen tip 5 agrega grubu üzerine kurutma malzemesinin serimi erişilebilirlik, düşük maliyet ve araçlara daha az zarar vermesinden dolayı kullanılabilir. Sonuç olarak yöntemin etkinliği bozulma durumuna göre değerlendirilmelidir (TxDOT, 2004).

### **3.3. Sandviç Tipi Sathi Kaplamalar**

Sandviç tipi sathi kaplamalar, tek kat yüzey iyileştirme yöntemi uygulanmadan önce bağlayıcının fazla olduğu yüzeylere agreganın serildiği iki katlı yüzey iyileştirme yöntemidir. İri agregalar bağlayıcı olmadan yol yüzeyine doğrudan uygulanırlar. Ünitiform olarak serilen iri agregaların üzerine bağlayıcının tek bir tabaka olarak uygulanması ve bunu takiben ikinci kat olarak küçük agregaların serildiği ve son olarak silindirme işleminin yapıldığı kaplama türüdür (Şekil 6). Sandviç tipi sathi kaplamalar doğrudan orta ya da şiddetli kuma bozulmasının ve hafif tekerlek izi bozulmalarının görüldüğü yerlere uygulanır. Bu tip kaplamalar, kronik (sürekli) kuma bozulmasının görüldüğü kaplamaların iyileştirilmesi için uygundur.

Sandviç tipi sathi kaplamalar kuma bozulmasının görüldüğü yüzeylerde oldukça komplike bir iyileştirme yöntemidir. Bu yöntem kuma bozulmasının iyileştirilmesinde maliyetli bir yöntem olduğu için, daha geniş alanlarda kullanımı uygundur.





Şekil 6 Tekerlek izlerindeki kuma bozulmalarının iyileştirilmesi için sandviç tipi kaplamaların kullanılması (TxDOT,2004).

### **3.4. Aşırı Kuma Bozulması Görülen Yüzeyle Kireçli Su Uygulanması**

Suyla karıştırılmış sönmüş kireç uygulaması, kuma bozulmasının iyileştirilmesi için Texas’da en sık ve yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir (Şekil 7). Bu yöntem için genel uygulama damperli kamyonun arka tarafına taşınabilen yaklaşık olarak 3785 litrelik (1000 galon) bir su tankı kullanılarak kireçli su karışımı hazırlanır. Tank ünitesinde kirecin çökmesini engellemek amacıyla bir karıştırıcı bulunur ve kireçli su püskürtme çubukları sayesinde kuma bozulmasının görüldüğü yüzeyle uygulanır.



Şekil 7 Kaplama yüzeyine başarılı bir şekilde etki eden kireçli su uygulaması (TxDOT,2004).

Kireçli su konsantrasyonu için hazırlama yöntemi çeşitlilik göstermektedir. Kireçli su ile iyileştirme yöntemi için aşamalı bir yaklaşım söz konusudur. Bu yaklaşımda ilk iyileştirme için yüksek kireçli su konsantrasyonu uygulanır ve daha sonra kuma bozulması kontrol altına alınıncaya kadar kireçli su konsantrasyonu azaltılır. İyileştirme amacıyla hazırlanan karışım konsantrasyonu yaklaşık 3.5 tonluk bir su içerisinde 5 torba sönmüş kirecin katılmasıdır. Su içerisinde katılan sönmüş kireç miktarı kusmanın şiddetine ve çevresel koşullara bağlı olarak en az 4 en fazla 8 torba olmalıdır. Örneğin 5 torba sönmüş kireç, hava sıcaklığının yaklaşık 35 °C ve orta şiddette kuma bozulmasının görüldüğü kesimlerde kullanılabilirken, 8 torba sönmüş kireç hava sıcaklığının yaklaşık 42 °C ve yukarısı, kuma şiddetinin de aşırı olduğu kesimlerde uygun olabilir (TxDOT,2004).

### **3.5. Ultra Yüksek Basıncılı Suyla Kesiciler**

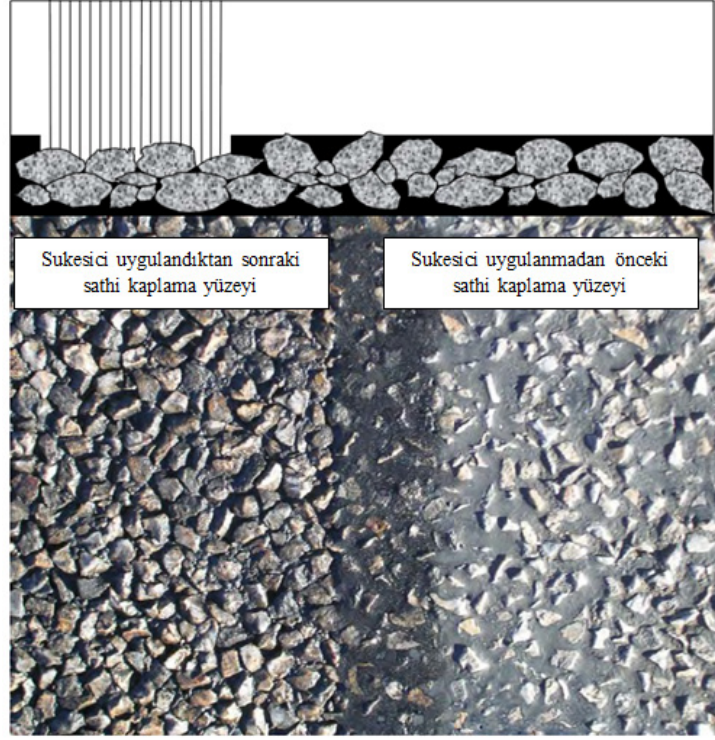
Ultra yüksek basınçlı (UYB) sukesiciler, gelişen bir teknolojidir, şu anda Avustralya, Yeni Zelanda ve Texas'da kuma bozulmalarının iyileştirilmesi için kullanılan bir yöntemdir (AAPA, 2004; Gransberg et al., 2005; Waters, 2006;2008). UYB suyla kesme makineleri, aynı anda aşırı derecedeki bağlayıcıyı ve kaplama yüzeyindeki kirleri ortadan kaldırmak amacıyla tek bir süreçte hem yolu temizleyen ve hem de suyla kesme işlemini yapan bir makinedir. Bu sayede yol yüzeyinin makro pürüzlülüğünü ve agreganın mikro pürüzlülüğünü geliştirerek agrega yüzeyine tekrar pürüzlülük kazandırır. UYB su kesiciler Yeni Zelanda Fulton Hogan firması tarafından geliştirilmiştir.

UYB sukesici makineleri bir kamyonu monte edilmiş ultra yüksek basınç pompası, su kaynağı ve vakum sistemini barındıran bir cihazdır (Şekil 8). Ultrasonik bir hızda yaklaşık 2480 barlık (36000 psi) ultra yüksek basınçlı suyu çok ince memeye sahip özel nozzle'ları kullanarak dönen bir püskürtme borusuyla yol yüzeyine uygulayan bir sistemdir.



Şekil 8 Ultra yüksek basınçlı su kesici makinesi (AAPA, 2004).

Bu süreç, kuma bozulmasından kaynaklanan pürüzlülük kaybı üzerinde en etkili yöntemdir. Yüzeydeki aşırı bağlayıcı, agrega yüzeyindeki en iyi pürüzlülüğe ulaşıncaya kadar uzaklaştırılır (Şekil 9). Uygulama zamanı kaplama sıcaklığının düşük ve bağlayıcının sert olduğu yılın soğuk zamanlarında yapılmalıdır. Böylelikle en iyi performans sağlanmış olur. Uygulama süreci, diğer yeniden kaplama seçeneklerinin uygulanamadığı soğuk, nemli ya da kış şartlarında yapılabilir. İyileştirme aynı zamanda yağışlı havalarda ve eğer gerekliyse geceleyin de yapılabilir. İyileştirme yılın sıcak zamanlarında, kaplama sıcaklıklarının yüksek olduğu zamanlarda ve bağlayıcının yumuşak olduğu durumlarda yapılmamalıdır.



Şekil 9 UYB kullanarak yüzeydeki aşırı derecedeki bağlayıcının etkili bir şekilde uzaklaştırılması (Waters, 2008).

### **3.6. Diğer Çözüm Önerileri**

#### **3.6.1. Kuru Toz Kireç**

Toz kireç kuma bozulmasının görüldüğü yüzeylere uygulanabilir. Tozkireç hem inşaat kireci (sönmüş kireç, sönmemiş kireç) hem de tarımsal kireç (kırılmış kireç ya da kireçtaşı) olarak kullanılabilir. Toz kireç bir kürek yardımıyla bozulmanın etkidiği alana yayılır. Daha geniş alanlarda arkası kapaklı bir sericiyle uygulanır.

#### **3.6.2. Portland Çimentosu**

Portland çimentosu kuma bozulmasının görüldüğü küçük alanları iyileştirmek için kullanılır. Toz haldeki çimento bir kürek ya da arkası kapaklı bir serici kullanılarak bozulmuş alan üzerine serilir.

#### **3.6.3. Çok Temiz ve Sıcak Agregası Uygulaması**

Bu iyileştirme yöntemi agreganın bağlayıcı içerisine gömülmesini sağlamak amacıyla bağlayıcının sıcak ve yeterince yumuşak olduğu zaman uygulanmalıdır. Temiz sathi kaplama agregası sıcak karışım plentlerinde ısıtılır, çalışılan yol güzergahına taşınır, kuma bozulmasının görüldüğü yüzeye uygulanır ve son olarak çelik tekerlekli silindirler kullanılarak silindirler.

#### **3.6.4. Kimyasal Çözücü Kullanımı**

Kuma bozulmasının görüldüğü yüzeylerde iyileştirme yöntemi olarak Avustralya'da kullanılan bir yöntemde kimyasal çözücülerdir. Bağlayıcı yumuşatmak için kullanılan en

etkili çözücüler genellikle iki ana grupta toplanır. Birinci grup yalnızca çözücü, diğer grup ise gilsonit ilaveli çözücülerdir. Genellikle uygulama oranı yalnızca çözücü kullanılacaksa 0.2 l/m<sup>2</sup>, gilsonit ilaveli çözücü karışımı kullanılacaksa 0.5 l/m<sup>2</sup>'dir. Agregalar olarak 5,7 ve 10 mm boyutunda agregalar kullanılır. Agregalar boyutu aşırı bağlayıcının miktarına göre belirlenir. Örneğin 7 mm boyutundaki agregalar, trafiğin ve uygulanacak alanın fazla olduğu durumlarda kullanılabilir (TNZ, 2005).

### 3.6.5. Açık Gradasyonlu Karışımlar

Açık gradasyonlu karışımlar örneğin açık gradasyonlu poroz asfaltlar kusmuş alanların iyileştirilmesi için çok etkili bir yöntemdir. Fakat oldukça pahalı bir yöntemdir (TNZ, 2005).

## SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Sathi kaplamalar, ülkemizde karayolu ağının büyük bir kısmını oluşturması bakımından önemli bir kaplama türüdür. Sathi kaplamalar zaman içerisinde trafik, iklim, çevresel faktörler vb. gibi hususlardan dolayı bozulmalar meydana gelmektedir. Oluşan bozulmalar sürüş konforunu ve güvenliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca yolun planlanan proje ömründen daha kısa sürede ömrünü tamamlaması ülke ekonomisine olumsuz yönde etki edecektir. Bozulmalar başlangıç itibarıyla yavaş bir şekilde seyreder. Bu gibi durumlarda rutin bakımlar sayesinde yolun performansı korunabilir. Fakat süre ilerlerse ve oluşan bozulmalara herhangi bir bakım onarım çalışmaları yapılmazsa, bozulmalar ilerleyecektir. Bu gibi durumlarda yapılacak bakım onarım maliyetleri de artış gösterecektir.

Ülkemizde sathi kaplamalı yollarda görülen orta ve yüksek dereceli kuma bozulmaları için onarım çalışması olarak sadece uygun boyutta agregalar serilmesi ve silindirilmesi tavsiye edilmiştir (Sağlık ve Güngör, 2008). Yapılan literatür çalışmalarıyla elde edilen bilgiler ışığında, kuma bozulması için diğer ülkelerde kullanılan ve etkinliği kanıtlanan yöntemlerin ülkemiz içinde alternatif yöntemler olarak değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Yapılacak doğru ve etkin iyileştirme çalışmaları yolların servis ömrünü uzatacağı ve böylece ülke ekonomisine büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

AAPA. (2004) High Pressure Water Retexturing work tips-No:44. Australian Asphalt Pavement Association, Austroads.

AAPA. (2010) Treatment of Flushed or Bleeding Surfaces. Pavement work tips-No 7. Australian Asphalt Pavement Association, Austroads.

ARRA. (2001) Basic Asphalt Recycling Manual. Asphalt Recycling and Reclaiming Association, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, U.S.

Bahia, H., Jenkins, K., Hanz, A. (2008) Performance grading of bitumen emulsions for sprayed seals. 1<sup>st</sup> Sprayed Sealing Conference. Adelaide Australia.

Çetin, S. (2012) Sathi Kaplamalarda Meydana Gelen Bozulmaların Görüntü İşleme Yöntemiyle Tespiti. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Müh. Böl., Doktora Tezi, 381 ,Isparta.

Freeman, T.J., Pinchoo, D.A., Ren, H., Spiegelman, C.H. (2003) Analysis and Treatment Recommendations from the Supplemental Maintenance Effectiveness Research Program (Smerp). Report No FHWA/TX-03/4040-3, Texas Department of Transportation, U.S. 178 p.

- Gransberg, D., James D.M.B. (2005) Chip Seal Best Practices. In: Chip Seal Performance Measures. NCHRP Synthesis 342. Transportation Research Board, pp.56-60, Washington, D.C.
- Gransberg, D.D., Pidwerbesky, B., James, D.M.B. (2005) Analysis of New Zealand Chip Seal Design and Construction Practices. Roadway Pavement Preservation, First National Conference on Pavement Preservation, Kansas City, Missouri.
- Gürer, C. (2011) Sathi Kaplamaların Performansına Etki Eden Parametrelerin İncelenmesi ve Performans Modeli Geliştirilmesi. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Müh. Böl, Doktora Tezi, 378 ,Isparta.
- Jackson, D.C., Jackson, N.C., Mahoney, J.P. (1994) Westside Chip Seal Study(1989). Report No WA-RD 229.1, Washington State Department of Transportation, Washington, U.S. 37 p.
- Jahren, C.K., Bergeson, K.L., Al-hammadi, A., Çelik, S., Lau, G. (1999) Thin Maintenance Surfaces, Phase One Report, Center for Transportation Research and Education Iowa State University.
- Johnson, A. (2000) Best Practice Handbook On Asphalt Pavement Maintenance. Minneapolis: Minnesota Technology Transfer Center.
- Lawson, W.D., Leaverton M., Senadheera, S. (2007) Maintenance Solutions for Bleeding and Flushed Pavements Surfaced with a Seal Coat or Surface Treatment. Report No FHWA/TX-06/0-5230-1, Texas Department of Transportation Research and Technology, U.S. 150 p.
- Li, Q., Zou, Q., Liu, X. (2011) Pavement Crack Classification via Spatial Distribution Features. EURASIP Journal on Advances in Signal Processing Volume 2011, Article ID 649675, 12 p.
- Maher, M., Marshall, C., Harrison, F., Baumgaertner, K. (2005) Context Sensitive Roadway Surfacing Selection Guide. FHWA-CFL/TD-0x-004, Federal Highway Administration Central Federal Lands Highway Division, U.S.
- NDOR. (2002) Pavement Maintenance Manual. Nebraska Department of Roads, Nebraska
- Sağlık, A., Güngör, A.G. (2008) Karayolları Esnek Üstyapılar Projelendirme Rehberi. K.G.M. Teknik Araştırma Daire Başkanlığı, Ankara.
- Texas DOT. (2004) Seal Coat and Surface Treatments Manual.
- Transit New Zealand (TNZ), (2005) Road Controlling Authorities, Roothing New Zealand. Chipsealing in New Zealand. Wellington, New Zealand, 524 p.
- Wade, M., Desombre, R., Peshkin, D. (2001) High Volume/High Speed Asphalt Roadway Preventive Maintenance Surface Treatments. Final Report No SD99-09, South Dakota Department of Transportation Office of Research.
- Waters J.C. (2006) Ultra High-pressure Watercutting-Rejuvenating the microtexture of polished surfacing. Fulton Hogan Limited, Christchurch, New Zealand.
- Waters J.C. (2008) Resurfacing roads using ultra high-pressure watercutting .REAAA Roadshow Fulton Hogan Limited, Christchurch, New Zealand.
- Yamada, A. (1999) Asphalt Seal Coat Treatments. San Dimas Technology and Development Center San Dimas, California.



# Öğütülmüş Araç Lastiği ve Parafin Modifikasyonunun Taş-Mastik Asfalt Kaplamanın Stabilite ve Rijitliğine Etkisi

**Baha Vural KÖK, Mehmet YILMAZ**

Fırat Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Elazığ.  
424 2370000/5418

bvural@firat.edu.tr, mehmetyilmaz@firat.edu.tr

**Mustafa AKPOLAT**

Fırat Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Elazığ.  
makpolat@firat.edu.tr

## Öz

Artan trafik hacmi ve daha ağır dingil yükü altındaki bitümlü karışımların kötü performansı, katkılı bağlayıcıların artan kullanımına ve gelişimine öncülük etmiştir. Kullanılan polimer tipi katkı maddelerinin çevrenin korunması açısından yetersiz kalması, her yıl daha da fazla artarak açığa çıkan atık araç lastiklerinin katkı olarak kullanımını gündeme getirmiştir. Öğütülmüş araç lastiği (CR) modifikasyonu karışımların mekanik özelliklerini polimer modifikasyonunda olduğu kadar maliyetlerin artmasına neden olmadan iyileştirirken, artan viskoziteye neden olarak işlenebilme özelliğini düşürmektedir. Bu sebeple son zamanlarda bu atık malzeme işlenebilme özelliklerini iyileştiren ılık karışım katkıları ile birlikte kullanılmaya başlamıştır. Bu çalışmada üç farklı orandaki CR ile birlikte parafin kullanılması taş-mastik asfaltın rijitlik ve stabilite özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Sonuçta katkıların birlikte kullanımının saf karışıma göre daha fazla stabilite ve rijitlik değeri verdiği aynı zamanda daha fazla esnek davranış sergilediği dolayısıyla, orta ve yüksek sıcaklıkta kalıcı deformasyonlara karşı daha dirençli olacağı tespit edilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Öğütülmüş araç lastiği, Parafin, Stabilite, Rijitlik.

## Giriş

Bitümlü sıcak karışımlar (BSK) yüksek sıcaklık ve uzun yükleme sürelerinde viskoz bir davranış sergilediğinden kalıcı deformasyonlara karşı direnci düşük olmakta ve BSK'larda gerek teknik gerekse ekonomik açıdan çok önemli kabul edilen tekerlek izinde oturma şeklinde bozulma meydana gelmektedir. Düşük ısılarda ise kırılmalı bir davranış sergileyerek trafik yüklerinden gelen gerilmeleri absorbe edememekte ve çatlaklar oluşmaktadır. Bitümlü sıcak karışımların düşük sıcaklıkta daha fazla esnek ve yüksek sıcaklıklarda daha stabil bir davranışa sahip olabilmesi için polimer tipi katkı malzemeleri kullanılmaktadır. Ancak kullanılan katkı malzemeleri pahalı katkılar olup, sağlayacağı faydanın yanında getirdiği ek maliyetler alternatif katkı arayışlarını gerektirmiştir. Bu sebeple bitümlü sıcak karışımlarda, her yıl daha da fazla artarak açığa çıkan ve çevresel sorunlara yol açan (Şekil1) atık araç lastiklerinin katkı olarak kullanımı pek çok ülkede gündeme gelmiştir.





**Şekil 1.** Atık lastik depoları [1].

Lastik üretiminde kullanılan materyaller olağanüstü kuvvetlidir. Seyir esnasında binlerce kilometre uzunluğundaki asfalt ve asfalt olmayan yollardaki sürtünmelere dayanıklı olacak şekilde imal edilirler. Oto lastikleri; üzerine gelen darbelere dayanımlı ve titreşim ile darbeleri büyük ölçüde sönümleyip yutan, esnek ve elastiki bir yapıya sahiptir [2]. Lastik, içeriğinde, 200'den fazla hammadde içeren yüksek teknolojiye sahip karmaşık bir üründür. Bir otomobil atık lastiğinin ağırlığı 9,1 kg'dır. Atık lastiğin yaklaşık olarak %35'i doğal ve %65'i sentetik olan geri kazanılabilir kauçuktan meydana gelmektedir. Bir kamyon lastiği 18,2 kg ağırlığında olup, bu ağırlığın %60 ile %70'i geri kazanılabilir kauçuk içermektedir [3, 4].

Literatürde öğütülmüş araç lastiği (CR) modifiyeli karışımların davranışı ile ilgili bir çok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar da CR modifikasyonunun asfalt karışımların yorulma ömrünü ve yüksek sıcaklıklarda kalıcı deformasyonlara karşı direncini önemli derecede artırdığı, polimerler yerine ekonomik olarak kullanılabilen katkıları belirtmiştir [5-8]. Yapılan çalışmalarda öğütülmüş araç lastiklerinin yaş proses (katkının bitüme ilave edilmesi) yerine kuru proses olarak (katkının bitümlü sıcak karışıma eklenmesi) kullanılması durumunda da karışımların tekerlek izi dirençlerinin ve çekme gerilmelerinin arttığı, düşük ısı davranışının iyileştiği belirtilmiştir [9,10]. Ancak öğütülmüş araç lastiklerinin bitüm modifikasyonunda kullanılması artan viskoziteye neden olarak kullanım olanağını sınırlandırmaktadır [11,12]. Bu aşamada ise sorunun çözümü için daha düşük sıcaklıklarda agrega ile karıştırılabilir özellikte sunan ılık karışım katkıları gündeme gelmektedir. Bu katkıların artan viskozite sorununa çözüm olmasının yanı sıra performans da katkı sağlayabilmektedir. Öğütülmüş araç lastiklerinin ve parafinin birlikte kullanıldığı çalışmalarda, parafinin öğütülmüş kauçuk modifiyeli bağlayıcının tekerlek izi parametresini iyileştirdiği ve yüksek sıcaklık performans seviyesini artırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca parafinin yaşlanmamış ve kısa süreli yaşlanmış bağlayıcının kompleks modülü üzerinde en etkili olan ılık karışım katkısı olduğu belirtilmiştir [13]. Akisetty ve dig. %10 0,425 mm boyutunda öğütülmüş kauçuk içeren PG 64-22 bağlayıcısında iki farklı ılık karışım katkısı kullanmıştır. Sonuçta öğütülmüş araç lastiği modifikasyonunun yorulma parametresini azalttığı ancak bu bağlayıcının ılık karışım katkıları ile birlikte kullanılması durumunda yorulma parametresinin düşmediği tespit edilmiştir [14].

Bu çalışmada değişik oranlarda öğütülmüş araç lastiği ve FT-parafin ile modifiye edilmiş bitümlerle hazırlanan taş-mastik asfalt numunelerinin stabilite ve rijitlik özellikleri incelenmiş kontrol karışımının özellikleri ile karşılaştırılmıştır.



## Materyal ve Yöntem

Çalışmada bağlayıcı olarak TÜPRAŞ Batman rafinerisinden temin edilen B 50/70 sınıfı asfalt çimentosu kullanılmıştır. Bağlayıcıya ait özellikler Tablo 1’ de verilmiştir.

**Tablo 1.** Bağlayıcının özellikleri.

Özellikler	Standart	B 50/70
Penetrasyon (0,1 mm), 100 g, 5 s	ASTM D5	51
Yumuşama noktası (°C)	ASTM D36	52,2
Penetrasyon indeksi (PI)		-0,6
Özgül ağırlık		1,013
Viskozite (cP, 135°C)	ASTM D4402	600
Viskozite (cP, 165°C)	ASTM D4402	175
Karıştırma sıcaklığı (°C)		165,8
Sıkıştırma sıcaklığı (°C)		152,8

Bitüm modifikasyonunda kullanılan öğütülmüş atık lastik Samsun Akın Kauçuk firmasından temin edilmiştir. Atık lastik kauçuğu (CR), mekanik parçalama yöntemi ile 0,3 – 0,6 mm çapında elde edilmiştir (Şekil 2). Çalışmada öğütülmüş atık lastikler B 50/70 bitümüne ağırlıkça %6, %8 ve %10 oranlarında ilave edilmiştir.



**Şekil 2.** Öğütülmüş atık araç lastiği (crumb rubber) [15].

Bitüm modifikasyonunda kullanılan bir diğer katkı maddesi olan parafin Sasolwax firmasından temin edilmiştir. Bir organik ılık karışım katkısı olan parafin Fischer-Tropsch yöntemi ile elde edilen alifatik hidrokarbondur. Normal alifatik hidrokarbon 22-45 adet karbon molekülü bulunurken, Fischer-Tropsch yöntemi ile elde edilen alifatik hidrokarbon molekülü içerisinde 40 ile 115’den daha fazla karbon atomu bulunmakta ve bu sayede uzun zincirli molekül yapısına sahip olmaktadır [16]. Çalışmada paraffin, B 50/70 bitümüne ve %6-8-10 oranında öğütülmüş araç lastiği modifiyeli bağlayıcılara ağırlıkça %3 oranında ilave edilmiştir.

Öğütülmüş atık lastik ve parafin katkılı modifiye bitümler, saf bitüm akışkan hale gelip karıştırma kabına aktarıldıktan sonra katkının belirlenen içerikte yavaş yavaş ilave edilip, 1000 devir/dakika hıza sahip karıştırıcıda 175 °C sabit sıcaklıkta 1 saat süre ile karıştırılarak hazırlanmıştır.

Karışım numunelerinde agrega olarak özellikleri ve gradasyonu Tablo 2’de verilen kireçtaşı kullanılmıştır. Maksimum 19 mm dane çapında olan taş-mastik-asfalt karışım numuneleri,

101,6 mm çapında ve  $63,5 \pm 2$  mm yüksekliğinde Marshall tokmağı ile her iki yüzüne 50 darbe uygulanarak hazırlanmıştır. Optimum bitüm muhtevası kontrol karışımları için %6.0 olarak belirlenmiş bu oran diğer karışım tipleri içinde kullanılmıştır. Karışımlarda Shelenberg süzülme değeri %0,3'ten az olan agrega ağırlığınca %0,5 Viatop fiber kullanılmıştır. Karışımların, hava boşluğu oranı ( $V_a$ ), asfaltla dolu boşluk oranı ( $V_{FA}$ ), agregalar arasındaki boşluk oranı ( $V_{MA}$ ), hacim özgül ağırlıkları ( $G_{mb}$ ), karıştırma-sıkıştırma sıcaklıkları Tablo 3'te verilmiştir. Tablodan görüldüğü üzere numunelerin hacimsel özellikleri birbirine yakın sonuçlar vermektedir. En düşük boşluk oranı sadece %3 parafin ile modifiye edilen numunede en yüksek boşluk oranı ise %10 CR ve %3 parafin ile modifiye edilen karışımda olmuştur.

**Tablo 2.** Agrega özellikleri ve gradasyonu.

Elek çapı (mm)	19,1	12,7	9,52	4,76	2,00	0,42	0,17	0,075
Geçen (%)	100	95,0	65,0	37,5	25,0	17,0	13,0	10,0
Özgül ağırlık ( $g/cm^3$ ) (Kaba, ince, filler)				2,533	2,619	2,732		
Aşınma kaybı (%) (Los Angeles)					25			
Don kaybı (%) ( $Na_2SO_4$ )					2,5			
Soyulma direnci (%) (Nicholson)					70-75			

**Tablo 3.** Karışımların hacimsel ve fiziksel özellikleri.

Karışım tipleri	$W_a$ (%)	$V_a$ (%)	$V_{MA}$ (%)	$V_{FA}$ (%)	$G_{mb}$
0-0	6,0	2,91	14,28	79,61	2,351
0-3	6,0	2,88	14,25	79,78	2,352
6-3	6,0	3,01	14,37	79,04	2,348
8-3	6,0	3,12	14,47	78,42	2,346
10-3	6,0	3,18	14,52	78,11	2,344

### İndirekt Çekme Rijitlik Modülü Deneyi

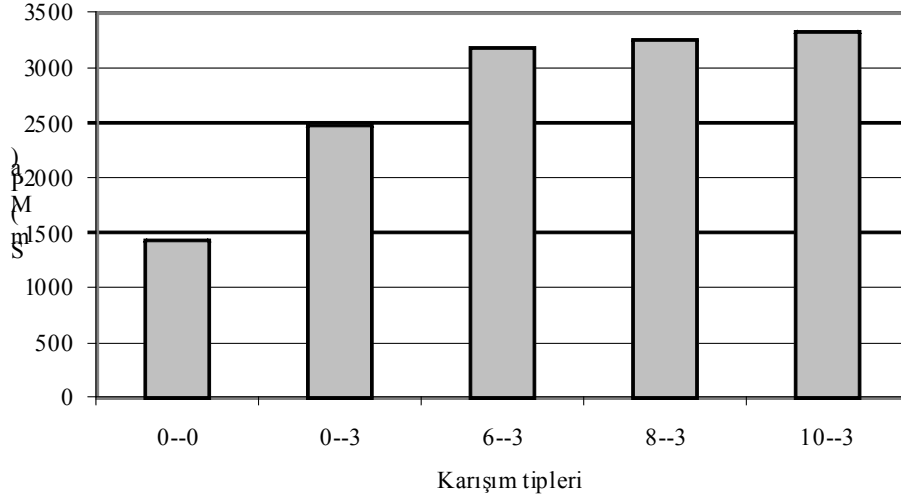
Bitümlü tabakaların yük dağıtma kabiliyetinin bir ölçüsü olan rijitlik modülü, bitümlü sıcak karışımların en önemli performans karakteristiklerinden biridir. Bu deney BS DD 213 standardı ile tanımlanmış hasarsız bir deney olup rijitlik modülü ( $S_m$ , MPa) Formül 1 ile hesaplanmaktadır.

$$S_m = F(R+0,27) / LH \quad (1)$$

Burada F, maksimum dikey yük (N); H, 5 yük tekrarı sonucunda oluşan ortalama yatay deformasyon ( $\mu m$ ); L, ortalama numune kalınlığı (mm); R ise poisson oranıdır (0,35). Deney, 25°C sıcaklıkta deformasyon kontrollü olarak yapılmıştır. Maksimum deformasyon 6  $\mu m$ , yükleme periyodu 3 sn, yük artış süresi 0,124 sn olarak alınmıştır. Yükleme başlığı pnömatik olarak çalışan cihaz, ilk önce numunede 6  $\mu m$  deformasyon oluşturacak yük değerini ayarlamak için 5 adet deneme yüklemesi yapmaktadır. Deneme yüklemesinden sonra gerekli olan yükü ayarlayan cihaz, gerçek yüklemeleri yapmakta ve her darbeye 6  $\mu m$  deformasyon oluşması için gerekli yük değerini kaydetmektedir. Sonuçta 5 yüklemenin ortalama değerini ve standart sapmaları vermektedir. Deneylerde standart sapması %10'dan fazla olan numuneler iptal edilmiştir. Deney 25 °C'de yapılmıştır. Tablo 4'de rijitlik modülü deneyinden elde edilen sonuçlar, Şekil 3'te ise ortalama sonuçların grafiksel gösterimi verilmiştir.

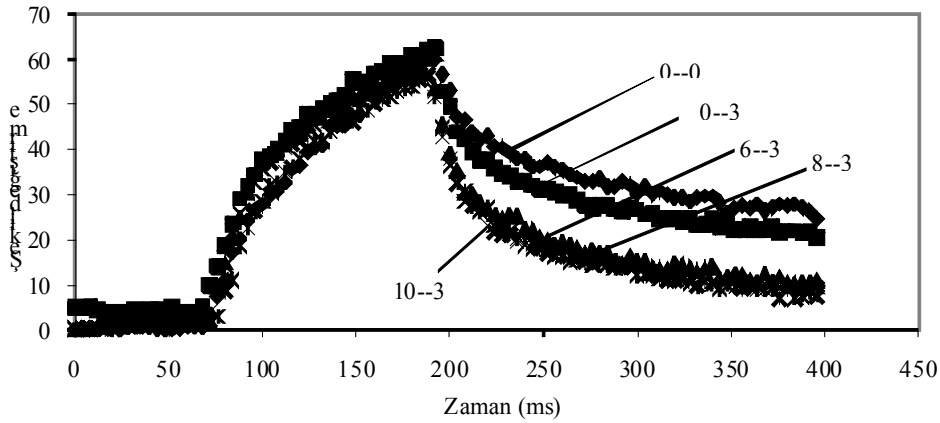
**Tablo 4.** ITSM deney sonuçları (MPa)

	1.deneme	2.deneme	3.deneme	4.deneme	5.deneme	6.deneme	Ortalama
0-0	1501	1472	1365	1381	1549	1304	1428
0-3	2605	2473	2332	2554	2587	2341	2482
6--3	2934	3221	3336	3101	3229	3190	3168
8--3	3329	3187	3070	3295	3371	3202	3242
10--3	3458	3156	3480	3386	3210	3298	3331



**Şekil 3.** Karışımların rijitlik modüllerinde meydana gelen değişim.

Şekil 3'den görüldüğü üzere katkı kullanımı ile birlikte karışımların rijitlik değerleri artmaktadır. Sadece %3 parafin kullanımının ile rijitlik değeri saf karışıma göre %67 artış gösterirken %6, %8 ve %10 CR kullanımı ile beraber bu artış değerleri sırası ile 1,2, 1,27 ve 1,33 kat olmaktadır. CR oranının %6'dan %10'a çıkması durumunda rijitlikte çok fazla bir değişme olmamaktadır. 25 C'de yapılan bu deneyde belirlenen rijitlik artışları, karışımların orta ve yüksek sıcaklıkta kalıcı deformasyonlara karşı direnç gösterebileceğine işaret etmektedir. Şekil 4'te karışımların ortalama rijitlik değerine en yakın ölçümü veren numunelerin 400 ms içerisinde anlık yüklenme sonucu meydana gelen deformasyonları verilmiştir.



**Şekil 4.** Karışımların zaman-şekil değiştirme ilişkisi.

Deney deformasyon kontrollü yapıldığından ve 6 mikron deformasyon seviyesi seçildiğinden, yükleme sonucunda numunelerde elastik bir deformasyon (6 mikron) meydana gelmekte yük kalktıktan sonra ise bu deformasyonlar geri gelmektedir. 3000 ms seviyesinde bütün deformasyonlar sıfır değerine geri gelmektedir. Ancak karışımların esneklikleri hakkında bir fikir sahibi olabilmek için burada 400. ms deki deformasyonlar değerlendirilmiştir. Şekil 4’de görüldüğü üzere 10-3 karışımında deformasyonların büyük bir kısmı geri dönmüştür. Saf karışım (0-0) 400.ms’de en yüksek deformasyon seviyesine sahip olarak en az esnek davranışı göstermiştir. Saf karışımdan sonra sırasıyla 0-3, 6-3 ve 8-3 karışımları daha esnek davranış sergilemiştir. CR modifiyeli karışımlar rijitlik modülünde olduğu gibi benzer performans göstermiştir.

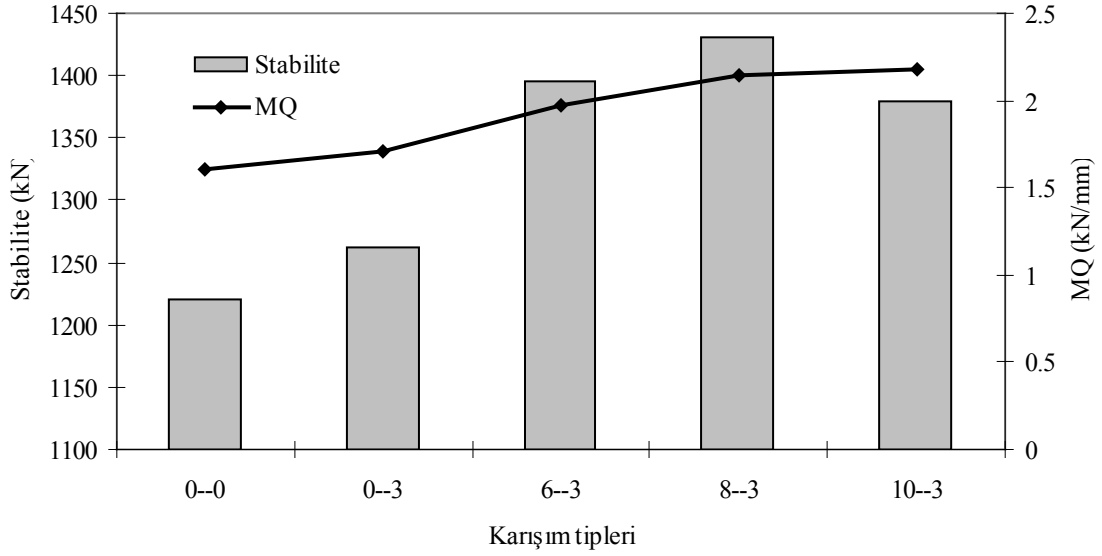
## Marshall deneyi

Stabilite; deformasyona karşı maksimum dayanım olarak, akma ise maksimum yüke ulaşıldığı anda numunede meydana gelen deformasyon olarak tanımlanmaktadır. Deneyde,  $60 \pm 1^{\circ}\text{C}$  sıcaklığa sahip su banyosunda 40 dakika bekletilen numuneler Marshall stabilite aletine yerleştirilmekte ve numuneye  $50 \pm 2$  mm/dakika hızla yükleme yapılmaktadır. Deneyde, maksimum yük ve maksimum yük sırasındaki deformasyon değerleri kaydedilmektedir. Deney sonuçları yoldaki performansla direkt ilişkilendirilmemekle birlikte karışımların birbirleri ile karşılaştırılması bakımından yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Tablo 5’de deneyden elde edilen stabilite ve akma değerleri ayrıca rijitliğin bir göstergesi olan stabilite/akma (MQ) değerleri verilmiştir.

Stabilite deneyinde rijitlik deneyinde olduğu gibi katkı içeriğinin artması ile sürekli bir artış gözlenmemiştir. En yüksek stabilite değerini %8 CR ve %3 (8-3) parafinin birlikte kullanıldığı karışım vermiştir. 10-3 karışımı 6-3 karışımından daha düşük stabilite değeri vermiştir. Bunun nedeninin artan CR içeriği ile adezyon özelliklerinin olumsuz etkilenmesi olarak düşünülmektedir. Sadece %3 parafinin kullanıldığı karışım saf karışımdan sadece %4 daha yüksek değer vermiştir. Parafinin tek başına kullanılması durumunda rijitlik üzerinde etkili iken stabilite üzerinde çok etkili olmadığı tespit edilmiştir. 6-3, 8-3 ve 10-3 karışımları saf karışıma göre sırasıyla %14, %17 ve %13 daha yüksek stabilite değerleri vermiştir. Stabilitenin akmaya oranı olan MQ değerleri incelendiğinde burada rijitlik deneyinde olduğu gibi katkı kullanımı ile sürekli bir artışın olduğu görülmektedir. MQ değerlerinin yük dağıtma kabiliyetinin bir göstergesi olduğu düşünüldüğünde rijitlik sonuçları ile benzer eğilime sahip olması mantıklı sonuçlar vermektedir. 0-3, 6-3, 8-3 ve 10-3 karışımları saf karışıma göre sırasıyla %6, %18, %33 ve %35 daha yüksek MQ değerleri vermektedir.

**Tablo 5.** Marshall stabilite ve akma deney sonuçları.

Karışım tipi		1.deneme	2.deneme	3.deneme	Ortalama	Ortalama MQ
0--0	Stabilite (kN)	12,37	12,48	11,79	12,21	1,61
	Akma (mm)	7,50	7,71	7,45	7,55	
0--3	Stabilite (kN)	12,29	12,26	13,32	12,62	1,71
	Akma (mm)	7,82	6,56	7,71	7,36	
6--3	Stabilite (kN)	13,24	14,17	14,44	13,95	1,98
	Akma (mm)	6,71	7,32	7,11	7,04	
8--3	Stabilite (kN)	13,32	14,37	15,25	14,31	2,14
	Akma (mm)	6,18	6,90	6,92	6,66	
10--3	Stabilite (kN)	14,21	13,77	13,44	13,80	2,18
	Akma (mm)	6,72	5,90	6,40	6,34	



**Şekil 5.** Karışımların stabilite ve MQ değerlerindeki değişim.

## Sonuç

Bu çalışmada sabit tutulan %3 Parafin içeriği ile birlikte değişik oranlarda öğütülmüş araç lastiği modifiyeli taş-mastik asfalt karışımların stabilite ve rijitlikleri tespit edilmiştir. Çalışmada son zamanlarda yaygın bir şekilde kullanılmaya başlayan taş-mastik asfalt karışım tipi kullanılmıştır.

Karışımları rijitliklerinin katkı kullanımı ile arttığı ancak %6 CR ile %10 arasında çok fazla bir farkın olmadığı, CR modifiyeli karışımların saf karışıma göre orta sıcaklıkta önemli derecede daha fazla esnek davranış sergilediği tespit edilmiştir. Stabilite açısından en yüksek değeri %8 CR ve %3 parafinin birlikte kullanıldığı karışımın verdiği belirlenmiştir. Gerek rijitlik modülü ve gerekse MQ değerleri göz önüne alındığında CR modifikasyonunun karışımların yük dağıtma kabiliyetini önemli derecede artırdığı böylece orta ve yüksek sıcaklıkta ağır taşıtların ve aşırı yük tekrarlarının neden olacağı kalıcı deformasyonlara direnç göstererek kaplama ömrünü uzatacağı tespit edilmiştir.

Yol esnek kaplamalarında öğütülmüş araç lastiklerinin katkı olarak kullanımı üstyapı performansına katkı sağlamasının yanı sıra bu atık malzemenin oluşturacağı çevresel sorunlara da çözüm olmaktadır. Ülkemizde her yıl yaklaşık olarak 180-200.000 ton ömrünü tamamlamış lastik açığa çıkmaktadır. 2012 yılında toplam 38,3 milyon ton bitümlü sıcak karışım (BSK) üretimi yapılmıştır. BSK da ortalama %5 bitüm ve bitüm ağırlığına %10 atık lastik kullanılması göz önüne alındığında her yıl açığa çıkan ortalama 190.000 ton atık lastiğin tamamının BSK üretiminde kullanılarak bertaraf edilebileceği görülmektedir. Öğütülmüş araç lastiği fiyatlarının bitümden düşük olduğu [17,18] dikkate alındığında, öğütülmüş araç lastiği kullanımı, BSK üretiminde ilave bir maliyet doğurmadan performans artışı sağlamakta ve bu sayede uzun dönemde daha düşük bakım maliyeti gerektiren kaplama imkanı sunmaktadır.

## Kaynaklar

- [1]. İnternet, <http://www.kirikhanolay.com.tr/aydin/didimdeki-lastik-yangini-tepki-topladi-h18308.html>, <http://www.bugun.com.tr/gundem/ankarada-buyuk-yangin-haberi/641697>
- [2]. Yeşilata, B., Bulut, H., Turgut, P., Demir, F. (2007) Atık Taşıtların Lastiklerinin Depolanmasına Yönelik Çevresel Sorunların İrdelenmesi. Çevre Bilim&Teknoloji Dergisi, 2, (4), 367-381.
- [3]. İnternet , <http://www.michelin.com.tr>
- [4]. Sugözü, İ., Mutlu, İ. (2009) Atık Taşıtların Lastikleri ve Değerlendirme Yöntemleri. Taşıtların Teknolojileri Elektronik Dergisi, 1, (1), 35-46.
- [5]. Kök, B.V., Çolak, H. (2011) Laboratory Comparison of the Crumb-Rubber and SBS Modified Bitumen and Hot Mix Asphalt. Construction and Building Materials, 25, (8), 3204-3212.
- [6]. Liu, Y., Han, S., Zhang, Z., Xu, O. (2012) Design and Evaluation of Gap-Graded Asphalt Rubber Mixtures. Materials and Design, 35, 873–877.
- [7]. Júnior, A.F.A., Battistelle, R.A., Bezerra, B.S., Castro, R. (2012) Use of Scrap Tire Rubber in Place of SBS in Modified Asphalt as an Environmentally Correct Alternative for Brazil. Journal of Cleaner Production, 33, 236-238.
- [8]. Bennert, T., Maher, A., Smith, J. (2004) Evaluation of Crumb Rubber in Hot Mix Asphalt Center for Advanced Infrastructure and Transportation (CAIT) Rutgers Asphalt/Pavement Laboratory (RAPL) Final Report 9/2003 – 7/2004.
- [9]. Arabani, M., Mirabdolazimi, S.M., Sasani, A.R. (2010). The Effect of Waste Tire Thread Mesh on the Dynamic Behaviour of Asphalt Mixtures. Construction and Building Materials, 24, (6), 1060-1068.
- [10]. Weidong, C. (2007) Study on Properties of Recycled Tire Rubber Modified Asphalt Mixtures Using Dry Process. Construction and Building Materials, 21, 1011–1015.
- [11]. Çelik, O.N., Atis, C.D. (2008) Compactibility of Hot Bituminous Mixtures Made with Crumb Rubber-Modified Binders. Construction and Building Materials, 2, 1143–1147.
- [12]. Kök, B.V., Yılmaz, M., Akpolat, M. (2014) Evaluation of the Conventional and Rheological Properties of SBS + Sasobit Modified Binder. Construction and Building Materials, 63, 174–179.
- [13]. Wang, H, Dang, Z, You, Z, Cao, D. (2012) Effect of Warm Mixture Asphalt (WMA) Additives on High Failure Temperature Properties for Crumb Rubber Modified (CRM) Binders. Construction and Building Materials, 35, 281-288.
- [14]. Akisetty, C., Xiao, F., Gandhi, T., Amirkhanian, S. (2010) Estimating Correlations Between Rheological and Engineering Properties Of Rubberized Asphalt Concrete Mixtures Containing Warm Mix Asphalt Additive. Construction and Building Materials, 25(2), 950-956.
- [15]. İnternet., <http://www.fhwa.dot.gov/publications/publicroads/03jul/08.cfm>
- [16]. İnternet, <http://www.sasolwax.com>
- [17]. İnternet, <http://www.arisanlastik.com.tr>
- [18]. İnternet, <http://www.tupras.com.tr>

# Tesis Yer Seçim Problemi ve Denizli Şehirlerarası Otobüs Terminali Örneği

**Görkem GÜLHAN, Halim CEYLAN**

Pamukkale Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü

Tel: (258) 296 25 35

E-Posta: ggulhan@pau.edu.tr

Pamukkale Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Tel: (258) 296 33 51

E-Posta: ggulhan@pau.edu.tr

## Öz

Günümüzde kentler ekonomik ve mekânsal olarak büyümekte olup birçok kent zamanla anakentlere dönüşmektedir. Bu genişleme süreci içerisinde alınan arazi kullanım kararları, kentlerin gelecekte geri dönülmesi zor bir şekilde biçimlenmesini sağlamaktadır. Dolayısıyla bu kararlar insanların mekânsal, ekonomik ve sosyal yaşamlarını belirleyen en önemli kentsel müdahalelerdir. Temel arazi kullanımının omurgası olan konut alanları, ulaşım alanları ve vakit geçirme alanları gibi alanların yerlerinin daha sonradan değiştirilmesi veya zararlarının azaltılması kısmen olanaklar dahilindedir. Diğer yandan kent içinde yüksek ölçekte belirgin bir alan kaplayan tesislerin yer seçimi yanlış yapıldığı takdirde zararlarının azaltılması temel arazi kullanım tipleri kararlarına göre daha zor olmaktadır. Bu tarz tesislerin yer seçimlerinin doğru ve etkin yapılması kentin gelecekte alacağı form ve bölge insanının sosyal ve ekonomik neticesi açısından çok değerlidir. Şehirler sisteminin dengeli olarak planlanması, onu oluşturan üretim ve hizmet sistemlerinin dengeli olarak dağılmasına bağlıdır. Dengesiz planlanan büyük yatırımlar ülke ekonomilerine zarar vermektedir. Bu nedenle, bu yatırımların yapılmasına karar veren kurum ve kuruluşların etüt çalışmaları yapmaları, siyasi beklentilerden arınmış mühendislik ve planlama adımlarını teknik kurallarına uygun atarak yapmaları gerekmektedir. Bu çalışmada Denizli Şehirler Arası Otobüs Terminali'nin kente etkileri incelenmiş olup esasen otoparkın kentsel ulaşım ağı ile olan uyumluluğu ve senkronize çalışabilirliği sorgulanmıştır. Denizli Şehirler Arası Otobüs Terminaline kentin tarihi çekirdek bölgesinin yanında ve bu bölgeye teğet olarak geçen şehirlerarası anayol üzerinde yer seçilmiştir. Terminalin yer seçiminin değerlendirilmesi ile tesise yer seçerken göz önünde bulundurulması gereken teknik hususlar araştırılmış olup VISSIM trafik benzetim programından yararlanılarak otoparkın kentin en büyük kavşağındaki trafiğe olan etkileri incelenmiştir. Önce ve sonra trafik sayımları, trafik benzetim modelleri ile temsil edilerek otoparkın trafiğe olan olumlu/olumsuz etkileri tespit edilerek değerlendirilmiş olup, bu tespit görsel olarak benzetim programı ile desteklenmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Tesis yer seçimi, Denizli, Otopark, Trafik benzetim modeli, Vissim.

## Giriş

Kentleşme sürecinin hızlanması beraberinde nüfus artışını getirmekte olup ulaşım talebini de tetiklemektedir. Bu gelişmeler, yolculukların sayı ve yerleşmeler arası mesafelerindeki artışlara cevap verebilecek yeni kentleşme (New Urbanism) ile akıllı büyüme (Smart Growth) gibi kentin arazi kullanımına yönelik ve fazla araba kullanım ihtiyacını azaltabilecek yeni planlama anlayışlarını da beraberinde getirmektedir (Cervero, 2001). Günümüzde arazi kullanım çekiciliği yüksek olan yerleşmelerin, kentlerin gelecekteki formlarını saptayan esas kent öğeleri olduğu bilinmektedir. Çekiciliği yüksek kent öğeleri şehirlerin şekillenmesini sağlayan, mekânsal, sosyal ve mali kaderini saptayan en önemli yapı taşları durumundadır.

Çekim gücü yüksek arazi kullanım öğeleri, kentleşmeyi hızlandıran öğeler olduğu kadar ekonomik açıdan da yüksek maliyetli yatırımlar olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Bu nedenle ilk yapım süreci tamamlandıktan sonra bu yapıların taşınması veya etkilerini değiştirecek başka arazi kullanışlarının inşa edilmesi kent ekonomisine çok yüksek maliyetler yükleyebilmektedir. Bu nedenle bu tarz tesisler yapıldıktan sonra başka yerlere taşınması teoride mümkün görünse de pratik olarak mekânsal hareketliliği çok kısıtlıdır. Yüksek ekonomik maliyetler nedeni ile bu tarz tesislerin yer seçimi bir defa ve isabetli olarak yapılmalıdır. Bu nedenle kentleşme sürecine, bu tarz yer seçim tesislerinin hatalı yer seçimleri geri dönülmez hasarlar verebilmektedir. Özellikle kent içi ulaşım olan olumsuz etkilerin sonucu olarak kentsel erişilebilirlik düşmektedir.

Ulaşım ve arazi kullanım arasında tekrarlı özellik kazanmış mekânsal etkileşim vardır. Konutsal, endüstriyel ve ticari arazi kullanımların kentsel alandaki dağılımı, insanların yaşama, çalışma, alışveriş yapma, eğitim ve boş zamanları değerlendirme gibi etkinliklerini belirlemektedir (Wegener, 2003). Çekici bir arazi kullanım türüne oluşan ulaşım talebi nedeni ile ulaşım tesisleri yapılmakta ve böylece o tesis daha erişilebilir bir tesis olmaktadır. Bu şekilde arazi kullanım çekiciliği daha fazla artarak ulaşım talebini de beraberce arttırmakta ve kentsel etkileşim bu şekilde güçlenerek genişlemektedir. Artan talep ile birlikte mekânsal etkileşim genişleyerek zamanla bölgede kullanılan yolların trafik hacmini, bölgeye ulaşımında kullanılan toplu taşıma kullanım oranlarını ve otopark kullanım oranlarını arttırmaktadır. Bu durum özellikle çarpık kentleşmenin etkisi altındaki kentlerde, trafik yükünü arttırarak kapasiteyi zorlamakta ve kent içi yolların hizmet düzeyini düşürmektedir.

Bu şekilde arazi kullanım çekiciliği yüksek olan tesisler yapılmadan önce yer seçim değerlendirmeleri etkin şekilde yapılmalıdır. Trafik etki değerlendirmeleri ile tesisin yapıldıktan sonra bölgeye getireceği ek trafik yükü belirlenmeli ve bölgedeki trafik yollarının oluşacak ulaşım talebini karşılayıp karşılayamayacağı belirlenmelidir. Trafik talebinin karşılanmadığı bölgelerde ulaşım yatırımları veya başka uygulamalarla kapasitenin yeterli düzeye getirilip getirilemeyeceği araştırılmalıdır. Ulaşım ile ilgili mekânsal değerlendirmelerle beraber sosyal ve ekonomik değerlendirmeler de olumlu sonuçlar verirse tesis yer seçim özelliklerine uygun seçim yapıldığı kanaatine varılmaktadır.

Tesis yer seçimi, plancıların ve bilim adamlarının 17. Yüzyıldan beri üzerinde çalışmakta oldukları bir konudur (Tesis yer seçimi probleminin temel amacı kullanıcılara tesisin ağ içinde en düşük maliyetle en uygun hizmeti verebilecek yeri tespit etmektedir. Tesis yeri seçiminde modelleme yapılırken akım deseni, hizmet düzeyi, mekânsal kurulum, amaç fonksiyonlarının belirlenmesi, kapasiteler, ağ durumu, zamansal faktörler ve uygulama zorlukları değerlendirilmektedir (Farahani ve diğ., 2014). Tesis yer seçimi yaparken karar vericiler, siyasetçiler ve plancılar değerlendirmelerini teknik, adalet ve verimlilik arasında



ortak bir denge gözeterek yapmalıdırlar (Batta ve diğ., 2014). Bireylerin zevk ve sosyo-ekonomik özellikleri farklılıklar gösterdiğinden, onların konut ve iş yeri seçimleri de değişkenlik göstermektedir (Marin ve Altıntaş, 2004).

Kuruluş yeri konusunda yoğun çalışmalar yapan Alfred Weber kuruluş yerini, “istihlak alanı”, “hammadde alanı” ve “iş alanı” gibi ibareleri kapsayan, üretimin yer bakımından dağılışı veya bir yerde toplanması ile ilgili ekonomik, sosyolojik ve kültürel belirtileri de içine alan bir kavram olarak tanımlamaktadır. Weber’e göre ekonomik açıdan en yüksek seviyeye ulaşmak amacıyla çalışan bir işletme için gerekli şartların belki de en önemlisi, iyi seçilmiş bir kuruluş yeridir (Weber, 1929).

Yerleşim kuramları, ekonomik etkinliklerin yerleşim yerlerini tahmin etmek ve açıklamak ihtiyacından doğmuştur. Bu kuramlar genelde gözlemlenen üç olguyu kavramaya yöneliktir: 1) Bir firmanın yerleşimi, 2) Bir grup firmanın yerleşimi ve 3) Farklı arazi kullanımları gibi bir takım etkinliklerin yerleşimi (Berry ve Horton, 1970). Kısacası yerleşim kuramları, değişik arazi kullanımlarının aynı mekân için nasıl rekabet ettikleri sorunu ile ilgilenir (Steiner, 1994) ve dolayısıyla da kentsel ulaşım ile yakından ilişkilidir.

Vedia Dökmeci tesis yer seçimi problemlerini dört ana eksene ayırmıştır ve tesis yer seçimi problemlerini yeni kurulacak tesisin özellikleri, mevcut tesislerin yerleri, yeni ve eski tesislerin arasındaki ilişkiler, problemin mekân açısından özellikleri, uzaklığın ifade şekli ve amacın ifade şekli olarak incelemiştir (Dökmeci, 2005).

- 1) Bir metropoliten alanda hastane, itfaiye, karakol, postane, kütüphane yer seçimi,
- 2) Birden fazla şehre hizmet edecek depo yer seçimi,
- 3) Birden fazla fabrikaya hizmet edecek depo yer seçimi,
- 4) Bir bölgeye hizmet edecek elektrik santrali yer seçimi

Bir topluma hizmet edecek olan tesislerin en uygun, sayı, büyüklük ve yerlerinin saptanması problemini, bu hizmetin maliyetinin ve yer seçiminin saptanması şeklinde farklı gruplarda incelemek mümkündür. Özellikle ülkemiz gibi ekonomik kaynakları sıkıntılı ülkelerde tesis yer seçimi probleminin etkin yapılabilmesi büyük önem taşımaktadır.

Türkiye sanayileşme sürecini ve sanayileşmenin getirdiği ekonomik ve sosyal gelişmeleri yetersiz yaşadığı için kentleşme sürecini günümüzde hala sağlıklı sürdürmektedir. Plansız kentleşmenin önüne hiçbir dönemde geçilememiş olup süreç siyasi ve ekonomik nedenlerden dolayı teknik yönü ile zayıf ilerlemektedir. Ülkemizin kentleşme sürecinde, yüksek ölçekli tesislerin yer seçim değerlendirmeleri hukuksal bağlayıcılığı olmadığı için çok yönlü olarak yapılmamıştır. Arazi kullanım türleri için belirlenen yer seçimleri isabetsiz olduğu için planlı kentleşme sürecini genellikle olumsuz etkilemiştir. Konut alanlarının, ticari alanların ve ulaşım kurgusunun karar verme süreçlerinde nesnel, rasyonel ve teknik kurallara bağlı kalınma iradesi ekonomik, sosyal ve siyasi nedenler yüzünden zayıf kalmaktadır. Aynı şekilde tesis yer seçimleri ise genellikle yeterli teknik değerlendirmeler yapılmadan belirlenmekte olduğu için plansız kentleşme her geçen gün artan bir sorun olarak karşımızda durmaktadır.

Bu çalışmada tesis yer seçim özellikleri araştırılmış olup ağırlıklı olarak trafik ve ulaşım ile olan kısmı incelenmiştir. Bir tesisin yerinin etkin bir şekilde belirlenebilmesi için sağlanması gereken özellikler ve yöntemler araştırılmış ve ülkemizdeki sorunlar değerlendirilmiştir. Denizli Üçgen Mevkii’nde kent merkezine yapılan şehirlerarası otobüs terminalinin yer seçimi sorgulanmıştır. Yer seçimi ağırlıklı olarak mekânsal ve sosyal açılardan sorgulanmış

olup daha sonra terminalin trafiğe olan etkileri incelenmiştir. Otogarın bölge trafiğine olan etkileri PTV VISSIM “Traffic Simulation Software” programından faydalanılarak belirlenmiştir. Kentin en büyük kavşağı olan Denizli Üçgen Kavşağı ile otogarın trafik ilişkisi trafik benzetim modeli vasıtası ile tasarım öncesi ve sonrası olarak tespit edilmiş olup elde edilen netice ile yer seçiminin isabetliliği sorgulanmıştır.

## **Tesis Yer Seçim Problemi Ve Ölçütleri**

Tesis yer seçimi problemi, başta yöneylem araştırmacıları olmak üzere, şehir plancıları, iktisatçılar, bölge plancıları ve mühendisler gibi çeşitli mesleklerden araştırmacıların ilgisini çeken bir konudur. Bunlardan her biri, tesis yer seçimi problemini başka türlü yorumlamakta ve buna göre farklı çözüm yolları getirmektedir (Dökmeci, 2005).

Tesis yer seçiminde uygunluk özelliği ekonomik, arazi seçimi ve bölgesel olmak üzere üç ana ekseninde incelenmektedir.

Ekonomik açıdan uygunluk:

- Maliyet en küçükleme (kuruluş, işçilik, enerji, vergi ve taşıma maliyetleri)
- Kar en büyükleme
- Yerel işgücünün maliyeti ve elverişliliğindeki değişimler
- Malzemenin elverişliliğindeki değişimler
- Yapıların tahribi veya zorunlu olarak satın alınması (Kamulaştırma)
- Ulaştırmanın etkililiği ve elverişliliğindeki değişimler
- İlgili firmaların yer değiştirmesi
- Ulusal yasama faaliyetleri

Arazi seçimi ile ilgili faktörler (Bu özellikler daha teknik düzeydedir):

- Ulaşım olanakları (uçak, tren, kara yolu koşulları)
- Arazinin büyüklüğü ve maliyeti
- Yan sanayi kuruluşlarına yakınlık
- Belediye hizmetleri
- Genişleme olanakları
- Atıkları giderme kolaylıkları
- İşçi-işveren ilişkileri
- Vergiler

Bölgesel faktörler (Bölgesel faktörler daha makro düzeydedir):

- Bölgesel teşvikler
- Bölgesel kalkınma projelerinin varlığı
- Nüfus yapısı, çalışma oranı, eğitim durumu
- Talep ve dağıtım açısından bölgenin elverişliliği
- İletişim olanakları
- Hammadde kaynaklarının gelecekteki ve şimdiki durumu
- Yan sanayi kuruluşlarının durumu
- Çevre ile ilgili mevzuatlar ve yasalar
- Enerji kaynaklarının durumu ve maliyetleri
- Bölgenin iklim koşulları
- Miktar, kalite ve ücret açısından iş gücü kaynakları

Her tesis kullanım amacına göre türlere ayrılmakta ve dolayısıyla bu faktörlerden bazılarına bağımlı olmaktadır. Otogarlar kar amacı gütmeyen kamusal hizmet vermeyi amaçlayan kentsel kullanışlardır bu nedenle bağlı oldukları bölgesel, mekânsal ve ekonomik faktörler kendine has olarak özelleşmektedir.

### **Otogar Yer Seçim Özellikleri**

Bu çalışmada Denizli Şehirlerarası Terminali'nin yer seçim özelliklerinin trafik benzetim modelleri ve trafik etki değerlendirme yöntemi ile sorgulanması amaçlanmıştır. Türkiye'de şehirlerarası seyahatlerde otobüs taşımacılığı çok yaygın olduğu için otogarlar seyahatlerde ilk düşünülen arazi kullanım türleridir. Dolayısı ile büyükşehirlerde otogarlar daha belirgin ve dikkat çekici arazi kullanım türleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde gelişen teknoloji ve inşaat olanakları ile beraber konfor düzeyi ve hizmet kalitesi yüksek otogarlar yapılabilmektedir. Kentsel geçmişe sahip otogarlar hem kapasite hem de konfor olarak gerekli hizmeti artık verememekte ve çeşitli hizmet sorunlarına sebep olmaktadır.

Ulaşım terminalleri gibi büyük ölçekli projeler, doğal olarak, uygulandıkları bölgelerde gerek sosyal gerekse ekonomik değişikliklere neden olmaktadır. Bir ulaştırma projesinin doğrudan ekonomik faydalarının yanında, seyahat süresi kazanımları ve yol maliyetlerindeki azalma gibi faydaları da unutulmamalıdır. Otogarlar sadece kentsel ulaşım hizmeti veren arazi kullanım türleri olarak değerlendirilemezler. Bir otogar, aynı zamanda bölgede kentsel kar getirisi yaratarak yeni ekonomik, sosyal ve mekansal dengeler oluşturmaktadır. Aynı zamanda beraberinde konut ve ticaret talebini getirmekte olup boş bir arazinin bile zamanla kentsel kullanışlarla dolmasını sağlayabilir. Bu talebin beraberinde yarattığı işgücü ve kullanım yoğunluğu zamanla kentsel trafik yükünü arttırmaktadır.

Bu tipteki büyük yatırımların verimsiz veya az verimli olacağı yerlerde yapılması ülke ekonomilerine zarar vermektedir. Bu yatırımların yapılmasına karar veren kurum ve kuruluşların detaylı etüt çalışmaları ile siyasi kaygılardan uzak olan ve mühendislik ile ekonomi kurallarına uygun kararlar vermeleri gerekmektedir.

Genellikle tesis yer seçiminde en çok kullanılan özellik tesis ile kullanıcılar arasındaki toplam uzaklığın en aza indirgenmesidir. Bu özellik, kullanıcıların mekan içinde dağılımına göre dengeli olarak bir tesisin yerinin en uygun saptamasını sağlar. Sadece bu özelliğe göre yer seçimi bu tesisin ne derece topluma hizmet edebildiği konusundaki özellikleri sağlamayabilir. Bu nedenle en yakın uzaklık ve trafik kapasite/kullanım ilişkisi arasında plancının ortak denge noktasını bulması gerekmektedir.

Bir otogarın yeri temelde aşağıdaki faktörlere bağlı olarak seçilmelidir:

- Civardaki arazinin gelişme tipi
- Trafik şartları
- Ulaşım türlerine bağlantı imkânları
- İlerdeki genişlemeler için arazi varlığı
- Bölgede başka alanların varlığı
- Civardaki topografya
- Yapım ekonomisi
- Elektrik, su, akaryakıt, vs. teminindeki kolaylık
- Otobüs seyahati talebine yakınlık

Otogarların getirdiği yoğun trafik yükü kent içi ulaşım dengelerini değiştirmektedir. Bu nedenle otogarlar kentin mümkünse çeperlerine doğru merkezden otogara erişim kolaylığının azalmadığı ve ulaşımın kolay olacağı ama aynı zamanda araçların transit olarak kullanabileceği akslar üzerinde yer seçmiş olmalıdırlar. Bu noktada ana amaç otogarı kullanmaya giden kullanıcıların kent içi trafiğine girmemelerini sağlamak ve otogara gelen ve otogardan ayrılan otobüslerin mümkün olan en kısa zamanda çevre yollarına ulaşmalarını sağlamaktır. Bu sayede hem otobüsler trafiğe girmediği için hem de otogara gelen taşıtlar kent trafiğine girmediği için, kent içi trafik yükü azalır ve otobüs kullanıcıları seyahat süresi tasarrufu yapmış olur.

## Denizli Şehirler Arası Otobüs Terminalinin Yer Seçim Kararları

Denizli Ege Bölgesi'nin en önemli ticaret ve turizm merkezlerinden birisidir ve bu nedenle şehirlerarası yolculuk hacmi yüksek olan bir ildir. Denizli'nin yeni otobüs terminali yıkılarak geçici bir süre kent merkezinin çeperinde bir bölgeye taşınmıştır. Şekil 1'de otobüs terminalinin yıkılmadan önceki durumu gösterilmektedir.



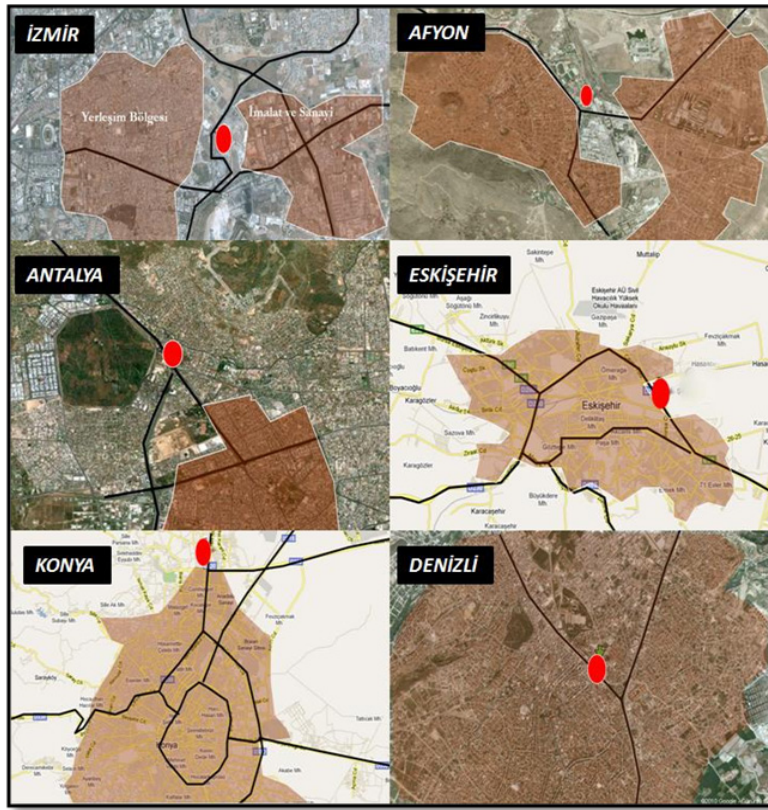
Şekil 1 Denizli Otobüs Terminali'nin yıkılmadan önceki görünümü

Daha sonra yerine yeni bir terminal yapılarak işletmeye açılmıştır. Fakat bu otogar yerinin kentin tam ortasında yer alan tarihi çekirdek bölgesinde olması yer seçim isabetliliği hakkında araştırma yapılması gerekliliğini de beraberinde getirmiştir. Denizli yeni otobüs terminali projesinde yer alan yüksek katlı yapı ile ilgili yapılan 1.İnceleme Kurulu toplantısında belediye yetkilileri tarafından bu yapının tercih edilme gerekçesi olarak “Kente girişte önemli bir itibar yapısını Denizli'ye kazandırmak” denilmiştir.

Denizli otogarı kent merkezine hem şehirlerarası yolcu otobüslerini hem de kentin her noktasındaki taşıt trafiğini çekmektedir. Oluşan bu ağır trafik yükünü kent merkezi taşımak zorundadır. Özellikle çevre yolundan otogara giriş yapmak isteyen yolcu taşıtları trafik hacmini arttırarak trafik sıkışıklıklarına neden olmaktadır. Otogarın yarattığı tesis gerisi hizmetler ve ticari yoğunluğun oluşturduğu işgücü bölgede nüfus yoğunluğunu arttırmakta ve kentsel altyapı sorunlarını tetiklemektedir. Denizli otogarının yeri saptanırken yer seçim politikasının sadece en az uzaklık özelliğine göre oluşturulduğu anlaşılmaktadır. Toplam uzaklığın en küçüklenmesi, seyahat süresi en küçüklenmesi ve bütçe imkânları içinde fayda en fazlalaştırılması gibi yöntemlerin değerlendirilmediği görülmüştür. Denizli otogarının yer

seçimi, küçük ölçekli sıradan bir arazi kullanım seçimi olarak algılanmamalı bunun yerine kentsel yoğunlukları belirleyebilecek ve kentin yönlenmesini ve gelişimini kontrol edebilecek bir araç olarak algılanmalıdır. Bu bağlamda otogarın yeni yeri kentin yeni şekline yön vermekte, büyüme yönünü belirlemede ve yönlendirmede bir fırsattır. Konuya bir tesis yer seçimi olarak değil bir şehir planlama sorunu ve yüksek ölçekte kent formuna müdahale fırsatı olarak bakılması gerekmektedir.

Denizli kentinin sürekli her boyutu ile genişlediği özellikle şehirlerarası mekânsal etkileşimin hızla arttığı düşünülürse mevcut otogarın problemlerinin gelecek yıllarda artacağı anlaşılmaktadır. Kentin ferah ve yaşanabilir yapısını geliştirmek, kent içi ulaşım devinimini kolaylaştırmak ve Denizli'nin genişleme hızını kontrol etmek için bu karar daha detaylıca değerlendirilmelidir. Son yıllarda çevre kentlerde yapılan otoglar genellikle kent merkezi çeperlerinde ve çevre yollarına kısa sürede erişilebilecek şekilde konumlandırılmaktadır. Bu yaklaşımın sebebi kent içi trafiğine şehirlerarası yolcu otobüslerini ve terminallere giden taşıt trafiğini dâhil etmemektir. Şekil 2'de çevre kentlerdeki otogların şehir içi konumları gösterilmektedir.



Şekil 2 Çevre kentlerdeki otogların şehir içi konumları

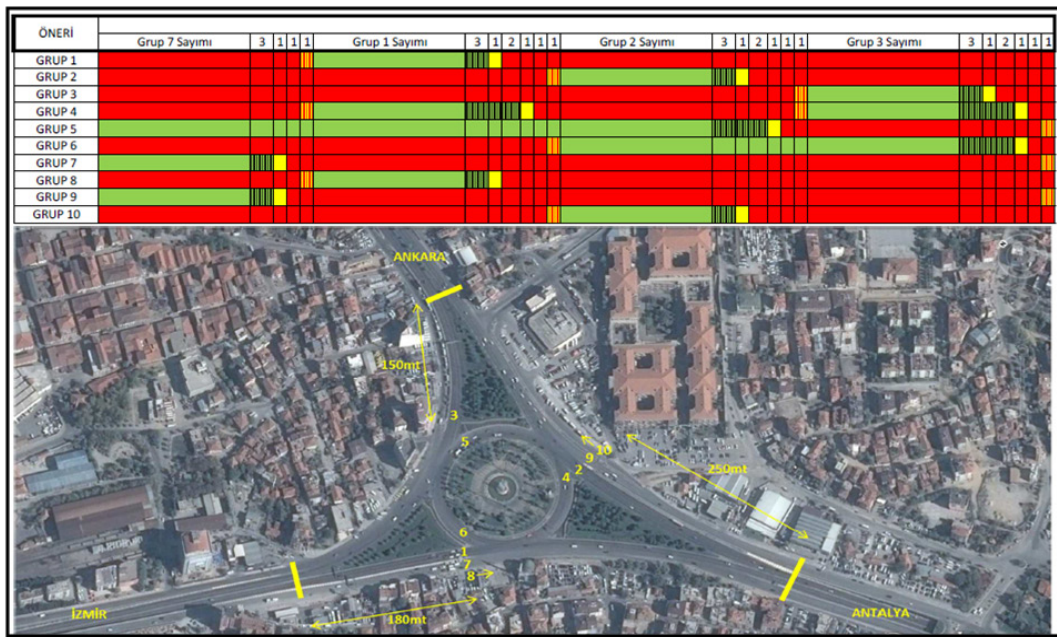
Şekil 2'de Denizli'nin dahil olduğu coğrafi bölgedeki şehirlerin otobüs terminallerini kent merkezinin çeperinde, kentsel yoğunlukların kesişme koridorlarında veya çevre yollarına kent içi trafiğe dahil olmadan girilebilecek şekilde konumlandıkları görülmektedir. Bu yer seçimlerinin sebebinin kentin gelişme yönünü merkezden uzaklaştırmak ve trafik yükünü kentin geneline yaymak olduğu anlaşılmaktadır. Aynı zamanda kent çeperlerine yapılan otoglar bölgeye ekonomik ve mekânsal hareket getirerek gelir dağılımı eşitliğine yardımcı olmakta ve kentsel kar getirisi sadece belli bir zümre tarafından paylaşılmasının önüne geçerek adil bir dağılıma yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda şehirlerarası yolculuk yapan firmaların şehir içi giriş çıkış masrafları azalmakta ve seyahat eden yolcuların seyahat süreleri



kısalmaktadır. Dolaylı ve doğrudan pek çok yararı olan bu yer seçim politikası kamu yararı esas alınarak gerçekleştirilmeli ve ticari tesis yer seçimi özelliklerine göre sorgulanmamalıdır. Üçgen Kavşağı ve Otobüs Terminali, şehrin birbirinden ayrı olarak düşünülmesi mümkün olmayan en belirgin iki elemanıdır. Bu durumun sebebi iki unsurun mekansal yakınlık içinde ve yoğun etkileşim halinde olmalarıdır. Otogardan çıkan ve otogara gelen her türden araçlar bölgedeki trafik bileşiminde yer almakta ve trafiği etkilemektedirler.

### Otogar Yer Seçim Özellikleri

Trafik sayımları sabah zirve saatleri için (08.00–09.00) yapılmıştır. Elde edilen sayımlar bu bölgedeki eski tarihli trafik sayımları ile mukayese edilerek önce ve sonra olarak trafik benzetim modeli yapılmış ve başarımlar değerlendirilmesinde bulunulmuştur. Şekil 3’de kavşağa ait faz planı görülmektedir. Üçgen kavşağında 8. ve 10. fazlar devre dışıdır.



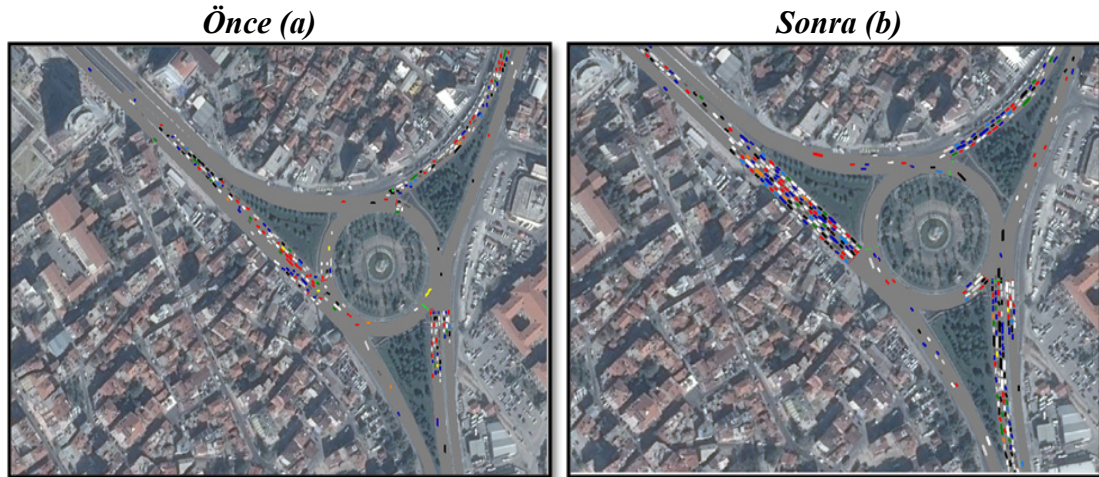
Şekil 3 Üçgen Kavşağı faz planı

Şekil 3’de belirtilen faz planı hem terminal yapımı öncesi hem de terminal yapımı sonrası aynı süre ve gruplarda çalışmaktadır. Tablo 1’de kavşağa ait önce/sonra trafik sayımları verilmiştir. Sayımlar arasındaki bir yıl fark bulunmaktadır. Doğal araç artışı eğilimi senelik %4 olarak kabul edilmiştir. Otogarın kavşağa çektiği araç sayısı, 2013 ve 2014 yılları arasındaki araç farkından çıkartılarak tespit edilmiştir. Bu sayımlar 2013 yılında ve 2014 yılında belirtilen saatlerdeki gündüz zirvesi için yapılmıştır.

Tablo 1 29.09.2014 / 02.09.2013 Üçgen Kavşağı zirve saat trafik sayımları

Kavşak Kolu	Otomobil			Kamyon			Minibüs			Otobüs			Toplam		
	Sonra	Önce	Otogar etkisi	Sonra	Önce	Otogar etkisi	Sonra	Önce	Otogar etkisi	Sonra	Önce	Otogar etkisi	Sonra	Önce	Otogar etkisi
İzmir köprü üstü gelen	700	651	47	43	39	4	87	41	44	44	14	29	874	745	124
İzmir köprü üstü giden	1190	987	195	78	72	6	148	112	35	73	34	37	1488	1205	272
Ankara gelen	855	801	52	49	39	10	110	104	6	55	51	4	1069	995	71
Ankara giden	1082	977	101	65	61	4	130	114	15	76	70	6	1353	1222	126
Antalya köprü altı gelen	2304	2104	192	150	111	37	302	287	14	169	151	17	2925	2653	261
Antalya köprü altı giden	611	547	61	42	39	3	76	70	6	35	29	6	764	685	76
Antalya köprü üstü gelen	483	405	75	30	32	-2	60	55	5	31	29	2	604	521	80
Antalya köprü üstü giden	724	691	32	45	39	6	90	89	1	46	39	7	905	858	45
İzmir köprü altı gelen	1122	1041	78	71	70	1	141	135	6	69	60	9	1403	1306	93
İzmir köprü altı giden	492	425	64	28	21	7	64	59	5	31	30	1	615	535	77

Otogarın şehir dışında olduğu zamanki trafik başarımı Şekil 4.a.'da gösterilmiştir. Şekillerdeki benzetim modeli görüntüleri 1 saatlik atamanın 2000.saniyesini göstermektedir. Trafik benzetim modeli mevcut faz planına göre trafik sayımlarından yararlanılarak otomobil, otobüs, minibüs ve ağır taşıt trafik türleri için yapılmıştır.



Şekil 4.a-b Otogar şehir içine taşınmadan önceki ve taşındıktan sonraki trafik vaziyeti

Şekil 4.a.'da görülmektedir ki terminal alanına gelen otobüs, minibüs ve özel araç yoğunluğunun az olması kavşağın bütün kollarına etki ederek trafik akışını hızlandırmakta ve kapasitenin aşılmasını sağlamaktadır. Kuyruklanmalar oluşsa da yeşil süreler kolların boşalmasını bir devre süresi dahilinde sağlamakta ve trafik akıcılığı korunmaktadır. Otogarın şehir dışında olduğu zamanki başarımı ise Şekil 4.b.'de gösterilmiştir. Şekil 4.b.'de görülmektedir ki terminal alanına gelen otobüs, minibüs ve özel araç yoğunluğunun artması kavşağın bütün kollarına etki ederek trafik akışını yavaşlatmaktadır ve kapasitenin aşılmasını sağlamaktadır. Yollardaki hacim sadece tek devre süresinde boşalamamakta ve oluşan birikmeler yol aksları boyunca kuyruklanmalara sebep olmaktadır. Özellikle otogar bölgesinden Ankara ve İzmir yönüne gidecek yolcu otobüslerinin dönel kavşağa girerek trafiğe olumsuz etkide bulunduğu gözlemlenmektedir. Benzetim modeli ağ başarımları Tablo 2.'de gösterilmiştir.

Tablo 2 Benzetim modeli ağ başarımları

Başarım Göstergeleri	Önce	Sonra	Değişim
Araç başına ortalama gecikme süresi (saniye)	143	210	67
Ağı terk eden toplam araç sayısı	5016	3294	1724
Ortalama hız (km/s)	13.4	9.5	3.9
Durma nedeniyle ortalama gecikme süresi (saniye)	103	151	47
Toplam gecikme süresi (saat)	212	332	119
Kat edilen toplam mesafe (km)	3482	3624	141
Toplam durma sayısı	18632	31794	13162
Toplam seyahat süresi (saat)	259	380	121

Tablo 2'de araç başına düşen ortalama gecikme süresinin, durma nedeniyle ortalama gecikme süresinin, toplam gecikme süresinin, kat edilen toplam mesafenin, toplam durma sayısının ve toplam seyahat süresi değerlerinin otogar yerinin değişmesi ile birlikte artış gösterdiği açıkça görülmektedir. Ağı terk eden toplam araç sayısının ve ortalama hızın ise azaldığı görülmektedir. Kuyruklanmaların ve gecikme sürelerinin artması aynı zamanda durma sayılarının da benzer şekilde artmış olması yeni otogar yerinin trafiği olumsuz yönde etkilediğini açık bir biçimde göstermektedir.

## Sonuç

Bu çalışmada arazi kullanım kararlarının özellikle tesis yer seçiminin şehirleşmeye olan etkileri vurgulanmıştır ve ulaşım ekseninde araştırılmıştır. Bu etkilerin sosyal ve ekonomik yanları literatürde değinilerek esasen mekânsal etkiler üzerinde inceleme yapılmıştır. Bölgeye yapılan tesislerin trafik alanlarını ne derece etkilediği ve ne gibi geri dönülmez sonuçlar yarattığı değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda Denizli şehirlerarası otobüs terminali için seçilen mevki, çevre kentlerin yer seçimleri ile karşılaştırılmış ve trafik etki değerlendirmesi yapılarak tesis yerinin isabetliliği tartışılmıştır. Bu değerlendirme sırasında VISSIM trafik benzetim programından yararlanılmıştır ve terminal öncesi ve sonrası trafik durumlarının temsili yapılmıştır. Sonuçlar göstermektedir ki terminalin merkezde olmasındansa kent çeperinde olması bölgede gözle görülür şekilde trafiği rahatlatmaktadır. Otogar kavşağına yakın olmadığı durumlarda kavşak kollarındaki trafik depolanmasının daha az olduğu ve genelde tek devre süresinin trafik boşalma süresi için yeterli olduğu tespit edilmiştir. Bölgeye gelen özel araç trafiğinin yanında, gideceğe yönlerdeki kollara dağılmaya çalışan toplu taşıma araçlarının kavşaktaki trafiği olumsuz yönde etkilediği görülmüştür.



**Teşekkür** Yazarlar bu çalışmaya olan değerli katkıları ve VISSIM Traffic Simulation Software 5.40 için PTV Traffic Mobility Logistics'e teşekkür etmektedirler.

## **Kaynaklar**

Berry, B. J. L and Horton, F. E (1970) Geographic Perspectives on Urban Systems, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, A.B.D..

Cervero, Robert, (2001).“Meeting Mobility Challenges in an Increasingly Mobile World: An American Perspective”, 2001, [www.perso.wanadoo.fr/ville-en-mouvement/interventions/Robert Cervero.pdf](http://www.perso.wanadoo.fr/ville-en-mouvement/interventions/Robert%20Cervero.pdf)

Dökmeci, V. 2005. Planlamada Klasik Sayısal Yöntemler.

Mehmet C. MARIN ve Hakan ALTINTAŞ (2004).Konut yer seçimi-ulaşım etkileşim teorileri: Kritik bir literatür incelenmesi. Gazi Üniv. Müh. Ve Mim. Fak. Der., Cilt 19, No:1, 73-88

Rajan Batta, Miguel Lejeune, Srinivas Prasad (2014). Public facility location using dispersion, population, and equity criteria. European Journal of Operational Research 234. 819–829

Reza Zanjirani Farahani, Masoud Hekmatfar, Behnam Fahimnia, Narges Kazemzadeh (2014). Hierarchical facility location problem: Models, classifications, techniques, and applications. Computers & Industrial Engineering 68.104–117

Seyed Habib A. Rahmati, Abbas Ahmadi, Mani Sharifi, Amirhossain Chambari (2014). A multi-objective model for facility location–allocation problem with immobile servers within queuing framework. Computers & Industrial Engineering 74. 1–10

Steiner, R.L.(1994). Residential Density and Travel Patterns: Review of the Literature. Transportation Research Record 1466, TRB National Research Council, Washington.

Weber, A. (1929). Theory of The Location of Industries. Chicago: The University of Chicago Press.<http://www.csiss.org/classics/content/51>, 12.08.2009.

Wegener, Micheal (2003). “Land-Use Transport Interaction: State of the Art:What Can We Learn from North America?”.  
([www.feweb.vu.nl/re/STELLA/General/Genesis/MichaelWegener.doc](http://www.feweb.vu.nl/re/STELLA/General/Genesis/MichaelWegener.doc))



# İstanbul Tarihi Yarımada'da Marmaray'dan Önceki Son Dönemde (2013 Yılı) Giren ve Çıkan Karayolu Trafığının Dağılımı

**Mustafa Sinan YARDIM**  
YTÜ İnşaat Fak. İnşaat Müh. Böl.  
Davutpaşa Kampüsü, 34210, Esenler-  
İstanbul  
Tel: (212) 383 51 83  
E-Posta: [yardim@yildiz.edu.tr](mailto:yardim@yildiz.edu.tr)

## Öz

Bu çalışmada, Marmaray'ın hizmete açılışından önce, İstanbul Tarihi Yarımada'da 2013 Bahar döneminde yapılan bölgesel perde-kordon etütleri bulgularının paylaşılması amaçlanmıştır. Bunun için Tarihi Yarımada Kordonunda ayrıntılı bir sayım planı hazırlanmıştır. Belirlenen sayım istasyonlarında giriş ve çıkış yönlerinde, hafta içinde (3 gün), sabah ve akşam zirve saatlerde trafik hacimlerini ve kompozisyonlarını belirlemek üzere kamera çekimleri yapılmıştır. Trafiğin çok az olduğu kesimlerde elle sayım yöntemi de kullanılmıştır. Günlük bazda, zirve trafiğinin periyotlarının giriş ve çıkış yönünde değiştiği gözlenmiştir. Buna göre zirve periyotları sırayla; sabah-giriş 08:00-09:00, sabah-çıkış 08:30-09:30, akşam-giriş 18:00-19:00, akşam-çıkış 17:15-18:15 olarak ortaya çıkmıştır. Ortalama zirve saat trafik hacmi değerleri ise sırayla; sabah-giriş 22.506 tş/sa, sabah-çıkış 15.790 tş/sa, akşam-giriş 17.961 tş/sa, akşam-çıkış 20.337 tş/sa olarak belirlenmiştir.

**Anahtar sözcükler:** İstanbul Tarihi Yarımada, giren çıkan trafik, karayolu, perde-kordon etütleri.

## Giriş

İstanbul Tarihi Yarımada'daki ulaşım alt yapısındaki değişim halen devam etmektedir (Yardım, 2006; Yardım ve diğ., 2009). Bu değişimin gözlenebilmesi amacıyla yararlanılan araçlardan biri de, perde-kordon etütleridir. Bilindiği gibi 2013 yılında hizmete giren Marmaray hattı, Avrupa yakasında Tarihi Yarımada'ya bağlanmıştır. Bu bağlantının bölge trafiğinin türel yapısını değiştireceği tahmin edilmektedir. Marmaray'ın hizmete girmesinden önceki son durumun belirlenmesi de bu bağlamda ileriye dönük çalışmalar için önem arz etmektedir.

Veriler ağırlıklı olarak saha çalışmaları ile toplanmıştır (Özkarafaki ve diğ., 2013). Saha çalışmalarına başlarken bölge, haritalar üzerinde perdelerle ayrılmış (Şekil 1); bu perdelerin birleştirilmesiyle Tarihi Yarımada Kordonu oluşturulmuş; kordonda ayrıntılı bir sayım planı hazırlanmıştır. Daha sonra, perdelerde teşkil edilen ve "kapı" adı verilen sayım istasyonlarında (Tablo 1), taşıtlarla giriş-çıkış trafiğini belirlemek üzere, hafta içinde 3 gün, sabah 07.00-10.00 ve akşam 17.00-20.00 saatleri arasında, her iki yönde kamera çekimleri yapılmıştır. Çekim günleri 1-5 Nisan 2013 tarihleri arasında Pazartesi, Çarşamba ve Cuma'dır. Bunlar daha sonra trafik

kompozisyonuna göre çözümlenmiştir. Trafığın çok az olduğu kesimlerde elle sayım yöntemi de kullanılmıştır. Taşıt sayımları denizyolundan gelen arabalı vapur ve feribotlar için de yapılmıştır. Son aşamada, elde edilen veriler sınıflandırılıp bölgeye etki düzeyleri bağlamında değerlendirilmiştir. Bu bildiri çerçevesinde günler arasındaki farklar dikkate alınmayıp, 3 sayım gününün ortalaması sunulmuştur. Elde edilen verilerin Tarihi Yarımada için düşük emisyonlu bölge veya bölgesel trafik tıkanıklık fiyatlandırması çalışmalarında kullanılması planlanmıştır.



Şekil 1 Tarihi Yarımada Kordonu'ndaki perdeler ve kapılar.

Tablo 1 Trafik hacim etüdü yapılan kesitlerin şerit kullanım durumu.

Sayım Yeri	Şerit Sayısı		Açıklama
	Giriş	Çıkış	
<b>1. Perde (Sur Perdesi)</b>			
Yedikule Sahili	5	5	Bölünmüş (2 transit şerit sabah giriş, akşam çıkış yönünde kullanılıyor.)
Yedikule Sur	1		Tek şerit sırayla giriş ve çıkış için kullanılıyor.
Belgradkapi	1		Girişte tek yön uygulaması var.
Silivrikapi		1	Çıkışta tek yön uygulaması var.
Mevlanakapi	1		Tek şerit sırayla giriş ve çıkış için kullanılıyor.
Topkapi	3	3	Bölünmüş (Ortada gidiş-geliş olarak tramvay)
Ulubatlı	4	4	Bölünmüş
Edirnekapi	3	3	Bölünmüş
Ayvansaray	2	2	Bölünmüş
<b>2. Perde (Haliç Perdesi)</b>			
Galata Köp.	4	4	Köprü ortasında bölünmüş
Unkapanı Köp.	3	3	Köprü ortasında bölünmüş
<b>3. Perde (Marmara Perdesi)</b>			
Yenikapi İskelesi	2	3	Bölünmüş
Sirkeci İskelesi	-	-	Feribota giriş çıkışta şerit yok

## İstanbul Tarihi Yarımada'da Taşıt Trafik Özellikleri

Tarihi Yarımada kordonunda 2013 yılı bahar aylarında karayolu taşıtlarıyla yapılan giriş çıkışlar çeşitli yönleriyle aşağıda incelenmiştir.

### Kordonda Zirve Saatlerin Değişimi

Tarihi Yarımada kordonu bilindiği gibi üç ana perdeye ayrılmakta olup, toplamda da 13 kapıdan meydana gelmektedir. Kordon trafiğinin zirve yaptığı 1 saatlik periyodu bulabilmek için, veriler 15'şer dakikalık hassasiyetle analiz edilmiştir. İstasyonlardaki zirve saatlerin değişiklik gösterdiği belirlenmiştir (Tablo. 2). Bu durumun perdeler ve dolayısıyla kordonun bütününe de yansıtacağı tabiidir. Sabah giriş trafiği Sur Perdesinde 07.45-08.45 saatleri arasında zirveye ulaşırken, Haliç ve Marmara Perdelerinde 08.30-09.30 arasında en yüksek olmaktadır. Sabah çıkış trafiği periyodu ise her üç perdede hem giriş yönünden hem de kendi aralarında farklıdır (Tablo 2). Akşam giriş trafiğinin zirve periyodu Sur Perdesi, Haliç Perdesi ve Kordonun bütününde aynı olup 18.00-19.00'dır. Sabah giriş yönü haricinde Kordon trafiğinin zirve saatlerini belirlemede Sur Perdesinin etkili olduğu görülmüştür. Sonuçta, kordonun bütününde zirve periyotlar, sabah giriş yönü- 08.00-09.00, çıkış yönü- 08.30-09.30; akşam giriş yönü-18.00-19.00, çıkış yönü- 17.15-18.15 saatleri olarak belirlenmiştir.

Tablo 2 Tarihi Yarımada Kordonu zirve periyotlarının dağılımı (2013-ortalama)

SIRA NO	SAYIM YERİ	SABAHA		AKŞAM	
		GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ
SUR PERDESİ KAPILARI					
1	Yedikule Sahili	07.30-08.30	08.30-09.30	18.00-19.00	17.15-18.15
2	Yedikule Sur	08.30-09.30	08.15-09.15	18.00-19.00	18.00-19.00
3	Belgradkapı	07.30-08.30		18.00-19.00	
4	Silivrikapı		08.00-09.00		18.00-19.00
5	Mevlanakapı	07.45-08.45	07.30-08.30	17.45-18.45	17.00-18.00
6	Topkapı	08.30-09.30	07.30-08.30	17.00-18.00	17.00-18.00
7	Ulubatlı	08.30-09.30	08.30-09.30	17.00-18.00	17.15-18.15
8	Edirnekapı	07.30-08.30	08.00-09.00	18.00-19.00	18.00-19.00
9	Ayvansaray	08.00-09.00	08.30-09.30	17.45-18.45	17.00-18.00
Sur Perdesi Toplamı		07.45-08.45	08.30-09.30	18.00-19.00	17.15-18.15
HALİÇ PERDESİ KAPILARI					
1	Galata Köprüsü	08.00-09.00	08.00-09.00	18.00-19.00	18.00-19.00
2	Unkapanı Köprüsü	08.30-09.30	08.30-09.30	17.00-18.00	17.45-18.45
Haliç Perdesi Toplamı		08.30-09.30	08.15-09.15	18.00-19.00	17.45-18.45
MARMARA PERDESİ KAPILARI					
1	Yenikapı	08.30-09.30	07.30-08.30	17.45-18.45	17.00-18.00
2	Sirkeci	08.00-09.00	08.30-09.30	17.30-18.30	17.00-18.00
Marmara Perdesi Toplamı		08.30-09.30	07.45-08.45	17.30-18.30	17.00-18.00
Tarihi Yarımada Kordonu		08.00-09.00	08.30-09.30	18.00-19.00	17.15-18.15

### Tarihi Yarımada Kordonu Taşıt Trafikinin Kapılara Dağılımı

Tarihi Yarımada kordonunda bundan sonra yapılacak değerlendirmelerde kullanılan zaman aralığı, yukarıda kordonun bütünü için belirlenen giriş yönünde 08.00-09.00 ve 18.00-19.00, çıkış yönünde 08.30-09.30 ve 17.15-18.15 saatleridir.

Ortalama olarak bölgeye sabah 22.506 tş/sa'lik trafik girerken, 15.790 tş/sa'lik trafik çıkış yapmaktadır. Akşam ise bu değerle giriş yönünde 17.961 tş/sa, çıkış yönünde 20.337 tş/sa'tir (Tablo 3).

Kordonda zirve saatlerdeki çıkışlar ağırlıklı olarak sur perdesinden yapılmaktadır. Sur perdesinin ağırlığı sabah giriş ve çıkış yönünde sırayla %77,7 ve %74,3; akşam ise %74,1 ve %75,3 (Tablo 3) olarak belirlenmiştir. Haliç perdesi ikinci sıradadır. Sabah giriş ve çıkış yönünde sırayla %20,1 ve %24,0; akşam ise %24,7 ve %22,5 oranlarında paya sahiptir. En az pay Marmara perdesindeki iskelelerde olup %1,2 ilâ %2,2 arasında değişmektedir (Tablo 3). Bu durum, bölgeye denizyoluyla ulaşım imkânlarının hâlâ yeterli düzeyde olmadığını tipik göstergelerinden biridir.

Kordona giriş ve çıkışın en fazla yapıldığı kapı Vatan caddesinin bulunduğu Ulubatlı kapısı olup kullanım oranı %21-%26 aralığındadır. Bunu sabah girişte %20,8, akşam çıkışta %17,1 ile Yedikule Sahil; sabah çıkışta %14,1, akşam girişte %15,9 ile Unkapanı Köprüsü takip etmektedir. Bunlardan sonra, sabah ve akşam çıkışlarında Topkapı istasyonundaki oranlar dikkat çekicidir.

Tablo 3 Kordon taşıt trafiğinin kapılara ve perdelere dağılımı (2013-ortalama)

Sıra No	Sayım Yeri	Sabah-Giriş		Sabah-Çıkış		Akşam-Giriş		Akşam-Çıkış	
		Hacim (tş/sa)	Dağılım	Hacim (tş/sa)	Dağılım	Hacim (tş/sa)	Dağılım	Hacim (tş/sa)	Dağılım
<b>SUR PERDESİ</b>									
1	Yedikule Sahili	4.670	%20,8	1.784	%11,3	2.642	%14,7	3.485	%17,1
2	Yedikule Sur	433	%1,9	602	%3,8	471	%2,6	576	%2,8
3	Belgradkapı	513	%2,3	0	%0,0	616	%3,4	0	%0,0
4	Silivrikapı	0	%0,0	650	%4,1	0	%0,0	529	%2,6
5	Mevlanakapı	243	%1,1	291	%1,8	157	%0,9	190	%0,9
6	Topkapı	1.953	%8,7	1.894	%12,0	2.019	%11,2	2.025	%10,0
7	Ulubatlı	5.862	%26,0	3.310	%21,0	4.090	%22,8	4.847	%23,8
8	Edirnekapı	1.882	%8,4	1.872	%11,9	1.946	%10,8	1.764	%8,7
9	Ayvansaray	1.937	%8,6	1.325	%8,4	1.362	%7,6	1.895	%9,3
<b>Toplam</b>		<b>17.493</b>	<b>%77,7</b>	<b>11.728</b>	<b>%74,3</b>	<b>13.303</b>	<b>%74,1</b>	<b>15.311</b>	<b>%75,3</b>
<b>HALİÇ PERDESİ</b>									
1	Galata Köprüsü	1.562	%6,9	1.557	%9,9	1.590	%8,9	1.637	%8,0
2	Unkapanı Köprüsü	2.970	%13,2	2.229	%14,1	2.855	%15,9	2.948	%14,5
<b>Toplam</b>		<b>4.532</b>	<b>%20,1</b>	<b>3.786</b>	<b>%24,0</b>	<b>4.445</b>	<b>%24,7</b>	<b>4.585</b>	<b>%22,5</b>
<b>MARMARA PERDESİ</b>									
1	Yenikapı	44	%0,2	31	%0,2	8	%0,0	15	%0,1
2	Sirkeci	437	%1,9	245	%1,6	205	%1,1	426	%2,1
<b>Toplam</b>		<b>481</b>	<b>%2,1</b>	<b>276</b>	<b>%1,7</b>	<b>213</b>	<b>%1,2</b>	<b>441</b>	<b>%2,2</b>
<b>Kordon Toplamı</b>		<b>22.506</b>	<b>%100,0</b>	<b>15.790</b>	<b>%100,0</b>	<b>17.961</b>	<b>%100,0</b>	<b>20.337</b>	<b>%100,0</b>

### Tarihi Yarımada'daki Trafik Kompozisyonu

Bu çalışmada da kordon bölgesi karayolu trafiği taşıt kompozisyonu, önceki tecrübelerle (Erel ve diğ., 1998; Yardım ve diğ., 2000; Yardım ve Gürsoy, 2004a, 2004b; Yardım, 2006; Naltekin ve diğ., 2008; Yardım ve diğ., 2009) kıyaslayabilmek amacıyla, özel otomobil (OTO), normal belediye ve halk otobüsü (İETT+ÖHO), körüklü otobüs (KO), servis minibüsü (SM), servis midibüsü (SMD), servis otobüsü (SO), minibüs (M), dolmuş (D), kamyonet/panelvan (KP) olarak sınıflandırılmıştır. Otomobil ağırlıklı bir trafik

kompozisyonunun varlığı, bölgesel bazda pek çok problemin kaynağı olarak değerlendirilmektedir (Tablo 4). Sabah çıkışları haricinde otomobillerin zirve saatteki payı %80'in üzerindedir (Tablo 5). Bunu ikinci sırada servis minibüsleri ve toplu taşımacılık yapan İETT+ ÖHO'lar takip etmektedir. Minibüs ve dolmuşlar belirli kapıları, daha çok bölge çeperlerine yakın güzergâhlarda kullandıkları için sayıları kısıtlıdır. Körüklü otobüs kullanımı, sayım yapıldığı dönemde bitmek üzere olduğu için düşüktür. Kamyonet/panelvan tipi ticari araçlar ise %5,6 ilâ %8,1 arasında değişmektedir.

Tablo 4 Kordonda trafik kompozisyonunun zamana ve yöne göre değişimi (2013).

Zirve saat trafiği (tş/sa)										
Zaman-Yön	OTO	İETT+ ÖHO	KO	Servis Araçları			M	D	KP	Toplam
				SM	SMD	SO				
Sabah-Giriş	18.391	687	21	1.459	158	126	274	128	1.262	22.506
Sabah-Çıkış	11.834	656	21	1.356	158	114	265	100	1.286	15.790
Akşam-Giriş	14.610	666	17	893	127	109	266	119	1.154	17.961
Akşam-Çıkış	16.500	637	25	1.223	144	118	216	110	1.364	20.337

Not: OTO: Özel otomobil, İETT+ÖHO: Normal belediye ve halk otobüsü, KO: Körüklü otobüs, SM: Servis minibüsü, SMD: Servis midibüsü, SO: Servis otobüsü, M: Minibüs, D: Dolmuş, KP: Kamyonet/Panelvan.

Tablo 4 Tarihi Yarımada'daki trafik kompozisyonunun zamana ve yöne göre değişimi (2013-ortalama).

Zirve saat trafiğinin dağılımı (%)										
Zaman-Yön	OTO	İETT+ ÖHO	KO	Servis Araçları			M	D	KP	Toplam
				SM	SMD	SO				
Sabah-Giriş	%81,7	%3,1	%0,1	%6,5	%0,7	%0,6	%1,2	%0,6	%5,6	%100,0
Sabah-Çıkış	%74,9	%4,2	%0,1	%8,6	%1,0	%0,7	%1,7	%0,6	%8,1	%100,0
Akşam-Giriş	%81,3	%3,7	%0,1	%5,0	%0,7	%0,6	%1,5	%0,7	%6,4	%100,0
Akşam-Çıkış	%81,1	%3,1	%0,1	%6,0	%0,7	%0,6	%1,1	%0,5	%6,7	%100,0

### Trafik Kompozisyonunun Yıllara Göre Değişimi

Önceki yıllardaki çalışmalarda belirlendiği üzere, Tarihi Yarımada'da gün içindeki en büyük saatlik trafik değerleri sabah giriş yönünde gerçekleşmektedir (Erel ve diğ., 1998; Yardım ve diğ., 2000; Yardım ve Gürsoy, 2004a, 2004b; Yardım, 2006; Naltekin ve diğ., 2008). Bu yüzden yıllar bazındaki değişimler bu bildiri çerçevesinde sabah giriş yönü dikkate alınarak değerlendirilecektir.

Trafikteki otomobil oranı 2003 ve 2005 yıllarında bir ara düşmekle beraber, 1998, 2007 ve 2013 yıllarında yakın düzeydedir. Otomobil, 2007 yılında yapılan sayımda en fazla olup 19.292 teş/sa mertebesinde (Tablo 5). Bu yılki toplam taşıt sayısı da diğer yıllara oranla fazladır.

İETT/ÖHO oranı 2000'li yıllarda %3,1 ilâ %3,8 arasında değişmektedir. Körüklü otobüs kullanımı, İstanbul genelinde kaldırılmaya başladığı için sayımlara azalma olarak yansımıştır (Tablo 6). Servis araçları arasında minibüs ağırlığı yıllar bazında da değişmemiştir. 2003 ve 2013 yıllarındaki minibüs ağırlığı birbirine yakındır. Servis araçlarını toplamına bakıldığında 2003'te %8,6, 2013'te %7,7 değerleriyle zirve saat trafiğindeki etkili sınıflardan biri olduğu görülmektedir (Şekil 2). Trafik ile ilgili düzenlemelerde bu grubun mutlaka dikkate alınması

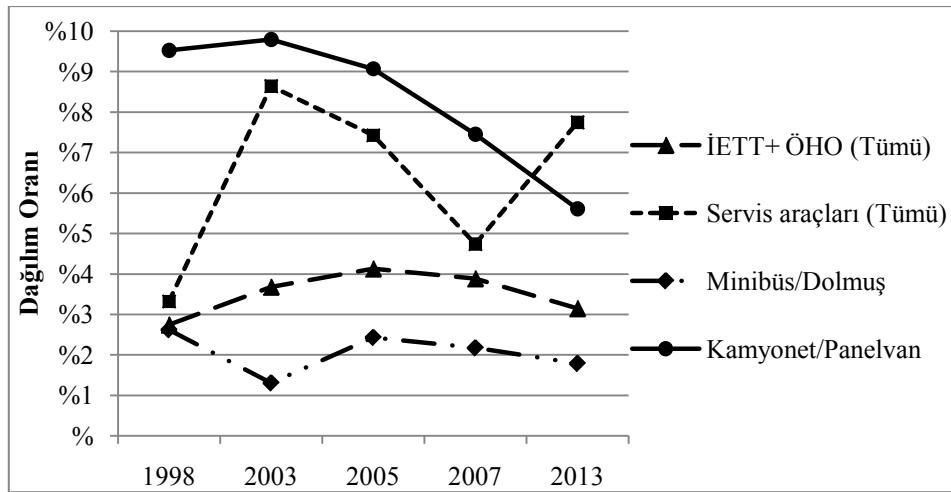
gerekmektedir. Minibüs ve dolmuş oranları son dönemde düşerek %1,8 mertebesine gelmiştir (Şekil 2). Kamyonet/panelvan oranı ilk dönemlerde %9'un üzerinde iken, son sayımda %5,6 mertebesine kadar gerilemiştir (Şekil 2, Tablo 6). Sayım yapılan yıllar kıyaslandığında toplam taşıt sayısında 1998-2003 arasında yaklaşık %4,8 artış; 2003-2005 arasında %0,3 azalış; 2005-2007 arasında %4,3 artış; 2007-2013 arasında %4,6 azalış gözlenmiştir (Tablo 6). Ayrıca, 2003 yılındaki sayım döneminde ticari minibüslerin Edirnekapı'dan Tarihi Yarımada'ya girişleri yasaklandığı için, sayım değeri (46 tş/sa) diğer yıllara göre çok çok düşük gözlenmiştir.

Tablo 5 Kordon trafik kompozisyonunun yıllara göre değişimi (sabah giriş-ortalama).

Sabah Zirve Saat Taşıt Girişi (tş/sa)										
Yıl	OTO	İETT+ ÖHO	KO	Servis Araçları			M	D	KP	Toplam
				SM	SMD	SO				
1998	17.711	527	67	433	179	107	457	111	2.063	21.655
2003	17.382	765	70	1.444	390	127	46	250	2.223	22.697
2005	17.407	860	74	1.213	380	87	350	200	2.052	22.623
2007	19.292	833	84	857	182	80	330	183	1.759	23.600
2013	18.391	687	21	1.459	158	126	274	128	1.262	22.506

Tablo 6 Kordon trafik kompozisyonunun yıllara göre dağılımı (sabah giriş-ortalama).

Sabah Zirve Saat Taşıt Girişi (%)										
Yıl	OTO	İETT+ ÖHO	KO	Servis Araçları			M	D	KP	Toplam
				SM	SMD	SO				
1998	%81,8	%2,4	%0,3	%2,0	%0,8	%0,5	%2,1	%0,5	%9,5	%100,0
2003	%76,6	%3,4	%0,3	%6,4	%1,7	%0,6	%0,2	%1,1	%9,8	%100,0
2005	%76,9	%3,8	%0,3	%5,4	%1,7	%0,4	%1,5	%0,9	%9,1	%100,0
2007	%81,7	%3,5	%0,4	%3,6	%0,8	%0,3	%1,4	%0,8	%7,5	%100,0
2013	%81,7	%3,1	%0,1	%6,5	%0,7	%0,6	%1,2	%0,6	%5,6	%100,0



Şekil 2 Otomobil haricindeki taşıt sınıflarının yıllara göre dağılımı



## Kordon'da Ortalama Günlük Trafiğin Tahmini Değişimi

Önceki yıllardaki çalışmalarda belirlendiği gibi, zirve saat trafiği sabah giriş yönünde ortaya çıkmaktadır. Bölgeyle ilgili önceki dönemlerde yapılan çalışmalarda (Okubay, 2008, Yüksel ve Yardım 2008) bulunan bu zirve saat trafiğinin, günlük ortalama trafiğin %10 ilâ %12 arasındaki değerlere karşılık geldiği tahmin edilmektedir. Bu durumda bölgeye günlük ne kadar araç girişinin olduğu,  $K=0,10$  (Tablo 7) ve  $K=0,12$  (Tablo 8) değerleri için tahmini olarak hesaplanmıştır. Ancak tabiidir ki servis araçlarının etkileri gün boyu aynı şekilde devam etmez. Benzer etki kamu toplu taşımacılığı yapan otobüsler için de geçerlidir. Bu hesaplamada sadece zirve saatlerde hizmet veren servis araçlarının etkilerinin gün boyunca da aynı olduğu kabul edilerek herhangi bir eksiltme yapılmamıştır.  $K=0,10$  kabulüne göre 2013 yılı için ortalama günlük giriş sayısı 225.060 tş/gün civarında (Tablo 7),  $K=0,12$  içinse 187.550 tş/gün civarında tahmin edilmiştir.

Tablo 7 Tarihi Yarımada'da ortalama günlük trafiğin tahmini değişimi [ $K=0,10$ ].

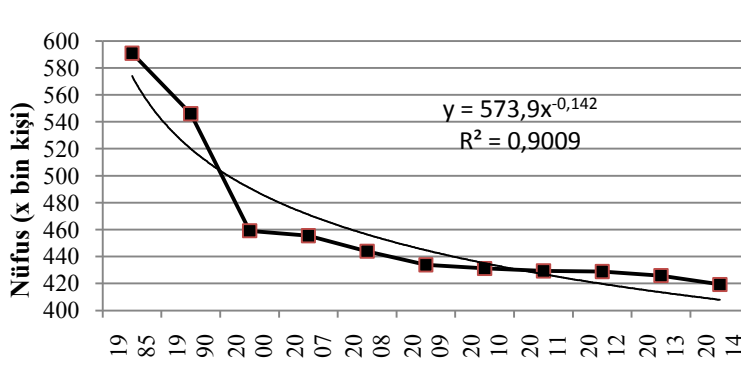
Ortalama Günlük Trafik (tş/gün) [ $K=0,10$ ]										
Yıl	OTO	İETT+ ÖHO	KO	Servis Araçları			M	D	KP	Toplam
				SM	SMD	SO				
1998	177.110	5.270	670	4.330	1.790	1.070	4.570	1.110	20.630	216.550
2003	173.820	7.650	700	14.440	3.900	1.270	460	2.500	22.230	226.970
2005	174.070	8.600	740	12.130	3.800	870	3.500	2.000	20.520	226.230
2007	192.920	8.330	840	8.570	1.820	800	3.300	1.830	17.590	236.000
2013	183.910	6.870	210	14.590	1.580	1.260	2.740	1.280	12.620	225.060

Tablo 8 Tarihi Yarımada'da ortalama günlük trafiğin tahmini değişimi [ $K=0,12$ ].

Ortalama Günlük Trafik- Giriş (tş/gün) [ $K=0,12$ ]										
Yıl	OTO	İETT+ ÖHO	KO	Servis Araçları			M	D	KP	Toplam
				SM	SMD	SO				
1998	147.592	4.392	558	3.608	1.492	892	3.808	925	17.192	180.458
2003	144.850	6.375	583	12.033	3.250	1.058	383	2.083	18.525	189.142
2005	145.058	7.167	617	10.108	3.167	725	2.917	1.667	17.100	188.525
2007	160.767	6.942	700	7.142	1.517	667	2.750	1.525	14.658	196.667
2013	153.258	5.725	175	12.158	1.317	1.050	2.283	1.067	10.517	187.550

## Önemli Bir Dikkat Noktası Olarak Bölge Nüfusunun Değişimi

Tarihi Yarımada, İstanbul genelinin aksine son 30 yıldan beri nüfusu azalan bir bölgedir (Şekil 3). 1985 yerleşik nüfusu 590.842 iken, 2013 nüfusu 425.875 olarak gerçekleşmiş; 2014 yılı nüfusu 420 binin altına inmiştir. Bölgedeki bu azalmaya karşın trafikte buna paralel bir değişim yoktur. Konunun nüfus, araç sahipliliği, bölgeyi transit olarak kullanan trafik bağlamında daha derinlemesine incelenmesi yararlı olacaktır. Nitekim trafik kompozisyonundaki özel otomobil oranlarının yüksek düzeyde seyretmesinin yanında, yıldan yıla artış da devam etmektedir (Tablo 5, Tablo 6).



Yıl	Nüfus
1985	590.842
1990	545.908
2000	459.143
2007	455.498
2008	443.955
2009	433.796
2010	431.147
2011	429.351
2012	428.857
2013	425.875
2014	419.266

Şekil 3. Tarihi Yarımada yerleşik nüfusunun değişimi (TÜİK, 2015)

## Sonuç

Ulaşım alt yapısı devamlı olarak değişen İstanbul Tarihi Yarımada'daki değişimin gözlenebilmesi için perde-kordon etütlerinden yararlanılmıştır. Bildiride, 1998-2013 yılları için saha çalışmalarıyla elde edilen karayolu taşıtlarına ait giriş-çıkış verileri sunulmuştur.

Tıkanıklık etkilerinin artarak devam ettiği bölgede Marmaray açılmadan önceki son durum 2013 Nisan ayı itibariyle belirlenmiştir. Buna göre zirve periyotlarındaki hacim değerleri sırayla; 08:00-09:00 giriş yönünde 22.506 tş/sa, 08:30-09:30 çıkış yönünde 15.790 tş/sa, 18:00-19:00 giriş yönünde 17.961 tş/sa, 17:15-18:15 çıkış yönünde 20.337 tş/sa olarak ortaya çıkmıştır.

Bölgede önceden beri bilinen ve gözlenen çeşitli ulaşım problemleri etüdün yapıldığı dönem itibariyle varlığını sürdürmektedir. Bölgeye giriş-çıkışın sağlandığı arterler özellikle zirve saatlerde ya kapasiteye yakın ya da kapasitesinin üzerinde çalışmaktadır.

Tarihi Yarımada'nın bu dönemde henüz raylı sistemlerin aktarma merkezi fonksiyonu işletilmeye başlamamıştı. 2013 etütlerinden sonra, önce Marmaray hizmete açıldı (29 Ekim 2013), sonrasında Haliç Metro Geçiş Köprüsü'nün hizmete alınmasıyla Yenikapı- Hacıosman bağlantısı kuruldu (15 Şubat 2014) , en son olarak da Yenikapı-Havaalanı metrosu bağlantısının hizmete açılmasıyla (9 Kasım 2014) bu süreç tamamlandı. Ayrıca Karayolu Boğaz tüp tünel geçişi olan Avrasya Tüneli Projesi önümüzdeki dönemlerde Tarihi Yarımada'ya bağlanacaktır. Tüm bu projelerin karayolu trafiğine etkilerinin takip edilmesi gerekmektedir. 2013 yılından sonra bölge izlenmeye devam edilmiş, bu konuyla ilgili trafik sayımlarının çözümleri ve değerlendirilme çalışmaları sürdürülmektedir.

Bu bildiride elde edilen veriler, Tarihi Yarımada'da, karayolu taşıt trafiğinin sınırlandırılmasına yönelik çalışmaların hayata geçirilmesi aşamalarında kullanılacaktır. Özellikle, trafik talep yönetimi yöntemlerinden; düşük emisyonlu bölge oluşturmaya yönelik tıkanıklık fiyatlandırması ve bölgesel otopark yönetimi projeleri için bu veriler önem arz etmektedir.

## Kaynaklar

- Erel, A., Yardım, M. S., Gürsoy, M. ve Yüksel, H. (1998) Tarihi Yarımada'nın Ulaşım Sorunları ve Acil Çözüm Önerileri, İTO yayın no: 1998-43, İSBN-975-512-281-8, İstanbul.
- Naltekin, E., Özkaya, B. ve Yüncü, H. (2008) İstanbul Tarihi Yarımada'da Perde-Kordon Etüdüleri Yardımı İle Giriş ve Çıkış Trafiğinin Belirlenmesi (2007-Yaz). Lisans Bitirme Ödevi, YTÜ İnşaat Fak. İnşaat Müh. Bölümü, İstanbul.
- Okubay, M. (2008) Bölgesel Otopark Yönetimi ve Stratejileri: Tarihi Yarımada - Eminönü Bölgesi Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özkarafaki, A., Uçar, E., Seyhun, Ö. F., Büyükkılıç, M.A., Yiğit, S., Baydemir, M., Açıkan, A. ve Özdemir, D. (2013) İstanbul Tarihi Yarımada'daki Giriş-Çıkış Trafiğinin Belirlenmesi (2013 Bahar). Lisans Bitirme Ödevi, YTÜ İnşaat Fak. İnşaat Müh. Bölümü, İstanbul.
- TÜİK (2015) Demografik Veri Tabanı. <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim tarihi: 10.01.2015
- Yardım, M. S., Gürsoy, M. ve Yüksel, H. (2000) An Evaluation of Istanbul Historical Peninsula's Inbound and Outbound Traffics with the Aid of Screen Line-Cordon Surveys. Advances in Civil Engineering 4th International Congress Proceedings, Volume 3, pp. 1383-1392, Gazimagusa, Turkish Republic of Northern Cyprus.
- Yardım, M. S., Gürsoy, M. (2004a) An Investigation For Change Of Transportation Conditions At Istanbul Historical Peninsula. WCTR '04-10th World Conference on Transport Research, Abstract Book-II, pp. 1425-1426 (Full text in the CD-ROM), Istanbul, Turkey.
- Yardım, M. S. ve Gürsoy, M. (2004b) İstanbul Tarihi Yarımada'da Üretilen ve Çekilen Trafik Üzerine 2003 Yılı İçin Bir Değerlendirme. İnşaat Mühendisliğinde Gelişmeler 2004-6. Uluslararası Konferansı, Bildiriler Kitabı, s. 1909-1921, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- Yardım, M. S. (2006) İstanbul Tarihi Yarımada Kordonunda 2005 Yılı İçin Giriş-Çıkış Trafiğinin Değerlendirilmesi. 7th International Congress on Advances in Civil Engineering, ACE-2006, Yıldız Technical University, Book of Abstract, p. 388 (Tam metin Kongre CD-ROM'unda), İstanbul.
- Yardım, M. S., Cenk, H., ve Gürsoy, M. (2009). 2010 Avrupa Kültür Başkentliğine Doğru Büyük Ulaştırma Projeleri Odağında İstanbul Tarihi Yarımada'daki Kentsel Değişme Eğilimleri. 8. Ulaştırma Kongresi Bildiriler Kitabı. İMO İstanbul Şubesi, s. 73-89.
- Yüksel, H. ve Yardım, M. S., (2008) Tıkanıklık Ücretlendirmesi Uygulamalarının Eminönü Bölgesi'nde Bir Trafik İyileştirme Yöntemi Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması. İBB Proje İstanbul kapsamında hazırlanan Araştırma Projesi.



# Ulaştırma Projelerinde Katılım “İstanbul Üçüncü Köprü İncelemesi”

**N. Nazlı VARLIER, Özlem ÖZÇEVİK**

İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Taşkışla Kampüsü, Beyoğlu/İstanbul

Tel: (532) 609 37 90, (212) 245 27 53

E-posta: nazlivarlier@gmail.com, ozceviko@itu.edu.tr

**Sırma TURGUT**

Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Beşiktaş/İstanbul

Tel: (212) 383 70 70

E-posta: sirmaturgut@gmail.com

## Öz

Ulaşım sistemleri, besin, sağlık, çalışma, dinlenme alanları gibi olanaklara sağladığı erişim ve erişimdeki ulaşım koşulları; ayrıca kentsel ölçekte oluşturduğu değişiklikler ile yaşantımızı doğrudan ve dolaylı olarak etkilemekte; yaşam kalitemize yön vermektedir. Ulaşımında güvenlik ve emniyet, hareket edebilme özgürlüğü, seyahat süresi, fiziksel ve zihinsel sağlık gibi konular yaşam kalitesi ile bağlantı göstermektedir. Ulaşım projelerinde halk katılımının sağlanması, projeden olumsuz olarak etkilenecek kesimlerin doğru olarak belirlenmesini; oluşacak olumsuzlukların önlenmesi ya da hafifletilmesi için seçenekler sunulmasını; daha adil ve şeffaf bir ulaşım planlama sürecini sağlar. Bu kapsamda, çalışmanın amacı, ulaşım projelerinde katılımın devreye girmesini sağlayabilmek için yönetim-planlama-katılım organları arasındaki bağlantıyı sağlayan bir katılım planlaması modeli sunmaktır. Bu amaçla, İstanbul kent yaşamına eklenmesi planlanan Üçüncü Köprü'nün projelendirme ve uygulama aşamalarında halk katılımı uygulamaları incelenerek; Türkiye'de ulaştırma planlamasında halk katılımının boyutu ve bu konuda oluşturulabilecek bir katılım planlama önerisi sunulmuştur. Bildirinin amacı, ulaşım projelerinde katılım planlamasının önemine vurgu yaparak, katılımın dengeleyici mekanizmalarla birlikte ulaşım planlanmasına dahil edilmesi için yöntemler sunmaktır. Çalışmada, Üçüncü Köprü'nün ayaklarının bulunduğu Garipçe ve Poyrazköy ilçelerinde fenomenolojik görüşme ve etnografik gözlem tekniklerine dayalı olarak Türkiye'de ulaştırma projelerinde uygulanan katılım yöntemleri incelenerek bu kapsamda öneri sunulmuştur.

**Anahtar sözcükler:** Katılım, Ulaştırma Projeleri, Üçüncü Köprü Projesi, İstanbul

## Giriş

Ulaşım, üretim, depolama ve tüketim arasında kurduğu bağlantı ve ticarete sağladığı katkı ile hem toplumsal hem de bireysel anlamda büyük bir öneme sahiptir. Ulaşım yatırımlarının maliyeti ve hızı, ekonomik aktivitelerin yoğunluk ve yerleşimi kararlarını ve böylece coğrafik açıdan üretim ve yerleşim kalıplarını etkilemektedir (Kasilingam, 1998; Lakshmanan ve diğerleri, 1997). Ulaşımın, bir toplumun ekonomisi ile sosyal dokusunu birleştiren bir işleve sahip olduğu ve ulaşımındaki eksikliklerin eğitim, öğretim, sağlık ve sosyal hizmetlere katılımı engelleyerek kişinin hareket özgürlüğünü kısıtladığı ve bu durumun yaşam kalitesine etkisi

sıkça vurgulanmaktadır (Baedeker veLindenau, 2013; VanZerr ve Seskin, 2011; Risserve diğerleri, 2005; FDOT,2000; The World Bank 2006). Her ulaştırma projesi, özellikle proje yakın çevresinde olmak üzere çeşitli etkiler oluşturmakta ve bu etkiler, farklı kesimler üzerinde çeşitli büyüklüklerde tesirler göstermektedir. Literatürde bu etki boyutlarının araştırılması için çeşitli doğrudan, dolaylı ve kümülatif etki analiz yöntemlerinin önemi sıkça vurgulanmaktadır. Sosyal analizlerin en önemli basamağını ise ‐halk katılımının sağlanması‐ oluşturmaktadır (NHCRP, 2002; Brinckerhoff, 2008).

Halk katılımı, etkilenen kesimlerin endişe, ihtiyaç ve değerlerinin ulaştırma kararlarına dahil edilmesi olarak tanımlanabilmektedir. Katılımın en önemli amacı ise, etkilenen kesimlerin projeye dahiliyeti ve desteği ile şeffaf bir karar süreci oluşturma (Kelly ve diğerleri, 2004; Cascetta ve Pagliaraa, 2012). Arnstein (1969), katılımı, politik ve ekonomik süreçlere dahil olmayan kentlilerin gelecekte projelere dahil edilebilmeleri için güç unsurunun yeniden dağıtımı olarak tanımlamaktadır. Keefe (1976) ise ulaştırma planlarına kentlilerin katılımını, sorumlu proje yetkilileri tarafından halkın ulaştırma konusunda isteklerine dikkat etmesi olarak açıklamakta ve bu sürecin eşya ve hizmetlerin dağıtımından çok da farklı olmadığını; halkın isteklerini öğrenme, bu doğrultuda kar/zarar araştırması yapma ve pazara sunma aşamalarından oluştuğunu belirtmektedir. Baedeker veLindenau (2013) ise katılımı, yerel etkilenen kesimlerin ve kentlilerin ulaşım planlaması sürecine aktif bir şekilde dahil edilmesi olarak tanımlamaktadır. Katılım konusunun dünyanın çeşitli ülkelerinde farklılık gösterdiği ve bu konuda ilk örneklerin Fransa, İngiltere ve Amerika'da görüldüğü çeşitli kaynaklarda belirtilmektedir. Cascetta ve Pagliaraa (2012), büyük ölçekli projelerin uygulama aşamasında özellikle çevre koruması konularında çeşitli aktörlerle birlikte halkın fikirlerinin tartışılması amacı ile 1995 yılında Fransa'da Ulusal Kamu Müzakereler Komisyonu kurulduğunu; BirleşikKrallık'ta 2008 yılında ulaştırma projelerine halk katılımının yasalar ile zorunlu hale getirildiğini; Amerika'da ise hükümet görevlerinin katılımcı, şeffaf, hesap verebilir ve sorumlu hale getirilmesi için katılım konusunda çeşitli somut çalışmaların yapıldığını belirtmektedir.

Bidiride, İstanbul Üçüncü Köprü Projesi örnek alanı üzerinden Türkiye'deki ulaşım projelerinde katılıma ne derece yer verildiği incelenerek bu kapsamda bir çözüm önerisi sunulmaktadır. Çalışmanın amacı, Üçüncü Köprü Projesi'nin yer seçimi kararları ve etki değerlendirme çalışmalarında projeden etkilenebilecek farklı kesimlerin proje plan ve kararlarına dahil edilme seviyesinin ölçülmesidir. Çalışmada, literatüre dayalı araştırmalar yapılarak katılım konusunun dünyadaki öneminin Türkiye'deki projelerle karşılaştırması yapılmıştır. Türkiye'de uygulanan katılım mekanizmalarının incelenebilmesi için, yaklaşık 6 aylık bir sürede çeşitli zamanlarda Üçüncü Köprü'nün ayaklarının bulunduğu Garipçe ve Poyrazköy semtleri ile yakın çevrelerine fenomenolojik görüşme ve etnografik gözlem ziyaretleri yapılmıştır. Fenomenolojik görüşmeler kapsamında etkilenen kesim anketleri (N: 65) ve mahalle muhtarları ile röportajlar yapılmış olup; anket ve röportaj soruları, gösterge analiz yöntemine dayanarak oluşturulmuştur. Bu kapsamda, çalışmanın ilk bölümünde, ulaştırma projelerinde katılımın önemi ve çalışmada kullanılan yöntem açıklanmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde, ulaştırma projelerinde halk katılımının kavramsal çerçevesi sunulmuş; üçüncü bölümünde çalışma alanı ve metodolojik yaklaşım açıklanmıştır. Çalışmanın dördüncü bölümünde, Türkiye'de ulaştırma projelerindeki katılım yaklaşımının ele alınabilmesi için Garipçe ve Poyrazköy'de yapılan fenomenolojik görüşme ve etnografik gözlemlerden elde edilen bulgular açıklanmıştır. Çalışmanın son bölümünde tüm veriler birleştirilerek Türkiye'de ulaştırma projelerinde uygulanması için bir katılım mekanizması önerisi getirilmiştir.

## Kavramsal Çerçeve

Keefter (1976), ulaşım projelerinde halk katılımının sağlanmasının yararlarını, daha iyi planların oluşturulması, planlama süreçlerine halkın güven ile bakması, para ve zaman tasarrufu, projeye muhalefetin ve proje amaçlarının sorgulanmasının önüne geçilmesi, genel anlamda halkın isteklerinin daha iyi anlaşılması sonucunda hükümet işlemlerinin hızlanması ve değişken toplum yapısını planlamaya dahil ederek günümüzdeki ulaşım sorunlarına yenilikçi çözüm önerileri getirmesi olarak belirtmektedir. Florida Ulaşım Departmanı raporuna (FDOT, 2000) göre halk katılımı, ulaşım projesinden etkilenecek kesimlerin belirlenmesini ve bu grupların algıladıkları etkilerin önem derecesinin anlaşılmasını sağlamakta; bu şekilde alternatif çözüm önerileri ve etkileri hafifletme seçenekleri sunulabilmekte, toplumsal hedeflerin proje kararlarına entegre edilmesi olanaklı kılınmaktadır.

Fielding (1976), “Kentsel Katılım: Ulaşım Yenileme Çalışması İçin Yönetimsel Bir Strateji” adlı çalışmasında OrangeCounty, California bölgesinde transit yol çalışması için halk ile ortaklaşa gerçekleştirilen katılımcı planlama sürecini ele almıştır. Yerel halk, yapılacak olan yol çalışması için oluşturulan master plan çalışmalarında proje başlangıcından itibaren programın amaç, plan ve programları için çalışacak danışmanların seçimine karar vermişler; fikir ve endişelerini projenin çeşitli aşamalarında çeşitli mekanizmalar ile sunarak proje süreci içerisinde yer almışlardır. Fielding, projenin 3 yıl gibi kısa bir süre içinde tamamlanmasını projedeki başarılı katılım mekanizmalarına bağlamaktadır. Projede halk katılım ve desteğinin sağlanmamış olması durumunda projenin çok daha uzun bir süre zarfında tamamlanacağını belirtmiştir. 3 yıl içerisinde toplamda 5 panel oluşturulmuş; bu panellere kadınların katılımı proje süreci açısından önemli bir destek sağlamıştır.

FHWA (1996), “Ulaştırma proje kararlarda halk katılımının dahil edilmesi” adlı çalışmasında, katılım planlamasında uyulması gereken ilkeleri 5 maddede açıklamıştır. Buna göre, katılım planlaması ilkeleri: Temel demokratik ilkelerle uyum, ulaşım kararlarında proje yetkilileri ve halk arasında sürekli olarak bağlantı sağlanması, farklı grup ve bireyleri hedef alan çeşitli katılım teknikleri kullanımı, kamuya aktif ulaşım sağlanması ve karar aşamalarında katılıma odaklanma olarak ele alınmıştır. Katılım planı oluşturmak için izlenecek adımlar ise, katılım programı için amaç ve hedeflerin belirlenmesi; ulaşılacak kesimlerin/kişilerin belirlenmesi; genel yaklaşımın ve stratejilerin belirlenmesi; yaklaşımın belirli tekniklerle detaylandırılması; önerilen strateji ve tekniklerin proje döngüsünü sağlayacak şekilde karar aşamasına yardımcı olması şeklinde ele alınmıştır. FHWA (1996), katılım aşamalarını *bilgilendirme, yüz yüze görüşme teknikleri ile halkın dahil edilmesi, katılımcılardan geri bildirim alma ve katılımı artırıcı özel teknikler kullanma* olmak üzere dört ana başlıkta toplamıştır (Tablo 1).

Tablo 1 Katılım basamakları (FHWA, 1996).

<b>Bilgilendirme</b>	Çekirdek katılımcı grubun oluşturulması	-Yerel danışma kurulları -Karar ve politika organlarında yer alan kentliler -İşbirliği kurulları
	Ulaştırma olanaklarından yeterince yararlanamayan kesimlerin dahil edilmesi	-Farklı etnik kökenler, azınlıklar, düşük gelir grupları -Engelliler
	Kesintisiz bilgi ve iletişim olanaklarının yaratılması	-Posta listeleri -Halkı bilgilendirme araçları -Belirli kişilerle röportajlar -Brifingler -Video teknikleri -Telefon teknikleri -Medya stratejileri -Konuşmacı ofisleri
	Eyleme dökme	
<b>Yüz yüze görüşme teknikleri ile halkın dahil edilmesi</b>	Toplantı türünün kararlaştırılması	-Halk ile toplantı/oturumlar -Resmi olmayan halka açık toplantı/oturumlar -Konferans, workshop, yoğunlaştırılmış workshoplar
	Toplantıda kullanılacak yöntemin kararlaştırılması	-Beyin fırtınası -Etkilenen kesim toplantıları -Vizyon oluşturma toplantıları -Küçük grup teknikleri
	Eyleme dökme	
<b>Katılımcılardan geri bildirim alma</b>	Halkın bilgi edinebileceği ve fikir sunabileceği yerlerin oluşturulması	-On-line hizmetler -Yardım hattı -Bilgilendirme merkezleri
	Toplum bakış açılarının anlaşılması ve farklılıkların giderilmesi için programlar tasarlanması	-Odak grupları -Halk ile yapılan anket ve röportajlar -Problem çözüm toplantıları (Facilitation) -Müzakere ve anlaşma
	Eyleme dökme	
<b>Katılımı artırıcı özel teknikler kullanma</b>	Özel etkinliklerin hazırlanması	-Ulaştırma fuarları -Oyun ve yarışmalar
	Toplantı yaklaşımının değiştirilmesi iletişim için yeni yollar bulunması	-Toplantılara katılımın artırılması -(Farklı karakter oyunları) Role playing -Alan ziyaretleri -Farklı buluşma yerleri ve etkinlikler
	İletişim için yeni yollar bulunması	-İnteraktif televizyonlar -İnteraktif video gösterimleri -Bilgisayar sunumları ve simülasyonları -Telekonferanslar
	Eyleme dökme	

Huntsville Bölgesi'nde federal düzenlemeler gereği katılımcı bir ulaşım planlaması oluşturmak amacıyla çeşitli tekniklerin birlikte kullanıldığı bir katılım kılavuzu hazırlanmıştır (HATS, 2008). Buna göre, Huntsville Bölgesinde halk katılımını sağlamak için kullanılan katılım mekanizmaları; websitesi, ortak veritabanı, bülten, basın açıklamaları, yerel reklamlar, kablolu yayın duyuruları, projeye bağlı web sayfaları, resmi olmayan halka açık toplantılar, halk yorumlarına açık plan taslakları, kentsel danışma kurulu, şikayet/öneri formları ve el ilanlarıdır.



## Saha Çalışması

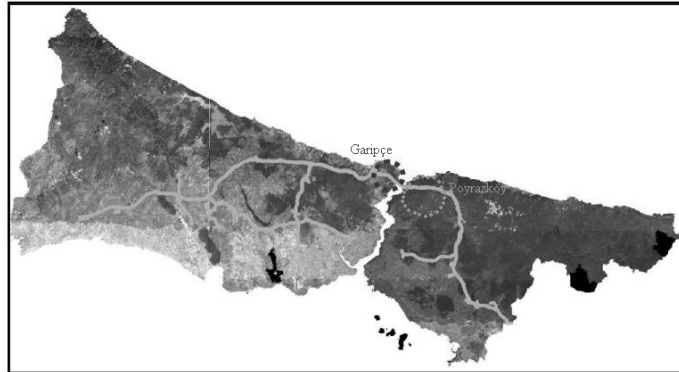
### İstanbul

İstanbul'un nüfusu 14.160.467 (Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi, 2013) olup; il, doğu- batı doğrultusunda gelişim göstermektedir. Yerleşim alanları genel olarak ilin güneyinde bulunmakta; kentin kuzey kesimleri büyük miktarda orman alanları, su havzaları ve ekolojik ve biyolojik açıdan öneme sahip alanları içermektedir. (1/100.000 Ölçekli İstanbul Çevre Düzeni Planı, 2009). Çalışma Alanı olarak seçilen Üçüncü köprü projesinin ayaklarının bulunduğu köyler (Garipçe ve Poyrazköy) İstanbul'un kuzey ekolojik sistemi içinde yer almaktadır.

### Metodolojik Yaklaşım

Üçüncü Köprü Projesi için proje başlangıcından sonra hazırlanan (URL-1; URL-2) Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirme Raporuna göre (AECOM, 2013), 3. Köprü Projesi, İstanbul'un kuzey alanlarından geçmesi planlanan Kuzey Marmara Otoyolu'nun Garipçe ve Poyrazköy aksını birleştiren hat içinde kalmaktadır. Üçüncü köprü yapımı için kararlaştırılan güzergah Garipçe (Sarıyer) ve Poyrazköy (Beykoz) olup; Odayeri - Paşaköy arasında toplam yaklaşık olarak 114 km otoyol ve bağlantı yolunun yapılması planlanmaktadır (Şekil 1). Köprü uzunluğu ise yaklaşık 1,4 km olacaktır (AECOM, 2013).

Şekil 1: İstanbul haritası üzerinden Üçüncü Köprü Projesi ve Garipçe-Poyrazköy bölgelerinin konumları (KGM, 2013 a ve b raporlarının birleştirilmesi ile elde edilmiştir).



Çalışmada, fenomenolojik görüşme ve etnografik gözlem kapsamında yapılan etkilenen kesim anketleri (Tablo 2) ve mahalle muhtarları ile röportaj (Tablo 3) oluşturmuştur. Garipçe ve Poyrazköy'de toplamda 65 kişi ile anket yapılmıştır. Bu anketlerin 24 tanesi Garipçe'de; 41 tanesi Poyrazköy'de yapılmıştır. 2013 yılında uygulanan etnografik gözlem ve fenomenolojik görüşme aşamalarında Garipçe'nin toplam nüfusu 403; Poyrazköy'ün 896'dır.

Tablo 2Etkilenen Kesim Anketi

<b>KONU BAŞLIĞI</b>	<b>ETKİLENEN KESİM ANKET SORULARI</b>	
<b>Demografik ve sosyoekonomik bilgiler</b>	Yaş, cinsiyet, doğum yeri, eğitim durumu, meslek, sosyal güvence, aylık gelir, aylık ulaşım harcaması	
<b>Yaşanılan mahalle ile ilgili bilgiler</b>	Eşit söz hakkı (kadın, engelli, yaşlı veya bazı savunmasız kişiler) Kadın, engelli, yaşlı veya bazı savunmasız kişilerin toplu taşıma kullanımı (The World Bank, 2006)	
<b>Doğal-kültürel bilgiler</b>	Halkın, proje konumu sebebiyle etkilenecek doğal-kültürel alanlar hakkında bilgilendirilme durumu	
	Hava kalitesi, mevcut su sistemleri, gürültü ve titreşimler, açık ve yeşil alanlarda meydana gelen ve gelecek değişimler/ bölgedeki nadir ve tehlike altında bulunan canlıların proje sebebiyle olumsuz olarak etkilenmesi, Günlük insan aktivilerinin habitat etkisi (inşaat ışıkları, gürültü vb.) (NHCRP, 2002)	
<b>Kamu hizmetlerinden yararlanma durumu</b>	Mevcut ulaşım sisteminden memnuniyet derecesi	
	Mevcut ulaşım ve belediye hizmetlerinin engelli-yaşlı-hasta gibi dezavantajlı gruplar için yeterliliği (The World Bank, 2006)	
	Altyapı, ulaşım, sağlık tesislerine erişim, kültürel tesislere erişim durumunda meydana gelen değişim(NHCRP, 2002)	
<b>Katılım bilgileri</b>	Üçüncü Köprü Projesi uygulamaya geçmeden önce mahallede yaşayanların fikirlerine danışılma ve bilgilendirilme durumu	
<b>Algısal bilgiler</b>	Üçüncü köprü projesi hakkında bilgi durumu, projeyi onaylama durumları. Projeden fayda/zarar sağlayacak kesimler. Proje sonrasında oluşan sorunlar.	
<b>Beklenti bilgileri</b>	Endişe	Mahallede oluşacak değişiklikler(NHCRP, 2002)
	Pozitif - Negatif Beklentiler	Değişiklik beklentileri

Tablo 3Mahalle Muhtarları ile Röportaj

<b>KONU BAŞLIĞI</b>	<b>MUHTARLAR İLE RÖPORTAJ</b>	
<b>Yaşanılan mahalle ile ilgili bilgiler</b>	Mahalle içinde katılım iş bölümü, dayanışma güven varlığı; dernek, sivil toplum örgütü bulunma durumu. Dezavantajlı gruplar ve mahalle (engelli, yaşlı, hasta )	
	Mahallede çalışan kadınların toplam çalışan kişilere oranı(The World Bank, 2006)	
<b>Katılım bilgileri</b>	Projenin muhtemel etkileri hakkında köy halkını bilgilendirme durumu	
	Öneri/Şikayet bilgilendirmebirimi. Proje nedeniyle köy halkı üzerinde oluşabilecek olan etkiler için, etki azaltma projelerinin varlığı; kadın-yaşlı-engellilerin kaynaklara ulaşabilme olanakları hakkında bilgilendirme; etki değerlendirmesinde kadın katılımın sağlanma durumu (The World Bank, 2006)	
<b>Beklenti bilgileri</b>	<b>Risk beklentisi</b>	Dezavantajlı kesimlerin projeden etkilenme durumu (The World Bank, 2006)
	<b>Çevresel, ekonomik, sosyal riskler</b>	Ekonomik yapı, sosyal ilişkiler ve komşuluk, doğal yapı, mahalle yaşantısı üzerinde meydana gelen ve gelecek değişimler(NHCRP, 2002)

## Bulgular

### Etkilenen Kesim Anket Sonuçları (Varlier, 2014)

Ankete katılanların % 49,2'si Poyrazköy, % 33,8'i Garipçe, %13,8'i Beykoz ve %3,1'i Rumeli Feneri'nde ikamet etmektedir. Katılımcıların %22'si kadın; %78'i erkektir. Ankete katılanların yaş aralığı 22 ile 72 arasında değişkenlik göstermekte olup; yaş ortalaması 46,4'tür. Katılımcıların %10,8'inin sosyal güvencesi bulunmamaktadır. Katılımcıların büyük bir bölümü ilkökul mezunu olup; bunu ortaokul ve lise takip etmektedir. Erkek katılımcıların meslekleri arasında en çok görülen balıkçılık ve esnafılık olup; kadın katılımcıların büyük bir kısmı çalışmamaktadır. Katılımcıların maaş aralıkları asgari ücret (850 TL) ile 9000 TL arasında değişkenlik göstermekte olup; büyük bir çoğunluğu asgari maaş almaktadır. Ortalama maaş 2243 TL'dir. Katılımcıların aylık ulaşım harcamaları ortalama olarak 262 TL'dir.

Katılımcıların % 80.0'i mahallelerinde kadın, engelli, yaşlı veya bazı savunmasız kişilerin herkesle eşit söz hakkına sahip olduğunu; % 52.3'ü mahallelerinde yaşayan kadınların ulaşım için aile ya da yakınlarından yardım istemek durumunda kaldığını; % 70.8'i mahallelerinde yaşayan engelli ve yaşlıların ulaşım için aile ya da akrabalarından yardım istemek durumunda kaldığını belirtmiştir. Katılımcıların % 30.8'i mevcut ulaşım sisteminden memnun olduğunu belirtmektedir. Ancak katılımcıların % 67.7'si mevcut ulaşım hizmetlerinin, % 56.9'u ise, mevcut belediye hizmetlerinin engelli – yaşlı - hasta gibi dezavantajlı gruplar için yeterli olduğunu düşünmemektedir.

Katılımcıların çoğunluğu proje güzergahının yaban hayatı koruma alanı ve İstanbul ili su toplama havzalarının içinden geçtiğini; güzergaha yakın konumu sebebiyle projeden olumsuz olarak etkilenecek milli park olduğunu ve projenin kuş göç yollarını etkileyeceğini bilmemektedir. Katılımcıların %60'ı açık ve yeşil alanlarda meydana gelen değişimlerden, %50.8'i ise günlük insane aktivitelerinin habitat üzerindeki etkilerinden rahatsızlık duymaktadır. Katılımcıların %64.4'ü gelecekte hava kalitesinin bozulacağını; %60'ı gürültü ve titreşimlerde artışlar meydana geleceğini; %67.7'si açık ve yeşil alanların azalacağını; %66.2'si günlük insan aktivitelerinin insanlar üzerinde olumsuz etkiler oluştacağını düşünmektedir.

Katılımcıların % 83.1'i Üçüncü Köprü Projesi uygulamaya geçmeden önce fikirlerine danışılmadığını belirtmektedir. Katılımcıların % 58.5'inin Üçüncü Köprü Projesi hakkında bilgi sahibi olduğunu belirtmesine rağmen katılımcıların % 73.8'i projedeki temel aktör ve kurumları sıralayamamaktadır. Katılımcıların %19'u zenginlerin; %17'si köy halkının; %15'i tapulu arazisi olanların Projeden olumlu yönde etkileneceğini; %55'i ise köy halkının ve fakir halkın projeden olumsuz olarak etkileneceğini düşünmektedir.

Katılımcıların % 46.2'si uygulamanın başlamasından sonra bazı konularda rahatsızlık duyduklarını belirtmektedir. Buna göre katılımcıların büyük bir oranı çevresel nedenler öne sürerken büyük bir oranı da yolların bozulması, toz, çamur ve gürültüden şikayet etmektedir.

Katılımcıların %73,8'i Üçüncü Köprü Projesini onaylamaktadır. Bu kişilerin %55'i ulaşımı rahatlatacağı düşüncesiyle; %25'i ise ekonomik beklentiler sebebiyle onayladıklarını belirtmiştir. Onaylamayan katılımcıların %71'i çevresel nedenlerle; geri kalanları ise alt yapı yetersizliğine sebep olacağı ve evlerine el koyulacağı gibi düşüncelerle onaylamadıklarını belirtmektedir.

Katılımcıların % 50.8'i mahallelerinde oluşacak değişikliklerin dostluk ilişkilerini, yaşam kalitelerini ve mahremiyetlerini olumsuz yönde etkileyeceğini düşünmekte, % 64.6'sı yaşadıkları civarda büyük yeni alışveriş merkezleri, rezidanslar, büyük ve geniş yollar görmek istemediklerini belirtmektedir. Katılımcıların % 64.6'sı Üçüncü Köprü projesinin hayatlarında değişiklikler oluşturacağını düşünmektedir. Bu kişilerin %35'i kalabalıklaşma, altyapı yetersizlikleri ve çevresel sorunların artacağı; %20'si ekonomik gelişimler sağlanacağı; %20'si sosyal canlılık geleceği; %11'i ulaşımda rahatlama oluşacağı; %8'i taşınmak durumunda kalmak ve arsaların habersizce kamulaştırılması; %2'si sit alanlarının kaldırılmasına dair değişiklikler beklediğini belirtmiştir.

### **Mahalle Muhtarı ile Röportaj Sonuçları (Varlıer, 2014)**

Garipçe Köyünde iki, Poyrazköyeüç dernek ve sivil toplum örgütü bulunmaktadır. Her iki mahallenin de en önemli gelir kaynağı balıkçılık olup; iki alanda da turistik hizmetler de görülmektedir. Garipçe'de dezavantajlı gruplar toplam nüfusun yaklaşık %3'ünü, Poyrazköy'de ise yaklaşık %2'sini oluşturmaktadır. Mahallede çalışan kadınların toplam çalışan kişilere oranı Garipçe'de %2; Poyrazköy'de %5'tir.

Garipçe ve Poyrazköy'de proje kararından sonra her hangi bir sivil toplum örgütü, sendika veya mimarlar / mühendisler / şehir plancıları odası üyesinin projenin muhtemel etkileri hakkında köy halkını bilgilendirmediği; proje öncesinde, köy halkının proje sebebiyle maruz kalabileceği risklerin ölçülebilmesi için köy halkının dahil edildiği kapsamlı bir çalışmanın yapılmadığı; yaşlı/engelli/internet kullanmayan kişilerin öneri ve şikayetlerini dikkate alacak bir ünitenin bulunmadığı belirtilmiştir. Proje öncesinde bölgede yaşayan kadın, yaşlı, engelli kimselere proje hakkında danışılmadığı; proje nedeniyle köy halkı üzerinde oluşacak olan etkiler için, kadın-yaşlı-engellilerin kaynaklara ulaşabilme olanakları hakkında bilgilendiren etki azaltma projelerinin yapılmadığı belirtilmiştir. Garipçe muhtarı, proje sonrasında engelli-yaşlı-hasta gibi dezavantajlı kesimlerin proje sonuçlarından olumsuz etkileneceğini; Poyrazköy muhtarı ise köydeki mevcut dayanışma, ve dernekler sayesinde bu kişilerin olumsuz olarak etkilenmeyeceğini düşünmektedir.

Garipçe muhtarı, Garipçe'nin sosyal ilişkiler ve komşuluk, doğal yapı ve mahalle yaşantısının proje öncesinde çok iyi durumda olduğunu; şu anda projeye bağlı olarak doğal yapı ile ilgili olumsuz değişimler meydana geldiğini ancak proje bitiminden sonra bu olumsuz değişimlerin giderileceğini düşündüğünü belirtmektedir. Ekonomik yapının ise tamamen balıkçılığa bağlı olduğunu; proje sonucunda balıkçılık sektörünün olumsuz etkilenmesi durumunda tüm köy ekonomisinin zayıflayacağını belirtmektedir. Poyrazköy muhtarı ise, Poyrazköy'ün sosyal ilişkiler ve komşuluk ile mahalle yaşantısının çok iyi durumda olduğunu ve bir değişime uğrayacağını düşünmediğini belirterek, proje öncesinde iyi durumda olan ekonomik yapının proje ile birlikte çok kötü duruma geldiğini, ancak proje bitişinden sonra çok iyi duruma geleceğini düşündüğünü belirtmektedir. Doğal yapının, proje sebebiyle bozulduğunu düşünmekte; ancak proje sonrasında eski haline kavuşacağına inanmaktadır.

### **Sonuç ve Tartışma**

Etkilenen kesim anketlerinde; katılımcılar, genel olarak ulaşım ve belediye hizmetlerinden memnun olmakla birlikte bu hizmetlerin yaşlı, engelli, hasta gibi dezavantajlı gruplar için yeterli olduğunu düşünmemekte; kadın, yaşlı, engelli veya bazı savunmasız kesimlerin ulaşım için yakınlarından yardım istemek durumunda kaldıklarını belirtmektedir. Bu durum, mahallede yaşayan bu kesimlerin yeterince hareket özgürlüğüne sahip olmadıklarını

göstermektedir. Katılımcıların çoğunluğu, proje güzergahının sit alanları üzerinden geçtiğini bilmemekte; proje hakkında yeterince bilgiye sahip bulunmamaktadır. Katılımcıların büyük bir oranının proje sonrasında hava kalitesi, doğal alanlar ve çevresel estetik açısından olumsuz beklentilere sahip olup; yeşil alanların yok olması ile ilgili olarak bazı endişelere sahip oldukları görülmektedir. Katılımcıların büyük bir bölümü, proje için fikirlerine danışılmadığını belirtmekte ve projedeki temel aktör ve kurumları sıralayamamaktadır. Katılımcıların büyük bir oranı köy halkının ve düşük gelir gruplarının projeden olumsuz olarak etkileneceğini düşünmektedir. Katılımcıların büyük bir bölümünün mahallelerinde yaşanacak dönüşüm fikrinden ötürü rahatsızlık duyduğu; mahalle dokusunun bozulması ile ilgili bir takım endişelere sahip olduğu görülmektedir. Ancak bu konuda gelecekte oluşacak değişimler için net bir tanımlama yapamamaktadırlar. Köy halkının bu endişelere sahip olması, katılım ve uzlaşma unsurlarının yeterince sağlanmadığını; projenin gelecek konusunda belirsizlikleri olduğunu ve köy halkının projeye yeterince dahil edilmediği ve halkın proje hakkında yeterince bilgilendirilmediği sonuçlarını göstermektedir.

Mahalle muhtarları ile röportaj sonuçlarına göre, Üçüncü Köprü Projesi uygulamaya geçmeden önce, halkın fikirlerine yeterince danışılmadığı ve halkın yeterince bilgilendirilmediği sonuçları çıkarılmaktadır. Üçüncü Köprü Projesi ile ilgili olarak öneri ve şikayetlerin internet haricinde iletilebileceği bir ünitenin bulunmaması ise, internet olanaklarından kolayca yararlanamayan ve yeterince hareket özgürlüğüne sahip olmayan yaşlı ve engellilerin bu konudaki öneri ve şikayetlerini belirtme ihtimalini düşürmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda, köy halkının proje sebebiyle maruz kalabileceği risklerin ölçülebilmesi ve bu doğrultuda kadın, yaşlı ve engellileri de kapsayan kapsamlı bir eylem planı oluşturulmadığı sonuçlarına ulaşılmaktadır. Bu tür eksiklikler, projenin gelecekte yaratacağı etkiler konusunda belirsizlikler oluşmakta; proje sonrasında özellikle dezavantajlı kesimler olmak üzere, köy halkının ne gibi etkilere maruz kalacağı konusunda bir kestirimde bulunmayı zorlaştırmaktadır.

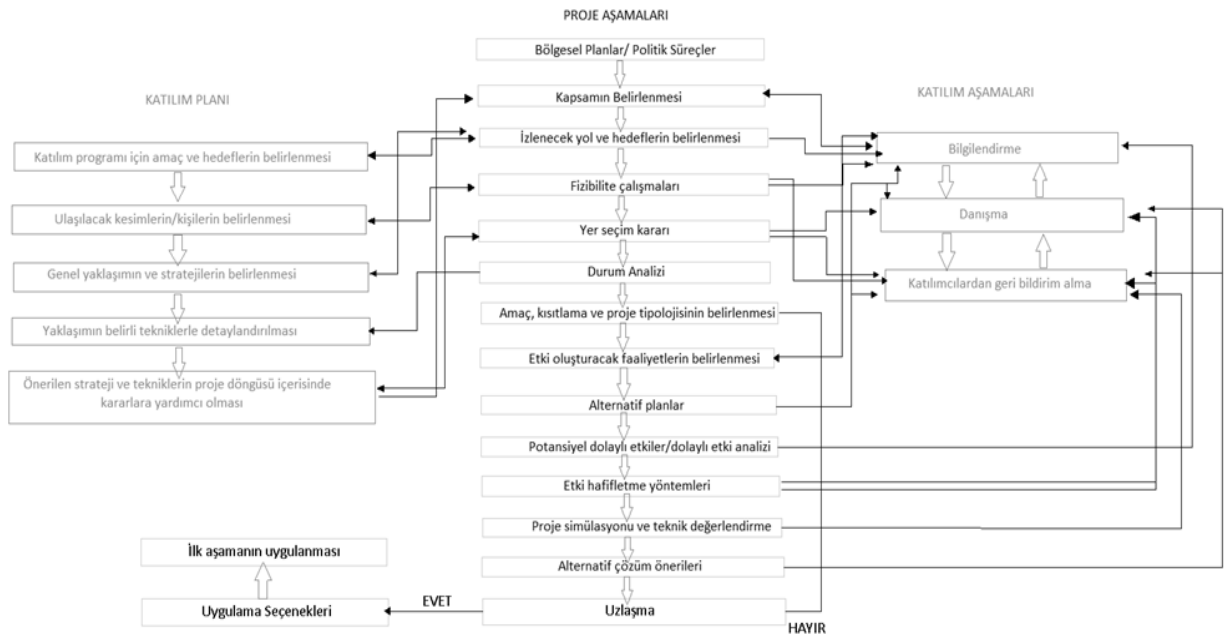
Dünya Bankası, “Ulaşım Projelerine Sosyal Boyutun Dahil Edilmesi” adlı çalışmasında etkilenen kesimleri kategorilere ayırmıştır (The World Bank, 2006). Katılım planlamasının başlangıç aşamasında etkilenen kesimlerin belirlenmesi büyük önem taşımakta olup, bu kapsamda katılımın ilk basamaklarında başvurulabilecek bazı kesimler Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4 Etkilenen Kesimler (The World Bank, 2006).

<b>Etkilenen Kesim Kategorileri</b>	<b>Bağlantılı Olarak Etkilenen Kesimler</b>
Ulusal karar vericiler	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Ulaştırma Bakanlığı, Altyapı Bakanlığı
Uygulama birimlerinde çalışanlar	Plancılar, mühendisler, çevre ve sosyal birim üniteleri, inşaatçılar
Projeden yarar sağlayacağı düşünülen birimler	Yerel topluluklar, ulaşım hizmetleri sağlayıcıları (kamusal/özel/informel/uluslararası), tekne operatörleri/kamyon şoförleri
Potansiyel olarak projeden olumsuz etkilenecek kesimler	Yerel topluluklar, yayalar, ilkel ulaşım türü kullanıcıları
Organize birlikler	Ulaşım sektöründe çalışan veya halka yakın sivil toplum örgütleri, sendikalar, çevreciler, seçmen desteğine ihtiyaç duyan belediye meclis üyeleri
Sponsorlar ve dışsal olarak etkilenen kesimler	Çokuluslu şirketler, uluslararası ulaşım şirketleri, diğer sponsor acenteleri

Üçüncü Köprü Projesi'nin sahibi Karayolları Genel Müdürlüğü olup (AECOM,2013); IC İctaş–Astaldi JV tarafından “yap, işlet, devret” modeli ile İctaş–Astaldi JV şirketlerine 10 yıl 2 ay 20 günlük süre için ihale edilmiştir. Bu süre sonunda Kuzey Marmara Otoyolu ve Üçüncü Köprü Projesi Ulaştırma Bakanlığı'na devredilecektir (URL-3). Bu doğrultuda proje kararlarında en güçlü aktörün Ulaştırma Bakanlığı; ve sonrasında da IC İctaş ve Astaldi şirketleri olduğu görülmektedir. Proje kapsamında yapılmış olan sosyal etki değerlendirme çalışmalarına bakıldığında, Garipçe’de 10 kişi ile, Poyrazköy’de 15 kişi ile proje hakkında görüşme yapılmıştır (AECOM, 2013). Toplamda 1299 kişinin ikamet ettiği bölgede sadece 25 kişi ile proje hakkında konuşulmuş olması gerçek bir halk katılımını temsil edememektedir. Bu doğrultuda, güçlü aktörler ile halk arasındaki iletişim organlarında kopukluk olduğu görülmektedir. Bu kapsamda, Türkiye’de katılım çalışmalarını da içerecek sosyal etki değerlendirme çalışmaları için yeni bir birimin kurulması gerekli görülmektedir. Bu kapsamda, katılım unsurlarının proje sürecine dahil edilmesi için Şekil 2’de gösterilen şema oluşturulmuştur.

Şekil 2: Ulaştırma projelerinde katılım şeması (NHCRP, 2002; FHWA, 1996; Cascetta ve Pagliara, 2012; Ostfeld ve Andersen, 2011’in çalışmalarından derlenmiştir)



Bildirinin kavramsal çerçeve bölümünde açıklanmış olan katılım mekanizmalarının uygulanabilirliğini sağlamak için yerel halk ve temel aktörler arasında iletişimi sağlayacak yeni bir birime ihtiyaç duyulmakta; ulaştırma proje süreç tasarımında projenin etki değerlendirme aşamasında çeşitli katılım mekanizmalarından yararlanılan *katılımcı bir planlama pratiğinin* oluşturulması gerekmektedir. Sosyal değerlendirme çalışmalarına entegre bir şekilde halkın fikirlerine danışılarak katılımcı bir planlama sistemi ile oluşabilecek olumsuz etkilerin en aza indirilebilebileceği ve daha demokratik bir planlama sisteminin oluşacağı düşünülmektedir.

## Kaynaklar

- AECOM (2013). Kuzey Marmara Otoyolu (3.Boğaz Köprüsü dahil) Projesi için Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirmesi (ÇSED) AECOM-TR-R599-01-00, Hazırlayan: Dr. Brian A Cuthbert
- Arnstein, S. R. (1969). A Ladder of Citizen Participation. AIP Journal, Vol. 35, No. 4, July 1969, pp. 216-224.
- Baker, J.L.,Denning, W. (2005) Transport Papers: Development of a Transport Modulefor Multi-topic Household Surveys, The World Bank Group, Washington, D.C.
- Baedeker S. B.,Lindenau, M. (2013). Why is Participation a Challenge in Sustainable Urban Mobility Planning? CHALLENGE.
- Brinckerhoff, P. (2008). SR 502 CorridorWidening, Final Indirectand Cumulative Effects Analysis. Preparedfor Washington State Department of Transportation. October 2008.
- Cascettaa, E.,Pagliaraa (2012). Public engagement for planning and designing transportation systems. Procedia. Socialand BehavioralSciences 87 (2013)103–116. ScienceDirect.
- FDOT (2000). Community Impac tAssessment: A Handbookfor Transportation Professionals. Florida Department of Transportation. University of South Florida.
- FHWA (1996). Public Involvement Techniques for Transportation Decision Making.
- Fielding, G.F. (1976). CitizenParticipation: An Administrative Strategy For Transportation Improvement. Transportation Planning for a Better Environment. PlenumPress, New York.
- HATS (2008). Huntsville Area Transportation Study. PublicInvolvement Plan For Transportation Planning in the Huntsville Urbanized Area. Prepared by Huntsville Planning Division in cooperationwiththeBureau of Transportation Planning, Alabama
- Kasilingam, R. G. (1998). Logistics and Transportation. Chapter 8: Transportation Planning, pp 157-213. Springer Science, Business Media Dordrecht, 1998
- Kelly, J.,Jones, P., Barta, F., Hossinger, R., Witte, A., Christian, A. (2004) Successful transport decision-making. A project management and stake holder engagement hand book
- KGM ( 2013a). Kuzey Marmara Otoyolu 3. Köprü İstanbul Boğazı Geçişi Nazım İmar Planı, Plan İzah Raporu. İstanbul.
- KGM, (2013b). Kuzey Marmara Otoyolu: 3. Köprü İstanbul Boğaz Geçişi Uygulama İmar Planı, Plan İzah Raporu. İstanbul.
- Keefer, L.E. (1976). Citizen Participation in Transportation Planning. P. Stringer et al. (eds.), Transportation Planning for a Better Environment, Plenum Press, New York
- Lakshmanan, T.R.,Nijkamp, P., Verhoef, E. (1997). Full Benefitsand Costs of Transportation: Reviewand Prospects. D.L. Greene et al. (eds.), The Full CostsandBenefits of Transportation. Springer-Verlag Berlin. Heidelberg 1997

Ostenfeld, K. H., Andersen, E.Y. (2011) Major Bridge Projects, A multi disciplinary approach, Frontiers of Architecture and Civil Engineering in China, Volume 5, Issue 4, pp 479-495

NHCRP (2002). Desk Reference for Estimating the Indirect Effects of Proposed Transportation Projects, National Academy Press, Washington D.C.

Risser, R., Kaufmann, C., Forward, S., Steg, L., Martincigh, L., Schmeidler, K. (2005). Public report on the results and products of ASI. public paper WP9. ASI - EVG3-CT-2002-80013

The World Bank (2006). Guidelines for Incorporating Social Dimensions into Bank-Supported Projects: Social Analysis in Transportation Projects

Van Zerr, M., Seskin S. (2011). Recommendations Memo #2 Livability and Quality of Life Indicators.

Varlıer, N. N. (2014). Ulaşım Projelerinde Ekolojik ve Sosyal Etkiler: İstanbul Üçüncü Köprü İncelemesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, Şehir Planlama Programı. Danışman: Özlem Özçevik

URL1: [http://www.cumhuriyet.com.tr/haber/turkiye/109117/3.\\_Kopru\\_ye\\_CED\\_yolu\\_gozuku.html](http://www.cumhuriyet.com.tr/haber/turkiye/109117/3._Kopru_ye_CED_yolu_gozuku.html) alınma tarihi: 07.01.2015

URL-2: <http://www.planlama.org/index.php/planlamaorg-yazlar6/konuk-yazlar/2435-3-koeprue-projesinde-davalaralınmatarihi>: 07.01.2015

URL-1: <http://www.3kopru.com/proje/PROJE-HAKKINDA/1>, alınma tarihi: 20.02.2015



# Kent İçi Ulaşım Çözümlerine Yönelik Uygulama Örnekleri Üzerinden İstanbul Üst Ölçek Ulaşım ve Mekan Planlarının İrdelenmesi

**Bilge Ulusay ALPAY, İclal Kaya ALTAY**  
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi (MSGSÜ)  
Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü  
Fındıklı 34427 – İstanbul  
Tel: (212) 252 16 00 / 298  
bilgealpay@gmail.com, iclalkaya@yahoo.com

## Öz

Kentsel alanlardaki ulaşım sistemlerinin öngörülerini elde etmek üzere geliştirilmiş bir yöntem olan ulaşım planlaması, planlama kademelenmesi içinde sektörel planlama olup merkezi bir planlama aracıdır, öncelikle kamu yararını hedeflemektedir.

2009 yılı onanlı 1/100.000 ölçekli İstanbul İl Çevre Düzeni Planı (ÇDP) plan raporunda; “İstanbul’un evrensel düzeyde taşıdığı kültürel ve doğal öz değerlerine sahip çıkılarak, ... yaşam kalitesi, erişilebilirliği ... ile dünya ölçeğinde güçlenmiş bir kent statüsü kazandırmak” amaçlanmakta ve il sınırları bütününde ekonomik, sosyal ve ekolojik açıdan sürdürülebilir mekansal gelişme hedeflenmektedir. ÇDPlanı’nda “ulaşım kararlarını plan kararları ile uyumlu olarak geliştirmek ve öncelikle ... insanların ... ulaşımının sağlanması, İstanbul genelinde ... toplu taşıma ağırlıklı bir ulaşım sisteminin kurulması” olarak adlandırılan stratejiler yer almaktadır.

2011 yılı onanlı İstanbul Metropolitan Alanı Kentsel Ulaşım Ana Planı (İUAP) ve plan genel hedefinin ise; “Gelecekte motorlu araç trafiğinin azaltılması, toplu taşıma altyapısının iyileştirilmesi ... ve ... daha yaşanabilir bir kentsel çevrenin oluşturulmasıdır.” olup ÇDP genel amacı ve ulaşım sektörüne ait plan hedefi ile genel anlamda örtüştüğü görülmektedir.

ÇDP ile İUAP hedef ve stratejileri doğrultusunda “Haliç Metro Geçiş Köprüsü, Boğaziçi Karayolu Tüp Geçışı (Avrasya Geçiti), Marmaray” gibi bazı kent içi ulaşım projeleri ve uygulamalarının kent gelişme planı-ulaşım planı entegrasyonu açısından tartışıldığı bu çalışmada, kavramsal temeller çerçevesinde İstanbul kent içi ulaşım çözümlerinin; sürdürülebilir mekansal gelişme ve kamu yararı gözetken, doğal ve beşeri çevreyle uyumlu yaklaşımlar açısından irdelenmesi amaçlanmıştır. Çözümlerin üst plan kararlarına entegre bir dayanak olduğu, ancak sadece politik istekleri gerçekleştirmek için bir araç ve tek yönlü bir müdahale biçimi değil, kentsel planlama ve katılım boyutuyla bütüncül yaklaşım olması gerektiği vurgulanmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Kentsel gelişme ve ulaşım etkileşimi, Fiziksel çevre ve yaşam kalitesi, Bütüncül ulaşım planlaması, İstanbul’da kent içi ulaşım proje ve uygulamaları.

## Giriş

Kentsel gelişme ve ulaşım etkileşim halinde, birbiri ile iç içedir, kentsel gelişme ulaşım, ulaşım sistemi de kent planlamaya destek vermelidir. Plansız gelişen kentlerde kısa süreli ulaşım çözümleri temel sorunların başında yer almaktadır. Kentlerin mekansal gelişiminde insan odaklı değil otomobil odaklı çözümler üretilmiş, kentler yol, kavşak, köprü, viyadük vb. yapılarla şekillenmiştir. Gerek bireysel gerekse kamusal ulaşım ile ilgili tesisler, özellikle kent merkezlerinde mevcut duruma ek yoğun bir trafik yükü ortaya çıkarmıştır.

Ulaşım fonksiyonu yani motorlu özel trafiğin kentsel alanlardaki etkisine dayalı gelişmeler 70'li yıllara dayanmaktadır. Özel motorlu araçların artışı ve bilinen kentsel mekan ulaşım çatışmasını ve sorunları arttırmaktadır. Yol genişletme çalışmalarında, yeni caddelerin açılmasında örneğin; tanjant geçen yollar, şehir içi ringler ve ayrıca tramvay, metro gibi toplu taşıma bağlantılarının yapımında da kent strüktürü ve görünümü sürekli değişmektedir. Alan gereksinimi, doğrudan mekanı değiştirir. İz genişlikleri ve izlerin sayısı, kavşak noktalarının genişliği ve kurplar, ihtiyaca göre ayrılmış bisiklet yolları, alt ve üst geçitler, yeni yollar ve meydanlar çatışma halindedir. (Steierwald ve diğ.,2005) Ulaşım ile ilgili tesislere ait donatı elemanlarının pek çoğu kentsel algıyı olumsuz etkilerler. Bu elemanların her biri kentsel mekanda kontrolsüz bir "saçılma" yaratır ve mekana yük getirirler. Motorlu özel trafiğin hem kentsel çevreye hem de tarihi çevreye olumsuz etkileri ve kamusal ulaşımın da detayları kent imajına zararlı etki yapabilir. "Ulaşım ve Kent İmajı" teması izole değildir ve bir ulaşım mekanının tasarımına tarihsel geçmiş, kentsel dokuya uyum, estetik vb. unsurların dikkate alınmasıyla izin verilir.

İstanbul, son yıllarda; uygulanmış, uygulama aşamasında ve planlanmış pek çok ulaşım projesiyle gündeme oturmaktadır. Kentin sürekli artan trafik sorununa çözüm olarak getirilen bu projelere, pek çok uzman ya da halk kesiminden itiraz ve açılan davalarla karşılaşmaktadır. Geniş çaplı bu etkilere karşın söz konusu proje ve uygulamalar; ulaşım mekanlarının düzenlenmesinde; ulaşım türleri arasında denge, kullanıcıların beklentileri, kentsel yaşama getireceği yükler, kent bütününde uygulamalar, kent imajına uyum vb. açılardan bir durum değerlendirmesi olmaksızın aceleci bir tavırla devam etmekte ve onay aşamasına gelmektedir. Bu bağlamda, genel olarak bir sorunun üstesinden gelmek için aşağıdaki kentsel ulaşım yaklaşımları benimsenmelidir.

## 1. Ulaşım - Kent – Planlama – Çevre ve Çözümler

### 1.1. Ulaşım Mekanları ve Kentsel Doku

Ulaşım sorunlarının, insan tarafından planlanmış ve tasarlanmış çevre içinde çözümlenmesi gerekir. Bu süreç, çeşitli çağlarda gelişen kentsel imajın önünde saygıyı gerektirir. Plancı ve tasarımcıların çözüm arayışlarında ulaşımı ve yol mekanlarını olumlu bir biçimde anlamlandırmaları önemlidir. Kent -veya kırsal yerleşim-, insani yaşam alanının temel alanı olarak kavranmalıdır, dolayısıyla ulaşım; yaşam kalitesinin önemli bir kısmını belirleyen bir yaşam fonksiyonudur. Ayrıca, serbest dolaşım, iletişim, hareket ve taşıma/nakil ulaşımın parametreleridir ve serbest (ya da özgür ) dolaşım hakkı kentsel kalite bilinciyle sağlanmalıdır. Kentsel ulaşım planlamasının görevi; yapılanmış ve kamusal açık alan ile bu alanlar içinde yerleşmiş işlevler arasındaki değişken ilişkileri kapsar. Bunun yanısıra, kentsel ulaşım olgusu altında tüm yerleşmeler ve hatta kırsal yerleşmeler içindeki trafik anlaşılır.

Ulaşım mekanları daha çok trafik alanlarıdır, fakat aynı zamanda dinlenme mekanı, konut çevresi, iletişim ve yaşam alanıdır, bunlar sayesinde kent yaşar. Kentin çeşitliliği yol

mekanlarında en açık biçimde sergilenir, bunların içinde trafik sadece pek çok işlevden biridir. Kamusal mekanın kalitesi kent imajının kalitesinin ölçüsüyle aynı derecededir ve ulaşım foksiyonunun kalitesiyle birlikte onaylanır. Bu bağlamda, ulaşım mekanlarının tasarlanmasında estetik bileşenler de dikkate alınmalıdır ve bütüncül disiplinlerarası bir yaklaşım gereklidir. (Steierwald ve diğ., 2005)

## 1.2. Bütüncül Ulaşım Planlaması

Kentsel alanlardaki ulaşım sistemlerinin gelecekteki öngörülerini elde etmek için geliştirilmiş bir yöntem olan ulaşım planlaması çerçevesinde; 1930'lu yıllarda kent içi ulaşım sisteminin bir bütün olarak ele alınması gereği üzerinde durulmaya başlanmıştır. Ulaşım olanaklarını geliştirmenin talebi arttırdığı ve sadece trafik düzenleme çalışmalarıyla sorunun çözümlenemeyeceği anlaşıldı ve yerleşme özellikleriyle kentsel hareketler arasındaki ilişkilerin belirlenmesine önem verildi. (Kılınçaslan, ve diğ., 2012)

1990'larda sürdürülebilirlik kavramı, planlamanın pek çok boyutuyla birlikte ulaşım planlamasını da etkisi altına almaya başlamıştır. (jfa.arch.metu.edu.tr)

Kent bütününde sürdürülebilir ulaşım planlaması için;

-Trafığı doğuran etkenleri bir bütün olarak sınırlandırmak; arazi kullanım planlaması ve desantralizasyon olmak üzere iki çözüm vardır, kullanımlar karmadır ve kentsel gelişme merkez ve aks sistemi üzerine oryante edilir. Bu sistem, yakın çevre kamusal taşımacılık ağı ile örtülür ve çözümler, kamusal ulaşım yararına araç türünün seçimi ve motorlaşmamış özel trafiğin bisiklet ve yayanın lehine değişimi gibi iki hamle ile yönlendirilir. Değişimler ise, hem sistemin düzeltilmesini ve hem de motorlu araçla girişin kısıtlanmasını sağlar.

-Akan ve duran trafiği kentsel yapı içinde uyumlu, dengeli dağıtmak; Kent içinde trafik oluşumunun dağıtılması yeni caddelerin açılması ve özellikle toplu ulaşım binalarının inşa edilmesi talebini artırır. Bu müdahaleler yüksek kapasiteli ana trafik yollarını kesin çözüm olarak görür, oysa ki, bisiklet yol ağları ve yaya yolları artırılmalıdır. (Kölz, 2010)

- Ulaşım alanlarını -yol mekanlarını- fiziki ve manevi değerlere göre tasarlamak; Kentsel mekan düzenlemelerinin amaçları içinde "fiziki" isteklerin yanısıra "manevi/duygusal değerler" in de yer alması sağlanmalıdır. Fiziki beklentiler objektif tanımlanır ve bunlar bilhassa ulaşım, teknik donatım, sosyal ve ekolojiye dayalı gereksinimlerdir. Yollar ve meydanlar kent ve küçük yerleşim alanlarında önemli kamusal alanlardır. Bunlar, önemli derecede yerleşimin karakteri ve çevre yaşamını biçimlendirirler. Bu mekanlar sadece ulaşım hizmet etmez, aksine farklı işlevlerden oluşan yaşamsal donatıların bir çerçevesini de oluştururlar. Bundan dolayı ulaşım mekanlarının tasarımında, yapılaşmış çevrenin oluşum süreci çok önemlidir. Yapılaşmış çevre içindeki ulaşım çözümleri şehircilik ilkeleri ile yakından bağlantılıdır. (Steierwald ve diğ., 2005) Ayrıca, turistik ve korunması gerekli tarihi alanlarda kent imajı ve peyzajının/silüetin canlandırılmasında estetiğin önemi herkes için dikkate değer bir unsurdur.

## 1.3. Planlama Kademelenmesi ve Ulaşım Çözümleri

Uygulama bazında önemli rol oynayan arazi kullanım planı, nazım imar planı ve uygulama imar planı olarak iki planlama kademesinde ulaşım, temel amaç ve önlemlerin en önemli kısmını oluşturur, mevcut kentsel gelişim ve kent silüeti ile ilişkilidir. Fakat müdahale biçimleri farklıdır, arazi kullanımının değişim ve gelişimi ulaşım ile bütün olarak doğal yapıya ve arazinin durumuna uygun tasarlanmalı, imar planında ise bağlayıcı nitelikte olmalıdır.

- **Kentsel Gelişme Planları ve Ulaşım Planı:**

Arazi kullanım planlamasında trafik ve dağılımına ilişkin ön kararlar belirlenir. Bu kararların verilmesinde; kent içi alanlarda veya yeni yerleşim alanlarında fonksiyon ayrımı, karma fonksiyonlara dönüşüm veya altyapı donatılarının eklenmesi, büyüyen bir kent strüktürü içinde yer alacak mevcut yol ağı (şebekesi), ulaşım altyapısı, aynı zamanda doğal kaynaklar ve topoğrafya önemli rol oynarlar. Ulaşım planlamasının günümüzdeki yöntemleri içinde çeşitli alternatiflerin karşılaştırılması ve bireysel kararlara dayalı sonuçların tartılmasını olanaklı kılar. Hazırlanan ulaşım konseptlerinin temelinde, gereksiz trafiği azaltmak için yolların kısaltılması ve farklı araç türlerine dağılıma yönelme bulunmaktadır. (Kölz, 2010)

O halde ulaşım gelişme planı, tüm kentsel planlama katmanları üzerinde merkezi bir planlama aracıdır; kentsel planlama süreci içinde, sektörel plan olarak ulaşım olgusuyla ilgili tüm alanların entegrasyonunu sağlar (kentsel gelişme ve arazi kullanım kararlarına paraleldir), politik istekleri gerçekleştirmek için ideal bir araçtır, planlama yasası ile bağlantısı yoktur, tüm ulaşım biçimlerinin (motorlu özel ulaşım, durağan trafik, yaya ve bisiklet ulaşımı) aynı derecede bir arada oluşumudur. (Steierwald ve diğ., 2005)

- **Alt ölçekli Planlar ve Tasarım Boyutu:**

Ulaşım planlamasının kentsel gelişme politikasına ve öncelikle arazi kullanım planlamasına entegrasyonu ile sağlanan ulaşımın yönlendirilmesinde diğer bir ara kademe ise informel yüksek elastikiyet avantajı sağlayan ara ölçekli kent planlaması olmalıdır. Semt ölçeğindeki uygulamaların ve büyük ulaşım projelerinin kentsel dokusu ile uyumu burada ortaya konur, daha sonra kent tasarımı ağırlıklı planlar üzerinde çalışılır.

Üst planlama ölçeğindeki arazi kullanım planlamasının aksine, yerel politikanın ve kamu yararına yapılan çalışmaların etkinliği bu aşamada söz konusudur. Dolayısıyla, açıklık politikasının sergilenme biçimi yardımıyla belli halk grupları (sivil toplum örgütleri) hedeflenebilir. Bu aşamanın, imar planı gibi yasal dayanağı yoktur. Tüm katılımcılar, sadece -disiplinlerarası- değil, politikacılar, halk ve dernek temsilcileri ile birlikte bir masa etrafında toplanmak zorundadır. Tasarım bileşeni bu aşamada ağırlıklıdır, görev; sadece ulaşım mühendislerinin değil, aynı zamanda kent plancılarının, tasarımcılarının ve peyzaj mimarlarınınındır.

Bu kavramsal yaklaşımların ışığında, son yıllarda ulaşım sorunlarına çözüm arayışları çerçevesinde; İstanbul kentinde gündemdeki bazı kent içi ulaşım proje ve uygulamaları kent gelişme planı - ulaşım planı entegrasyonu açısından değerlendirilmeye çalışılacaktır.

## **2. İstanbul Kentsel Dönüşümü Tetikleyici Bazı Ulaşım Projeleri ve Uygulamaları**

İstanbul'da ulaşım çözümlerine yönelik yapılan çalışmalar, kentsel gelişimi etkileyen en önemli faktör ve kentsel dönüşümü tetikleyici ve başlıca belirleyenlerdir. Hazırlanan projeler kamuoyuyla yeterince paylaşılmadan, kamunun katılımı ve söz hakkı olmaksızın uygulanmaya çalışılmaktadır.

Nüfus yoğunluğuna bağlı olarak motorlu taşıtların artmasıyla trafik yoğunluğunun artışı ve İstanbul'un iki yakası arasındaki gidiş geliş için harcanan zamanın fazlalığı nedeniyle ulaşım sorunlarına çözümler aranmakta ve yeni ulaşım projeleri geliştirilmektedir. Bunlardan İstanbul kent bütününde özel bir konuma, insanlığın ortak mirası olan kültürel ve tarihsel değerlere ve özgün bir kentsel yapıya sahip olan Tarihi Yarımada'nın merkezi ve çevresinde yer alan, tarihi kent dokusunu ve imajını etkileyen örneklerden "Haliç Metro Geçiş Köprüsü, Boğaziçi Karayolu Tüp Geçişi (Avrasya Geçiti) ve Marmaray" ele alınmıştır.

3194 sayılı İmar Kanunu'nun 5. Maddesi'nde tanımlanan "*her planın üst ölçekli plan ilke ve kararlarına uyma zorunluluğu vardır*" ilkesine dayanarak İstanbul Çevre Düzeni Planı (1/100.000) Raporu'nda ulaşım ve karayolu boğaz geçişleri ile ilgili değerlendirmeler doğrultusundaki hedeflerden biri "*İstanbul'un mekansal gelişimini çevresel, ekonomik ve toplumsal sürdürülebilirlik doğrultusunda kentsel işlevsel bütünleşmeyi sağlamaktır*". Bu hedefe yönelik "*ulaşım kararlarını plan kararları ile uyumlu olarak geliştirmek ve öncelikle araçların değil insanların ekonomik ve hızlı ulaşımının sağlanması, İstanbul genelinde demiryolu ve denizyolu ağırlıklı, yüksek kapasiteli ve kaliteli ulaşım türlerinin entegre edildiği toplu taşıma ağırlıklı bir ulaşım sisteminin kurulması*" stratejisi benimsenmiştir.

"Haliç Metro Geçiş Köprüsü, Boğaziçi Karayolu Tüp Geçişi (Avrasya Geçiti), Marmaray" ulaşım projelerinin Çevre Düzeni Planı kararlarına uyumlu olması gerekliliğinin yanısıra, 1/5000 ölçekli İstanbul Tarihi Yarımada Koruma Amaçlı Nazım İmar Planı kararlarına da uymak zorundadır.

Tarihi Yarımada Koruma Amaçlı İmar Planı'nın amacı; "*Tarihi Yarımada'nın eşsiz tarih, kültürel ve doğal değerlerinin korunması ve yaşayan bir kentsel alan olarak gelecekteki gelişiminin ... var olan potansiyelini olumsuz yönde etkilemeyecek biçimde düzenlenerek ... dünya insanının yararına sunulması*" olarak tanımlanmıştır. Bu planın ulaşım ile ilgili karar ve politikalarına baktığımızda; "*Yarımada'nın transit trafikten arındırılması, lastik tekerlekli araç trafiği yerine raylı sistemlerin tercih edilmesi, "park and ride" sistemine geçilmesi, tüp geçişin diğer raylı sistemlerle entegrasyonunun sağlanması*" olarak sıralanabilir. Ayrıca, tarihi Yarımada'nın ulaşım çözümlerindeki hedefi: "*canlılığını sürekli koruyarak, tarihi ve kentsel dokuyu gözetken, yaşayan bir kent parçası özelliğini devam ettirerek ulaşım taleplerine deniz, raylı sistem ve yaya ağırlıklı çözümler getirmek*" şeklinde olduğunu görmekteyiz.

- **Haliç Metro Geçiş Köprüsü**

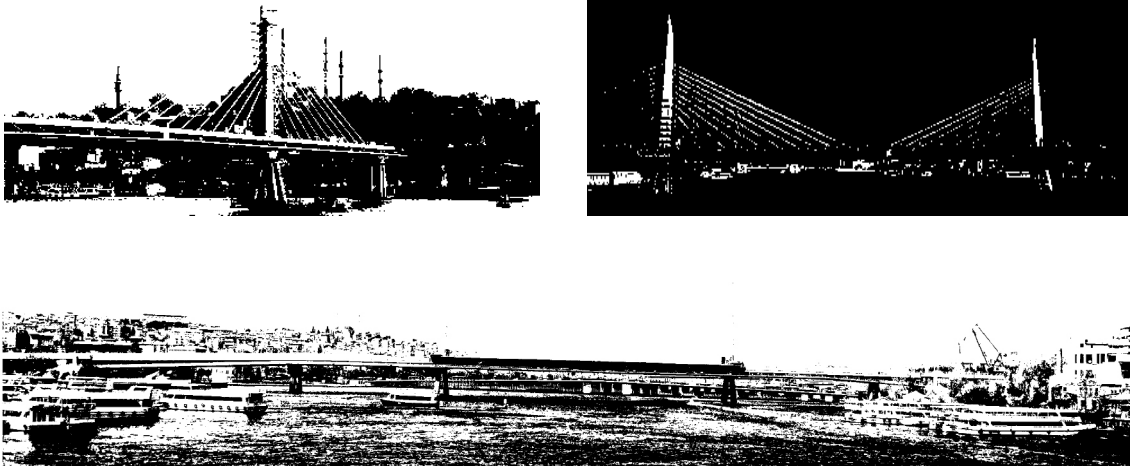
Bir dünya metropolü olan İstanbul, doğal güzelliklerinin yanısıra tarihi, arkeolojik mirası ve sosyo-kültürel yaşamıyla zengin bir kimliğe ve güçlü bir kentsel imaja sahiptir. Haliç, İstanbul kentinin fiziksel yapısının önemli bir ögesidir ve tarihi, kültürel değerlerin biçimlenmesinde önemli bir rol oynar. (<http://arkitera.com>)

Haliç Metro Geçiş Köprüsü ile ilgili projeler Koruma Kurulu'nda onaylandığı 2005 yılından beri Tarihi Yarımada silüetine vereceği etki nedeniyle tartışmalara konu olmuştur. Tartışmaların gölgesinde çalışmaları devam eden köprünün taşıyıcı kulelerinin yükseklikleri UNESCO'nun İstanbul'un Dünya Miras Listesi'nden çıkarılarak "risk altındaki dünya miras listesine" alınacağı yönündeki uyarıları üzerine yükseklik birkaç kez düşürülerek uygulamaya konulmuştur. (<http://istanbulsos.wordpress.com>)

Haliç Metro Geçiş Köprüsü, Taksim metro hattını Yenikapı'ya bağlayarak Marmaray ile entegrasyonu sağlayacak bir işleve sahip olması ve Çevre Düzeni Planı'ndaki "*ulaşım kararlarını plan kararları ile uyumlu olarak geliştirmek ve öncelikle araçların değil insanların ekonomik ve hızlı ulaşımının sağlanması, İstanbul genelinde demiryolu ve denizyolu ağırlıklı, yüksek kapasiteli ve kaliteli ulaşım türlerinin entegre edildiği toplu taşıma ağırlıklı bir ulaşım sisteminin kurulması*" (ÇDP Plan Raporu, 2009) olarak adlandırılan stratejilere, ayrıca Koruma İmar Planı'nda öngörülen "*...raylı sistemin kullanılması...*" kararlarıyla örtüşmektedir. (Şekil 1)



Şekil 1. Haliç Metro Köprüsü güzergahı. (http://www.ibb.gov.tr)



Şekil 2. Haliç Metro Köprüsü ve kent silüeti.

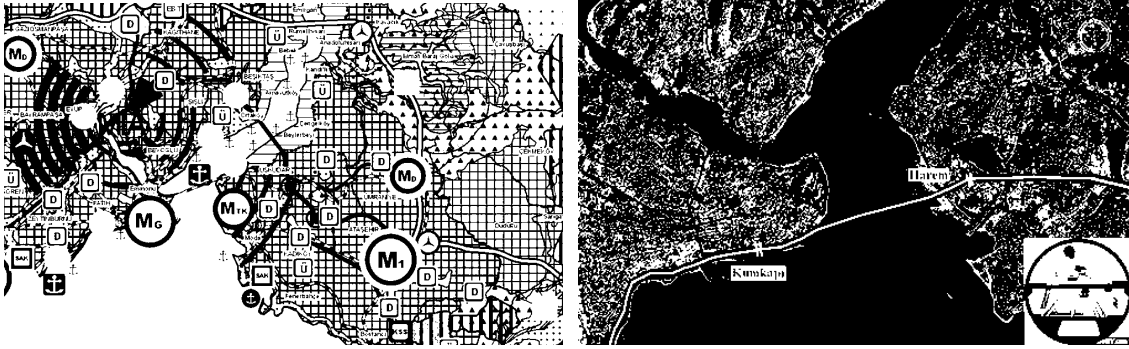
Üst ölçekli Çevre Düzeni Planı'nda, “*yapılaşmada mimari estetiğin ve yerel mimarinin dikkate alınmasının, kentin sahip olduğu özgün silüetin korunmasına yönelik siluet ve tasarım planlarının çalışmalarının yapılması*” önemle vurgulanmıştır. Ancak söz konusu köprü; halen fiziki mekanlar arasında geçişi ve metro ulaşım bağlantısını sağlasa da Tarihi Yarımada ve Haliç bölgesinin tarihi dokusu ile bütünleşmemiştir, kente özgün siluet açısından geçmişle günümüz arasında manevi bir bağ kuramamıştır (Şekil 2).

Diğer taraftan amaç; böylesine özgün bir yapıya sahip beşeri-doğal çevre içinde, kültürel – doğal çevreyle yarışacak şekilde köprü tasarımını öne çıkarmak ve yeni bir nirengi yaratmak değil, istenen işlevsel geçişi mümkün kılacak, tarihi-kültürel çevreye uyumlu araçsal bir çözümlenme arayışı olmalıydı. Dolayısıyla, kavramsal çerçevede belirtildiği üzere kent içi ulaşım planlama, proje ve tasarımları fiziki çevre kadar kültürel ve duygusal imaj üzerinde de güçlü etkileri olan yapı ve elemanlar olarak kentsel alan içinde yer almaktadırlar. Haliç raylı sistem geçiş köprüsü; İstanbul ulaşım planlama sistemi içinde bir gereklilik olarak ortaya çıkmış olmasına rağmen tasarım-proje uygulama etaplarında, master plan kararlarındaki özellikli alanlarda kültürel çevrenin, kentsel dokunun ve özgün silüetin korunması yönü gözardı edilerek tamamlanmıştır.

- **Boğaziçi Karayolu Tüp Geçişi (Avrasya Geçiti)**

Kentin doğal kaynaklarına geri dönülmez tahribatlar getirecek olan 3. Köprü “müdahale”si gündemden düşmezken, diğer yandan Ulaştırma Bakanlığı'nın 2005 yılında yabancı bir şirkete yaptırdığı fizibilite çalışması ile yeni bir karayolu geçişi daha gündeme gelmiştir.

Avrasya Tüneli Projesi güzergahı, halihazır haritalar üzerine işlenmiş ve "1/5000 ölçekli İstanbul Boğazı Karayolu Tüp Geçişi Projesi Nazım İmar Planı" ile "1/1000 ölçekli İstanbul Boğazı Karayolu Tüp Geçişi Projesi Uygulama İmar Planı" şeklinde adlandırılarak işleme koyulmuştur. Ancak dava konusu olan bu planlar üzerinde arazi kullanım kararları bulunmayan ve kentsel bütünlükten sorumlu bir ulaşım planlaması değil, sadece tünel geçişi ve bağlantı yollarının gösterildiği bir güzergah şeması niteliği taşımaktadır. (TMMOB Ş.P.Odası 2011) (Şekil 3) 1/100.000 ölçekli İstanbul Çevre Düzeni Planı'nda yer verilmeyen bu proje; Tarihi Yarımada Koruma Amaçlı Nazım İmar Planı'ndaki "tarihi yarımada lastik tekerlekli araç trafiği yerine raylı sistemler tercih edilmelidir" kararı ile uyumsuzdur ve yarımadaı özel motorlu araç istilasına uğratması ihtimalini barındırmaktadır.



Şekil 3. ÇDPlanı'nda yer almayan Boğaziçi Karayolu Tüp Geçişi güzergahı.

Karayolu akımına destek verecek ve sadece Tarihi Yarımada sahil yolunun değil, aynı zamanda sahil yolu üzerindeki yerleşim alanlarının da halen yoğun olan motorlu araç kullanımını daha da arttıracak, kentlinin deniz ve sahil ile organik bağlantısını ve yaya erişimini zayıflatacaktır. Ayrıca birinci derecede ağırlığa sahip olacak sahil yolu yakın çevresi çekici unsur kazanarak yeni bir nüfus ve yapılaşma yoğunluğuna neden olacaktır. (Şekil 4) Buna dayalı egzoz gazı salınımının artışı, inşa edilecek havalandırma bacalarının olumsuz etkisi, hem kentlinin yaşam kalitesini düşürecek ve hem de fiziksel çevre estetiği açısından geriye dönülemez zararlar verecektir. (www.spoist.org)



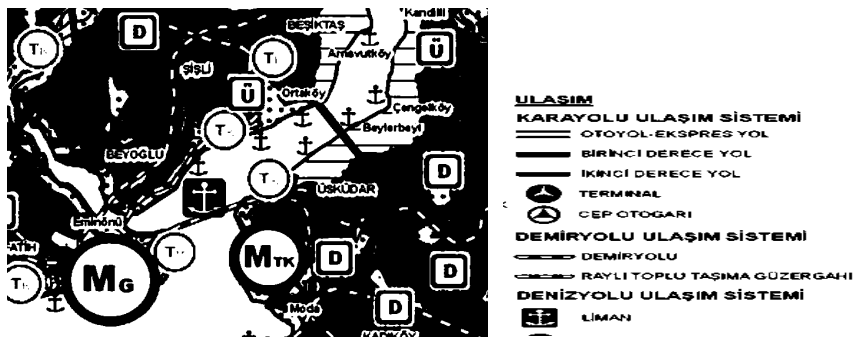
Şekil 4. Boğaziçi Karayolu Tüp Geçişi (Avrasya Geçiti) Projesi ve Marmaray

Tarihi Yarımada; içinde iskan, ticaret, turistik alan veya karma kullanım işlevlerinin yer aldığı semtler ve kendi içinde gereksinimlerini karşılayan ve kendine özgü araç trafiği olan alandır. Fatih Koruma Amaçlı Nazım İmar Planı (KANİP); bölgenin imalat sanayiinden arındırılması, hizmet ve turizm içindeki payının artırılarak kültür kenti İstanbul içinde özgün yerinin gelecek kuşaklara bırakılmasını hedeflenmiştir. Dolayısıyla bu alan içinde, yaya ve alternatif ulaşım sistemlerine ihtiyaç bulunmakta iken transit geçiş öngören karayoluna dayalı bir ulaşım çözümünün mevcut trafik yük ve problemlerini arttıracığı düşünülmektedir. Trafik

yığılmalarının ortadan kaldırılması için dağıtıcı yolların da semtin içinden geçen değil, çevresinden geçecek biçimde planlanması gerekmektedir. Ancak böylece bölgenin kimlik ve bütünlüğü sağlanmış olacaktır. Oysa ki, parçalı bir çözüm olan Avrasya Tüneli Projesinin plan bütünlüğünde bir değerlendirmesi yapılmamış ve ana ulaşım sistemi içinde toplayıcı, dağıtıcı yollar ile entegrasyonu sağlanmamıştır.

- **Marmaray Tüp Geçişi ve Çevreye Etkisi**

İstanbul'un Avrupa ve Asya yakalarındaki demiryolu hatlarını İstanbul Boğazı altından geçen bir tüp tünelle birleştiren ve İstanbul'un kentsel altyapısının dönüm noktası olarak görülen (Seger und Palencsar, 2006) İstanbul Boğaziçi tüp geçişi–Marmaray uygulamasıdır (<http://www.marmaray.com>). Üsküdar ile Yenikapı arasında gerçekleştirilmiş bulunan Marmaray, İstanbul Çevre Düzeni Planı'nda boğaz geçişi güzergahı olarak ulaşım başlığı altında demiryolu lejantında görülmektedir. (Şekil 5)



Şekil 5. ÇDP ve ulaşım ile ilgili kısmın lejantı.

Marmaray uygulaması üst ölçekli plana uygun ve plandaki raylı sistemlerin geliştirilmesi kararını destekler biçimdedir. Ancak kent dokusuna ve özellikle tarihsel geçmişe sahip anıt eserlerin yer aldığı özellikli bölgelerde Üsküdar ve Sirkeci istasyon çıkış noktalarında gereken hassasiyet göz ardı edilmiş, yeni ulaşım tesisleri ve yapıları ile kentsel yapıya ve silüete olumsuz müdahaleler getirmiş, söz konusu tarihi kimliğe sahip Üsküdar ve Sirkeci meydanları yoğun bir transit trafik baskısı altında kalmıştır. Üsküdar Meydanı, metrodan çıkış yapıları ve havalandırma bacaları ile tarihsel meydan görüntüsünü ve estetiğini yitirmiştir. (Şekil 6)



Şekil 6. Metro çıkış yapıları ve havalandırma bacaları ile Üsküdar Meydanı.

İstanbul metropol ölçeğinde sürdürülebilir ulaşım sistemi açısından toplu taşıma öncelikli çözümlere yönelik önemli bir proje olarak geliştirilen Marmaray'ın tamamlanması ve getireceği etkilerin değerlendirilmesi yapılmadan Boğaziçi Karayolu Tüp Geçişi (Avrasya Geçiti) Projesi ile taşıt geçişinin projelendirilmesi, toplu taşımacılık yönünden kazanım ve teşviklerin öneminin azaltılmış olacağını göstermektedir. Öte yandan tüp ve karayolu başlangıç ve bitiş noktalarının İstanbul kentinin tarihi-kültürel açıdan özellikli yerleşim ve sit alanları içinde olması bu tür ulaşım projelerinde koruma ve sürdürülebilirlik yönünden daha fazla duyarlılık gerektirmektedir.



## Sonuç ve Değerlendirme

Kentsel ulaşım sistemleri çözümlerinde disiplinlerarası yaklaşımlar ve çalışmalar teşvik edilmelidir. İyi bir tasarım mevcuta daha fazla ekonomik yük getirmez, sınırlı bir bütçe ile kentsel çevreye uygun ve dengeli ulaşım mekanları yaratılabilir.

Ulaşım ve kent dokusu - imajı, İstanbul kentinde gündemde olan projelerde birbiriyle entegre olamamış, birbirinden izole kavramlardır. Yapılan çalışmalar fiziki mekanlar arasında geçişi ve ulaşım bağlantısını sağlasa da mevcut kentsel doku ile bütünleşmemiş, manevi beklentileri karşılayamamıştır. Oysa ki, kent imgesi yüzyıllar boyunca gelişen kentsel yapının üzerine kurulan uzun süreli kalitedir. Bu kaliteyi korumak ve sürdürmek için Ulaşım Planlaması'nda, yeterli şeffaflık ve halkla uyumlu ilişkiler ve yerel politika eşliğinde geliştirilecek yöntemlere ihtiyaç vardır. Ulaşım projelerinin başarısı; mevcut yasal planları tamamlayıcı nitelikte hazırlanacak bir alt ölçekli planlarda tutarlı bir tasarım konsepti ve aynı zamanda bu konseptin kamuoyunca onayı ile artabilir.

İyi bir kentsel ulaşım konsepti için ulaşım planlaması, ulaşım proje ve uygulamaları; kentsel gelişme konseptine ve üst plan kararlarına entegre bir dayanak olmalıdır. O halde, kentsel gelişime entegrasyon sürecinde ulaşım olgusu; sadece politik istekleri gerçekleştirmek için ideal bir araç, tek yönlü bir müdahale biçimi değil, tüm kentsel planlama ve katılım boyutuyla bütüncül yaklaşımdır.

Sürdürülebilir kentsel ulaşım kriterleri içinde motorlu araç trafik girişini tarihi kent merkezlerinde ve konut alanlarında sınırlandırmak, bu bölgelerde transit trafik geçişini engellemek, raylı toplu taşıma sistemlerine ağırlık vermek, akan ve duran trafiği kentsel yapı içinde uyumlu, dengeli dağıtmak, ulaşım mekanlarını fiziki ve manevi değerlere göre tasarlamak sayılabilir. Bu çalışmada, örnek olarak seçilen Haliç Metro Geçiş Köprüsü ve Marmaray uygulamaları ile raylı sistem bağlantısı kısmen sağlanmakta, ancak Boğaziçi Karayolu Tüp Geçiş Projesinin gerçekleşmesi halinde Tarihi Yarımada'da motorlu araç girişinin sınırlandırılmasının aksine yoğun bir transit trafik artışı ve baskısı yaşanacağı ortadadır. Bu çözüm kentsel yapının özellikleri ve sürdürülebilir ulaşım ilkeleri ile bağdaşmayacaktır.

## Kaynaklar

Kılınçaslan T., Elker C., Sutcliffe E.B., (2012) Kentsel Ulaşım, İstanbul, s.179

Kölz G., (2010) Stadtverkehr, Lehrbausteine Staedtebau, Universitaet, Stuttgart, s.231

Seger M., Palencsar F., (2006) İstanbul Metropole zwischen den Kontinenten, Berlin, Stuttgart, s.186

Steierwald G., Künne H. D., W. Vogt. (2005) Stadtverkehrsplanung - Grundlagen, Methoden, Auflage, Berlin-Heidelberg, s.433-435

1/5000 ölçekli İstanbul Tarihi Yarımada Koruma Amaçlı Nazım İmar Planı Raporu

TMMOB Şehir Plancıları Odası İstanbul Şubesi (2011) Avrasya Tüneli Projesi Değerlendirme Raporu, İstanbul

1/100.000 Ölçekli İstanbul Çevre Düzeni Planı Raporu Yedinci Bölüm, Plan Kararları ve Gerekçeleri, (2009) İstanbul

[www.spoist.org/dokuman/kitaplar/Avrasya Tuneli\\_Raporu](http://www.spoist.org/dokuman/kitaplar/Avrasya_Tuneli_Raporu) (erişim tarihi: 15.02.2015)

[http://istanbulosos.wordpress.com/halic-metro-gecis-projesi -hakkinda](http://istanbulosos.wordpress.com/halic-metro-gecis-projesi-hakkinda) (erişim tarihi: 15.02.2015)

<http://www.ibb.gov.tr> (erişim tarihi:10.02.2015)

<http://tr.wikipedia.org> (erişim tarihi: 18.02.2015)

<http://arkitera.com> (erişim tarihi: 10.02.2015)

<http://www.marmaray.com/turkish/technical.html> (erişim tarihi:19.02.2015)

[http://jfa.arch.metu.edu.tr/archive/2008/cilt25/sayi\\_2](http://jfa.arch.metu.edu.tr/archive/2008/cilt25/sayi_2) (erişim tarihi:27.02.2015)

# Yapay Olarak Yaşlandırılmış Asfalt Karışımların Ilık Asfalt Karışımlarda Kullanılması

**Jülide ÖNER**

Dokuz Eylül Üniversitesi – Fen Bilimleri Enstitüsü, Buca, İzmir, Türkiye  
(0232) 301 70 39

**Peyman Aghazadeh DOKANDARI**

Dokuz Eylül Üniversitesi – Fen Bilimleri Enstitüsü, Buca, İzmir, Türkiye  
(0232) 301 70 38

**Burak ŞENGÖZ**

Dokuz Eylül Üniversitesi – Mühendislik Fakültesi, Buca, İzmir, Türkiye  
(0232) 301 70 72

**Ali TOPAL**

Dokuz Eylül Üniversitesi – Mühendislik Fakültesi, Buca, İzmir, Türkiye  
(0232) 301 70 40

**Derya KAYA**

Dokuz Eylül Üniversitesi – Mühendislik Fakültesi, Buca, İzmir, Türkiye  
(0232) 301 70 15

## Öz

Ilık Karışım Asfalt (IKA) teknolojisi, asfalt kaplamaların geleneksel sıcaklıklardan daha düşük sıcaklıklarda üretilmesine imkan verdiğinden, enerji korunumu ve ekonomi sağlamaktadır. IKA teknolojilerinin dünya çapında hızla gelişmesinden dolayı, bu teknolojinin daha ayrıntılı araştırılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. IKA kaplama uygulamalarının laboratuvar boyutundan uygulama boyutuna geçişinin henüz çok yeni olması nedeni ile IKA katkıları kullanılarak yapılan kaplamaların servis ömrü boyunca gösterdikleri davranışlar henüz gözlem aşamasındadır. Bitümlü Sıcak Karışım'a (BSK) kıyasla daha düşük sıcaklıklarda serme ve sıkıştırma olanağı tanıyan IKA katkıları içeren kaplamalar yaşlanma etkisine daha az maruz kalmaktadır. Asfalt kaplama endüstrisi, artan çevre dostu kaplama karışımları kullanımı talebi ve hammadde fiyatları olmak üzere iki temel zorlukla karşı karşıya kalmaktadır. Geri kazanılmış asfalt kaplamalarının (RAP) kullanımı, karışımdaki agrega ve bitüm maliyetlerini azaltmak için önemli bir ihtiyaçtır. Bu çalışmada, organik IKA katkı maddesi içeren asfalt karışımları ile farklı içeriklerde uzun dönem yaşlandırılmış geri kazanılmış asfalt karışımları kullanılabilirliği araştırılmaktadır. Karışımların mekanik özelliklerini değerlendirmek amacıyla Marshall stabilite ve indirekt çekme deneyleri uygulanmıştır. Deneysel çalışma sonuçları, yapay olarak yaşlandırılmış asfalt karışımı içeren IKA numunelerinin saf karışımlarla benzer stabilite değerlerine sahip olduğunu göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Ilık Karışım Asfalt, Bitümlü Sıcak Karışım, Geri Kazanılmış Asfalt, Uzun Dönem Yaşlanma, Organik IKA Katkısı.

## Giriş

Trafik hacmindeki ve dingil yüklerindeki artışlar, üretim hataları ve iklim koşulları, yollarda tekerlek izi oluşumu, yorulma çatlakları, düşük sıcaklık çatlakları ve suya karşı duyarlılık gibi bozulmalara sebep olmakta, bu durum da yolun öngörülen ömür ve konfor düzeyini düşürmektedir. Bitümlü bağlayıcının asfalt kaplama performansını doğrudan etkileyen en önemli özelliği, çevre ve iklim şartlarına karşı gösterdiği dayanıklılığıdır. Bitümlü bağlayıcının dayanıklılığı, sertleşmeye karşı gösterdiği direnç olarak ifade edilmektedir. Bitümlü bağlayıcının çeşitli nedenlerden dolayı sertleşmesi ve kırılğan hale gelmesine de “yaşlanma” veya “zamana bağlı yaşlanma” denilmektedir (Bell ve diğ., 1994). Yapılan ayrıntılı çalışmalar, yaşlanmanın iki aşamada oluştuğunu göstermektedir. Kısa dönem yaşlanma, sıcak karışımın depolanma, plente taşınma, plente karıştırılma, şantiyeye taşınma, serilme ve sıkıştırılma işlemleri sırasında; uzun dönem yaşlanma ise, yolun servis ömrü boyunca oluşmaktadır (Şengöz ve Açar, 2005).

Son yıllarda araştırmacılar, BSK'nın yerini alacak aynı veya tercihen daha yüksek performanslı, üretim maliyetlerini azaltan, doğal kaynakları koruyan, çevreye daha az zararlı ve uygulamada daha verimli bitümlü karışımlar elde etme yolunda çalışmalar yürütmektedirler (Zaumanis ve Haritonovs, 2010). Bu çalışmalarda benimsenen en önemli yaklaşım, malzemenin üretim sıcaklığının düşürülmesidir (Newcomb, 2007). Bu nedenle araştırmacılar, ılık karışım asfaltlara yönelmişlerdir. Burada amaç, daha az enerji tüketimi ile emisyon miktarını düşürüp çevresel etkileri azaltmak, viskoziteyi düşürüp daha düşük sıcaklıklarda uygun karışım ve sıkıştırma koşullarını sağlayarak geleneksel sıcak karışım asfaltlarla en azından aynı stabilite ve daha yüksek durabilite değerlerine erişmektir.

Asfalt katkıları büyük ölçüde karışımın özelliklerini değiştirmektedirler. Oysaki bazı Ilık Karışım Asfalt (IKA) katkılarının bitümde modifikasyon etkilerinin yanı sıra, daha düşük karıştırma, taşıma, uygulama ve sıkıştırma sıcaklıklarından dolayı BSK'ya kıyasla IKA'da yaşlanmadan kaynaklanan bozulmaların daha az meydana gelmesi beklenmektedir.

Asfalt kaplamaların hizmet ömürleri; trafik yükü, çevre koşulları, malzeme kalitesi, taban zemini mukavemeti, drenaj ve yapım kalitesi gibi faktörlere bağlıdır. Servise açılan kaplamalarda bir süre sonra bozulmalar artar ve kapsamlı iyileştirmelere gereksinim duyulur. Bu durumda, trafik etkileri ve güneşin ultraviyole ışınları gibi doğanın aşındırıcı şartlarına maruz kalan ve özellikle kaplama yüzeyinde özelliklerini kısmen yitirmiş eski asfalt kaplamanın yeniden kullanılması, enerji tasarrufu, ekonomi ve çevreyi koruyucu etkileri nedeniyle önem kazanmaktadır.

Servis ömürleri sonunda, yüzeyde iyileştirme yapılması amacıyla asfalt kaplama yüzeylerinden kazınan agrega ve bitümlü bağlayıcı içeren malzemenin geri dönüşüm ile sıcak karışımlarda yeniden kullanımı konusunda çalışmalar yapılmış ve bu konuda önemli adımlar atılmıştır. Günümüzde ılık karışım asfaltların avantajları ile gündeme gelmeleri, geri dönüştürülmüş malzemenin ılık karışım asfalt olarak da kullanılabilir olup olmadığının belirlenmesi ihtiyacını gündeme getirmiştir. Ancak ülkemizde ve genel olarak dünyada geri kazanılmış asfalt kaplaması (RAP) olarak kullanılacak IKA -RAP malzemesi şu an için mevcut değildir. Hizmet ömürleri sonunda IKA kaplamaları için yenilenme ihtiyacı doğacak ve IKA kaplamaların geri dönüşümü söz konusu olacaktır. Bu amaçla, çalışma kapsamında bitümlü karışımların yaşlanmasında kullanılan yöntem (AASHTO R 30) ile IKA karışımlarından yapay RAP üretilerek IKA katkılarını da içeren yapay RAP malzemesinin kullanılabilirliği ve kullanım miktarları araştırılmıştır.

## Deneysel Çalışmalar

### Malzemeler

Deneysel çalışmalarda TÜPRAŞ Aliğa rafinerisinden temin edilen 50/70 penetrasyon sınıfına ait bitüm kullanılmıştır. Saf bitüm üzerine geleneksel bitüm deneyleri yapılmıştır. Ayrıca, bağlayıcıların işlenebilirliğinin tespitinde kullanılan ve SUPERPAVE sisteminde yer alan Brookfield Dönel Viskozimetresi (RV) ile viskozite deneyi uygulanmıştır. Deneysel çalışmaların sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

BSK ve IKA karışımlarında kullanılmak üzere seçilen agreganın kabası bazalt, incesi kalker olup, bazalt agregası Dere Beton ve Hazır Yaş Sıva Sanayi ve Ticaret A.Ş.’ne ait Aliğa taşocağından, kalker agregası ise aynı firmanın Belkahve/İzmir taşocağından temin edilmiştir. Karışımlarda kullanılacak agreganın özelliklerini belirlemek amacıyla agrega grupları üzerinde uygulanan deneyler ve sonuçları, şartname limitleri ile birlikte Tablo 2.’de sunulmaktadır. Çalışma kapsamında kullanılmak üzere temin edilen agregalara ait elek çaplarına göre seçilen gradasyon değerleri ile şartname limitleri Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 1 Saf Bitüme Ait Geleneksel Bitüm Testi Sonuçları.

Deney	ASTM Standardı	Sonuçlar	Limitler
Penetrasyon Deneyi (25°C; 0,1mm)	ASTM D5/D5M-13	55	50-70
Yumuşama Noktası (°C)	ASTM D36/D36M-12	49	46-54
Viskozite (135°C)	ASTM D4402/D4402M-13	412,5	-
İnce Film Halinde Isıtma Deneyi (TFOT) (165°C; 5sa.)	ASTM D1754/D1754M-09	-	-
Kütle Değişimi (%)	-	0,04	0,5(maks.)
Penetrasyon Farkı (%)	ASTM D5/D5M-13	25	-
İnce Film Halinde Isıtma Deneyi (TFOT) Sonrası Yumuşama Noktası (°C)	ASTM D36/D36M-12	54	48 (min.)
Düktilite (25°C; cm)	ASTM D113-07	100	-
Özgül Ağırlık	ASTM D70-09e1	1,03	-
Parlama Noktası (°C)	ASTM D92-12b	+260	230 (min.)

Çalışma kapsamında; Güney Afrikalı Sasol Wax firması tarafından üretilen ve “modifiye edici” veya “asfalt akış düzenleyici” olarak tariflenen organik IKA katkı maddesi Sasobit® kullanılmıştır. Fischer-Tropsch yöntemi ile kömürün karbonizasyonu sırasında elde edilen organik IKA katkısı içerisinde 40 ila 115’den daha fazla karbon atomu bulunduğu için uzun-zincir alifatik hidrokarbon olarak tanımlanır. Üretici firmaya göre erime noktası 98°C olan organik IKA katkısı, 115°C sıcaklıktaki bitümün içerisinde tamamen çözünebilmektedir (Walker, 2009). Ayrıca, karışıma eklendiği zaman homojen bir dağılım elde edilmediği gerekçesiyle bitüme eklenerek kullanılmaktadır (Estakhri ve diğ., 2010). Bitüm içine karıştırıldığında eriyen organik IKA katkısı, bitümün viskozitesini düşürüp daha akıcı olmasını sağlamaktadır (Damm, ve diğ., 2002). Erime noktasının altındaki sıcaklıklarda kafes bir yapı oluşturan FT mum kristalize olur böylelikle karışımın stabilitesini arttırmaktadır. Çalışmalar kapsamında yapılan deneysel çalışmalarda, üretici firmanın önerileri doğrultusunda organik IKA katkısı karışımın %3’ü oranında kullanılmıştır.

Tablo 2 Karışımlarda Kullanılan Agreganın Fiziksel Özellikleri.

Test	ASTM STANDARTI	Sonuçlar		Limitler
		Kalker	Bazalt	
<b>Kaba Agreganın Özgül Ağırlığı</b>	ASTM C127-12			
Hacim		2,686	2,666	-
Kuru Yüzey Doygun		2,701	2,810	-
Zahiri		2,727	2,706	-
<b>İnce Agreganın Özgül Ağırlığı</b>	ASTM C128-12			
Hacim		2,687	2,652	-
Kuru Yüzey Doygun		2,703	2,770	-
Zahiri		2,732	2,688	-
<b>Filler Özgül Ağırlığı</b>		2,725	2,731	-
<b>Los Angeles Aşınması(%)</b>	ASTM C131-06	24,4	14,2	maks. 45
<b>Yassılık İndeksi (%)</b>	ASTM D4791-10	7,5	5,5	maks 10
<b>Sağlamlık Yüzdesi (%)</b>	ASTM C88-13			10-20
<b>İnce Agreganın Köşelliliği</b>	ASTM C1252-06	47,85	58,1	min. 40

Tablo 3 Bazalt – Kalker Agregaları İçin Seçilen Gradasyon ve Şartname Limitleri.

Test	19 – 12,5 mm (Bazalt)	12,5 – 5 mm (Bazalt)	5 – 0 mm (Kalker)	Karışım Gradasyonu (%)	Şartname Limitleri
<b>Karışım (%)</b>	<b>15</b>	<b>45</b>	<b>40</b>		
<b>Elek No:</b>					
<b>(3/4) "</b>	100	100	100	100	100
<b>(1/2) "</b>	35,7	100	100	90,5	83-100
<b>(3/8) "</b>	2,5	89	100	80,5	70-90
<b>No.4</b>	0,4	16	100	47,3	40-55
<b>No.10</b>	0,3	1,2	81	33	25-38
<b>No.40</b>	0,2	0,7	33	13,5	10-20
<b>No.80</b>	0,15	0,4	22	9	6-15
<b>No.200</b>	0,10	0,2	13	5,3	4-10

## Deney Planı

Deneyisel çalışmalarda, farklı sıcaklık ve üretim sürelerinde organik İKA katkı maddesi ile üretilen bitüm örnekleri üzerinde viskozite deneyleri uygulanmıştır. Viskozite değerlerinin sabit kaldığı üretim süre ve sıcaklığı, ilgili İKA katkısı için üretim süre ve sıcaklığı olarak belirlenmiş ve deney sonuçları Tablo 4'te verilmiştir. Üretim süre ve sıcaklıklarının belirlenmesinin ardından organik İKA katkılı bitüm örneklerine geleneksel bitüm deneyleri uygulanarak bağlayıcının fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Tablo 5'de uygulanan bu deneyler ve sonuçları verilmektedir.

Saf ve organik İKA katkılı bitümlerin penetrasyon değerleri birbirleri ile kıyaslandığında katkı kullanımı ile birlikte kıvamlılığın düştüğü görülmüştür. Ayrıca bitümlerde İKA katkısı kullanımı viskozitesini düşürmüştür ve böylece bitümlerin işlenebilirliği artmıştır. Bunun nedeni, organik katkının soğumasının ardından içeriğindeki parafin yapısının kristalize lateral hale gelerek bitümün sertliğini (rijitliğini) arttırmasıdır (Newcomb, 2007). Yüksek Penetrasyon İndeksi değeri, sıcaklık duyarlılığını azaltır; düşük sıcaklık çatlaklarına ve kalıcı deformasyonlara karşı direnci arttırmaktadır (Sengoz ve diğ., 2013). Yapılan deney sonuçları, organik İKA katkılı bitümlerin sıcaklığa karşı duyarlılığı önemli ölçüde azalttığı ve tekerlek izi oluşumuna karşı direnci arttırdığını göstermektedir. Organik İKA katkılı bitümle asfalt karışımı hazırlanmadan önce karıştırma ve sıkıştırma sıcaklıklarının belirlenmesi

gerekmektedir. Bu amaçla, saf ve organik IKA katkılı bitümler üzerinde 135°C ve 165°C sıcaklıklarda Brookfield viskozite deneyleri uygulanmıştır. ASTM D4402/D4402-13'e göre karıştırma ve sıkıştırma sıcaklıklarının tayininde kullanılan viskozite değerleri sırasıyla 170±20 mPa.s ve 280±30 mPa.s'dir. Seçilen saf bitüm ve %3 organik IKA katkısı ile hazırlanan bitümlü karışımlara ait karıştırma-sıkıştırma sıcaklık değerleri Tablo 6'da özetlenmiştir. Brookfield Viskozite deney sonucuna göre, saf bitüme kıyasla organik IKA katkısı kullanımıyla yaklaşık olarak karıştırma sıcaklığı 14 °C, sıkıştırma sıcaklığı 10 °C düştüğü gözlenmektedir.

Tablo 4 Organik IKA Katkısı İçin Üretim Süre ve Sıcaklıkları.

Üretim Süreleri (dk.)	120°C'de Organik IKA Katkı Maddesi için Viskozite Değerleri (mPa.s)
5	675
<b>10</b>	<b>650</b>
15	650
20	650
25	650
30	650
35	650
40	650

Tablo 5 Organik IKA Katkısı İçeren Bitüme Uygulanan Geleneksel Bitüm Deneyleri Sonuçları.

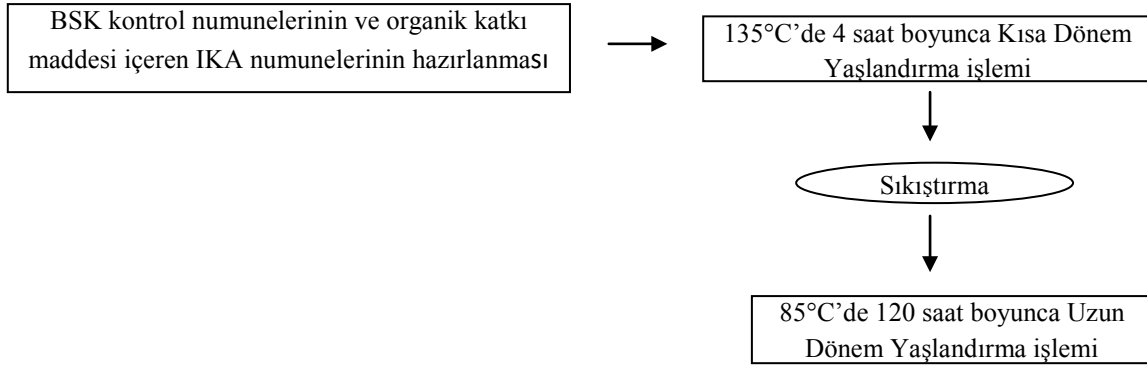
Deney Adı	Organik IKA Katkı Maddesi Oranı (%)	
	0%	3%
Penetrasyon (1/10 mm)	55	37
Yumuşama noktası (°C)	49	69
Viskozite (135°C, mPa.s)	412,5	287,5
Viskozite (165°C, mPa.s)	137,5	75
Parlama Noktası (°C)	260	260
Duktilite (25°C, cm)	100	100
Penetrasyon İndeksi (PI)	-1,20	1,95
İnce Film Halinde Isıtma Deneyi (165°C, 5sa.)		
Kütle değişimi (%)	0,04	0,07
Penetrasyon Farkı (%)	25	13
Yumuşama Noktası Farkı (°C)	5	4,0

Tablo 6 Saf bitüm ve organik IKA Katkılarına Ait Karıştırma ve Sıkıştırma Sıcaklıkları.

IKA Katkılar	Katkı İçeriği (%)	Karıştırma Sıcaklığı (°C)	Sıkıştırma Sıcaklığı (°C)
Saf Bitüm	0	157 - 163	143 - 149
Organik Katkı Maddesi	3	144 - 149	133 - 138

Organik IKA katkı maddesiyle üretilen bitümün geleneksel bitüm deney sonuçları elde edildikten sonra uygun katkı miktarı ile belirlenen karıştırma sıkıştırma sıcaklıklarında IKA karışımları hazırlanmıştır. Farklı bitüm miktarları kullanılarak Marshall yöntemi ile hazırlanan asfalt numunelerinin optimum bitüm içerikleri saf bitüm için %4,76 organik IKA katkılı bitüm için ise %4,25 olarak belirlenmiştir.

Yapılan çalışma kapsamında farklı oranlarda kullanılacak yapay yolla yaşlandırılmış sıcak ve organik IKA katkılı asfalt kaplama numuneleri, kısa dönem ve uzun dönem yaşlandırmaya maruz bırakılarak elde edilmiştir. Saf bitüm ve organik IKA katkısı içeren karışımlar üretildikten sonra AASHTO R 30 standardına göre kısa ve uzun dönem yaşlandırma işlemi yapılarak yapay yolla yaşlandırılmış asfalt numuneleri hazırlanmıştır. Bunun için tüm numuneler 135°C sıcaklığa ayarlanmış olan havalandırılmalı etüvde 4 saat gevşek (sıkıştırılmamış) karışım olarak kısa dönem yaşlandırılmıştır. Karışımın homojen bir şekilde yaşlandırılması için her saat başı gevşek karışım etüvden çıkartılıp karıştırıldıktan sonra tekrar etüve yerleştirilmiştir. Uzun dönem yaşlandırma işlemi için kısa dönem yaşlandırma işlemi yapıldıktan sonra Marshall tokmağıyla numunenin her iki yüzeyine 75 darbe uygulanması şeklinde sıkıştırılmış numuneler standartta belirtildiği gibi 16 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra kriko yardımıyla kalıplardan çıkarılarak, 5 gün boyunca 85°C sıcaklıktaki havalandırılmalı bir etüv içerisinde bekletilmiştir. Numunelerin altında bitümün birikmesini engellemek için numuneler her gün etüvden çıkartılıp ters çevrilerek tekrar etüve konulmuştur. Şekil 1’de kısa ve uzun dönem yaşlandırma akış şeması verilmiştir.



Şekil 1 Kısa ve uzun dönem yaşlandırma akış şeması.

## Mekanik Özellikler

Yapılan deneysel çalışmada elde edilen bitümlü karışımların laboratuvar koşullarındaki mekanik özellikleri, “Marshall Aletini Kullanarak Bitümlü Karışımların Plastik Akmaya Karşı Direnci İçin Standart Deney Yöntemi (ASTM D-1559)” ile tespit edilmiştir (Önal ve Kahramangil, 1993). Karıştırma işleminin ardından elde edilen bitüm-agrega karışımı, Marshall kompaktörüne yerleştirilerek, her iki yüzüne de Karayolları Teknik Şartnamesi’nde (KTS) belirtilen Aşınma Tabakası Tip-1 için 75’er darbe uygulanır. Marshall cihazının yükleme hızı 50,8 mm/dak. olmalıdır. Deney, cihaz ekranındaki stabilite ve akma değerleri sabit hale gelene kadar devam eder. Deney sonunda stabilite ve akma okumaları yapılarak veriler kaydedilir.

Marshall tasarım yöntemine göre sıkıştırılan numunelerin trafik yükleri altında gösterecekleri performans özelliklerini tayin etmek için gerilme-birim şekil değiştirme davranışını bilmek gerekmektedir. Bu sebeple asfalt kaplamaların rijitliğini belirlemek için indirekt çekme mukavemeti (ITS) değerleri hesaplanmalıdır. Marshall cihazının yükleme hızı indirekt çekme deneyine göre belirlendiği için yükleme hızı 51 mm/dak olarak ayarlanmıştır. Asfalt kaplamaların çekme gerilmelerini belirleyen ITS değeri (kPa) aşağıdaki denklem yardımıyla bulunur.



$$S_t = \frac{2000 \times P}{\pi \times t \times D}$$

- $S_t$  = İndirekt çekme mukavemeti (ITS), kPa  
 $P$  = Uygulanan maksimum yük, N  
 $T$  = Numunenin kalınlığı, mm  
 $D$  = Numunenin çapı, mm

## Deney Sonuçları ve Değerlendirmeler

Asfalt kaplamaların, trafik yükü, çevre koşulları, malzeme kalitesi, taban zemini mukavemeti, drenaj ve yapım kalitesi gibi faktörlere bağlı olan ömürleri vardır. Asfalt kaplamaların ömürleri rutin bakım çalışmaları ile uzatılabilir. Ancak bir süre sonra kaplamadaki bozulmalar artar ve daha kapsamlı iyileştirmelere gereksinim duyulur. Bu durumda, trafik etkileri ve güneşin ultraviyole ışınları gibi doğanın aşındırıcı şartlarına maruz kalan ve özellikle kaplama yüzeyinde özelliklerini kısmen yitirmiş eski asfalt kaplamanın yeniden kullanılması; doğal kaynakların verimli kullanımı, enerji tasarrufu, ekonomi ve çevreyi koruyucu etkileri nedeniyle önem kazanmaktadır.

Asfalt kaplamalar servis ömürleri sonunda, yüzey iyileştirmesi yapılması amacıyla asfalt yüzeyinden kazınmakta ve agrega ve bitümlü bağlayıcı içeren geri dönüştürülmüş malzemenin asfalt karışımlarında yeniden kullanımı söz konusudur. Günümüzde İKA'ların avantajları nedeni ile gündeme gelmeleri, İKA'ların da geri dönüştürülerek kullanılabilir olup olmadığının belirlenmesi ihtiyacını gündeme getirmiştir. Henüz ülkemizde İKA kaplama uygulamasına geçilmediği için İKA katkılarıyla üretilen geri kazanılmış asfalt kaplamaları temin edilememektedir. Bu yüzden kısa ve uzun dönem yaşlandırma işlemleriyle geri kazanılmış İKA ve BSK karışımları, karışımın %30, %40, %50, %75 ve %100'ünü oluşturacak şekilde ılık ve sıcak asfalt karışımlarında kullanılmışlardır.

Karışımın gradasyonu (geri kazanılmış agreganın %30, %40, %50, %75 ve %100 ve yeni agreganın %70, %60, %50 ve %25), Tip 1 ile ifade edilen aşınma tabakası gradasyonunun limit değerlerine uygun olmalıdır. Aşınma tabakası için uygun görülen şartname limitleri ve karışımın gradasyonu Tablo 7'de verilmiştir.

T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından basılan Bitümlü Karışımlar Laboratuvar El Kitabında verilen bilgiler doğrultusunda, karışıma ilave edilecek yeni asfalt miktarı aşağıdaki Formül ile bulunmaktadır. Beş farklı oranda yapay yolla yaşlandırılmış asfalt kaplamasıyla hazırlanan (%30, %40, %50, %75 ve %100) sıcak ve orta sıcaklıktaki asfalt kaplamaları için karışıma eklenmesi gereken yeni bitüm %'si aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanarak Tablo 8'de sunulmaktadır.

$$Pr = Pc - (Pa * Pp)$$

Burada:

- $Pr$  = Karışıma eklenmesi gereken yeni bitüm %'si  
 $Pa$  = Kazılmış malzemedeki bitüm %'si (Kazılmış malzemenin %'si olarak)  
 $Pc$  = Karışımındaki toplam bitüm %'si  
 $Pp$  = Kazılmış malzemenin toplam karışımındaki %'si

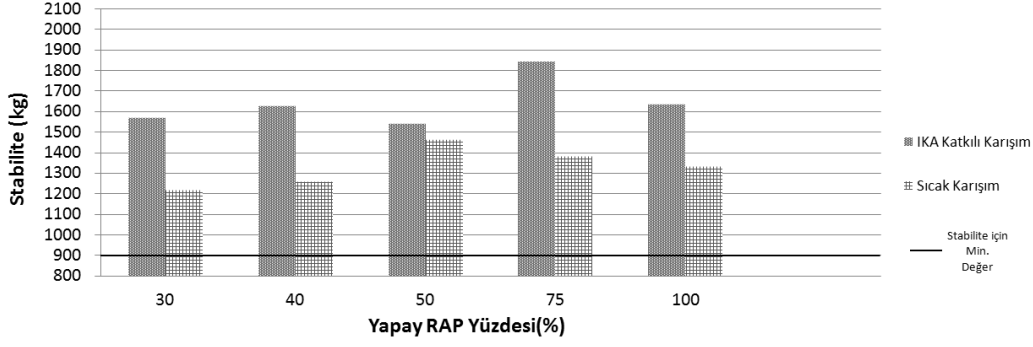
Farklı bitüm miktarları kullanılarak Marshall yöntemi ile hazırlanan asfalt numunelerinin optimum bitüm içerikleri saf bitüm için %4,76 organik IKA katkılı bitüm için ise %4,25 olarak belirlendiği önceki bölümlerde belirtilmiştir. Yapay yolla yaşlandırılmış IKA ve BSK kaplamasından elde edilmiş bitüm içeriği ile birlikte, Tablo 7’de sunulan gradasyon miktarları ve Tablo 8’de hesaplanmış yeni eklenmesi gereken bitüm içerikleri de göz önüne alınarak farklı RAP içerikleriyle (%30, %40, %50, %75 ve %100) önceden belirlenen uygun karıştırma ve sıkıştırma sıcaklıklarında asfalt numuneleri hazırlanmıştır. Optimum oranda yapay yolla yaşlandırılmış asfalt kaplaması miktarını tespit edebilmek amacıyla hazırlanan numuneler Marshall stabilite deneyine tabi tutulmuştur. Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4’te sırası ile farklı RAP (yapay yolla yaşlandırılmış asfalt karışımı) içeren asfalt numunelerinin stabilite, akma ve hava boşluğu %’leri gösterilmektedir. Farklı oranlarda yapay RAP içeren sıcak ve ılık karışım asfalt numunelerinin stabilite değerleri incelendiğinde, numunelerin tamamının şartname minimum değerlerini sağladığı görülmektedir. Bununla birlikte, en yüksek stabilite değeri organik IKA katkısı ile hazırlanan ve %75 yapay RAP içeren numune ile sağlanmıştır. Farklı oranlarda yapay RAP içeren BSK numuneleri kendi içerisinde değerlendirildiğinde, %50 yapay RAP içeren BSK numunesinin en yüksek stabilite değerine sahip olduğu da sonuçlar arasındadır. BSK ve IKA karışımlarının, yapay RAP ile birlikte değerlendirilmeleri için yalnızca stabilite yönünden değil akma ve boşluk parametreleri açısından da incelenmeleri gerekmektedir. Şekil 3 incelendiğinde, farklı oranlarda yapay RAP içeren bütün asfalt numunelerinin akma sınır değerleri içerisinde olduğu görülmektedir. Tüm yapay RAP ilavelerinde, sıcak karışım numunelerinin akma değerleri ılık karışımlara kıyasla daha yüksektir. Bunun sebebi organik IKA katkısının bitüm içerisinde kristalize bir yapı oluşturarak, karışımı servis ömrü boyunca saha sert hale getirmesidir.

Tablo 8 Saf Bitüm ve Organik IKA Katkısıyla Hazırlanan Asfalt Karışımlarına Eklenmesi Gereken Yeni Bitüm %’lerinin Tayini.

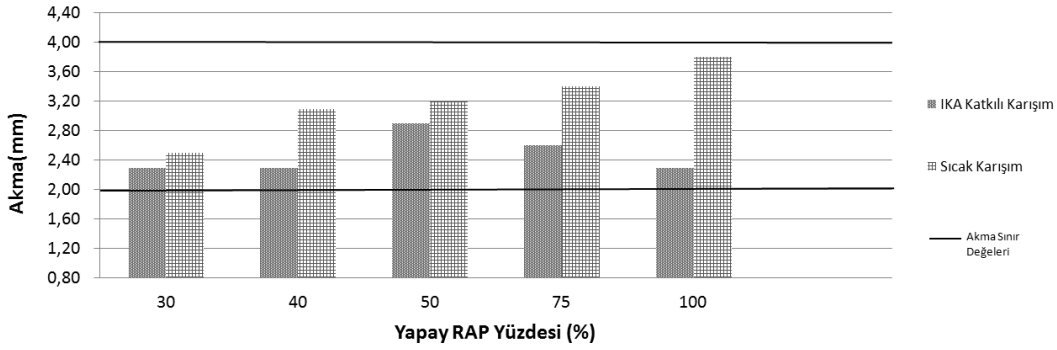
Bitüm	Yapay RAP İçeriği (%)	Pc (%)	Pa (%)	Pr (%)
Saf	30	4,76	4,76	3,33
	40			2,86
	50			2,38
	75			1,19
	100			0
Organik IKA katkılı	30	4,25	4,25	2,98
	40			2,55
	50			2,13
	75			1,06
	100			0

Tablo 7 Karışım Gradasyonu Ve Şartname Limitleri.

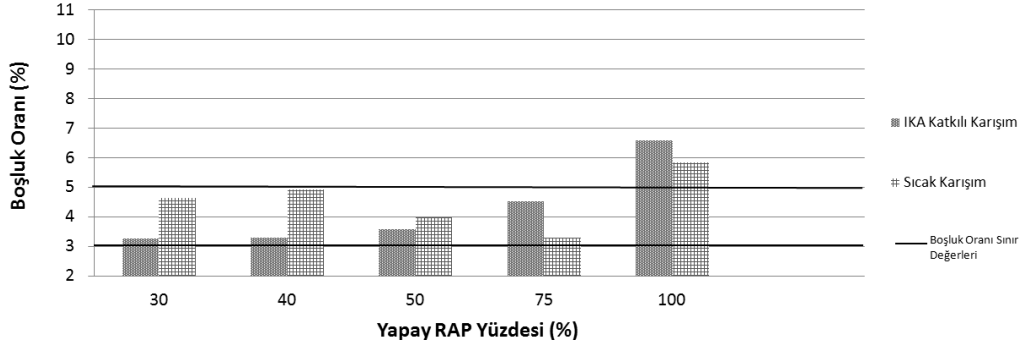
Elek. No.	Şartname limitleri	Geçen (%)	Kalan (%)	Kümülatif Kalan (%)	Kümülatif Kalan (gr.)	Farklar (gr.)	Yapay Geri kazanılmış agrega (RAP) ve Yeni agrega oranları									
							%30 RAP Agr. (gr.)	%70 Yeni Agr. (gr.)	%40 RAP Agr. (gr.)	%60 Yeni Agr. (gr.)	%50 RAP Agr. (gr.)	%50 Yeni Agr. (gr.)	%75 RAP Agr. (gr.)	%25 Yeni Agr. (gr.)	%100 RAP Agr. (gr.)	%0 Yeni Agr. (gr.)
3/4"	100	100				0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0
1/2"	83-100	90,5	9,5	9,5	109,25	109,25	76,47	43,7	65,55	54,63	54,63	81,94	27,31	109,25	0	0
3/8"	70-90	80,5	10	19,5	224,25	115	80,5	46	69	57,50	57,50	86,25	28,75	115	0	0
No.4	40-55	47,3	33,2	52,7	606,05	381,8	267,26	152,72	229,08	190,90	190,90	286,35	95,45	381,8	0	0
No.10	25-38	33	14,3	67	770,5	164,45	115,115	65,78	98,67	82,23	82,23	123,34	41,11	164,45	0	0
No.40	10-20	13,5	19,5	86,5	994,75	224,25	156,97	89,7	134,55	112,13	112,13	168,19	56,06	224,25	0	0
No.80	6-15	9	4,5	91	1046,5	51,75	36,22	20,7	31,05	25,88	25,88	38,81	12,94	51,75	0	0
No.200	4-10	5,3	3,7	94,7	1089,05	42,55	29,78	17,02	25,53	21,28	21,28	31,91	10,64	42,55	0	0
Filler	-	-	5,3	100	1150	60,95	42,66	24,38	36,57	30,48	30,48	45,71	15,24	60,95	0	0



Şekil 2 Farklı RAP içeriklerindeki sıcak ve ılık karışım asfaltların stabiliteyi.



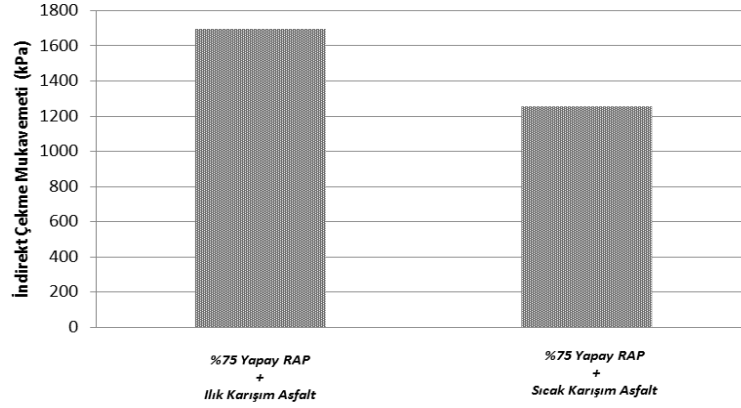
Şekil 3 Farklı RAP içeriklerindeki sıcak ve ılık karışım asfaltların akma değerleri.



Şekil 4 Farklı RAP içeriklerindeki sıcak ve ılık karışım asfaltların hava boşluğu yüzdeleri.

Şekil 4'te sunulduğu gibi IKA'lara farklı oranlarda yapay RAP ilavesinin hava boşluğu üzerindeki etkisi incelendiğinde, RAP etkisi ile hava boşluk oranları artmıştır. %100 oranında yapay RAP kullanılarak hazırlanmış sıcak ve ılık karışım asfalt numunelerinin hava boşluğu sınır değerlerini aştığı ve limitler dışında kaldığı görülmektedir. Bunun sebebi yaşlanmış bitümün adezyon ve kohezyon özelliğinin azalmasıdır. Saf bitüm ve organik IKA katkısı ile hazırlanan numunelere maksimum %75 oranında yapay RAP ilavesiyle şartnamede hava boşlukları için belirtilen sınır koşullarını sağladığı görülmüştür. Marshall stabilite, akma ve boşluk sınır değerleri beraber göz önüne alındığında, sıcak ve ılık karışımında optimum kullanılması gereken yapay RAP miktarının %75 olduğu belirlenmiştir.

Sıcak ve ılık karışımlar için elde edilen optimum yapay RAP içeriği (%75) kullanılarak hazırlanan karışımların İndirekt çekme mukavemeti özellikleri de incelenmiştir. Sonuçlar Şekil 5'de sunulduğu gibidir.



Şekil 5 Optimum yapay RAP içeriğinde BSK ve IKA indirekt çekme mukavemetleri.

Şekil 5 incelendiğinde; optimum RAP içeriğinde hazırlanan numuneler arasında organik IKA katkısı içeren asfalt karışımı ITS yönünden en yüksek değeri vermiştir. ITS değerinin yüksek oluşu, numunelerin daha sert olduğunun bir göstergesidir. Bir diğer ifade ile ITS değeri yüksek olan asfalt kaplamaların çatlaklara karşı daha az duyarlı olduğunu göstermektedir. Deneysel çalışma sonuçları, optimum %75 yapay RAP ilavesi ile organik IKA katkısı içeren bitümlü bağlayıcı kullanılarak üretilen IKA'ların mekanik özellikler açısından, BSK'lara alternatif olabileceğini göstermektedir.

## Sonuçlar

Asfalt kaplamalar trafik yükü ve çevresel faktörlere bağlı olarak belli bir hizmet ömrüne sahiptir. Bu hizmet ömrü ne kadar uzun ise, üstyapı kaplaması bir o kadar ekonomik olacaktır. Mühendislik ekonomisi açısından, bir yapının sadece ilk yapım maliyetinin az olmasını dikkate almaktansa, yapının hizmet süresince göstereceği performans ve buna bağlı olarak bakım ve onarım giderleri de önemli bir ölçüt olarak dikkate alınmalıdır. Enerji tüketimi açısından, IKA teknolojilerinin ilk yapım maliyetleri BSK'lardan daha az olmaktadır. Ancak bu tür teknolojilerin hizmet ömrü açısından BSK'lara göre ne kadar ekonomik olduklarını araştırmak gereklidir. Bu çalışma kapsamında, yapay IKA RAP üretilerek IKA katkısının, asfalt kaplamaların geri dönüşümüne etkisi incelenmiştir. Sonuçlar BSK'lar (kontrol) karışımları ile karşılaştırılmıştır.

Deneysel çalışma sonuçları, optimum %75 yapay RAP ilavesi ile organik IKA katkısı içeren bitümlü bağlayıcı kullanılarak üretilen IKA'ların mekanik özellikler açısından, BSK'lara alternatif olabileceğini göstermektedir. IKA katkılarının daha düşük uygulama sıcaklarında asfalt üretimine imkan vermesi, yaşlanma açısından en büyük avantajı oluşturmakta olup dolayısıyla yapay RAP olarak IKA karışımlarında kullanıldığında da daha iyi sonuçlar vermektedir. Farklı tipteki IKA katkılarıyla hazırlanan RAP malzemesinin IKA karışımları üzerine etkileri konusunda daha ayrıntılı araştırmalar yapılması gerekmektedir.

## Kaynaklar

Bell, C. A., Sosnovske, D. and Wieder J. A. (1994) Aging, Binder Validation. SHRP A-384 Report, National Research Council, Washington D.C.

Damm, K. W., Abraham, J., Butz, T., Hildebrand, G. ve Riebeschl, G. (2002). Asphalt Flow Improvers As 'Intelligent Fillers' For Hot Asphalts - A New Chapter In Asphalt Technology. Journal of Applied Asphalt Binder Technology, pp. 36-69.

Estakhri, C., Button, J. ve Alvarez, A. E. (2010). Field And Laboratory Investigation Of Warm Mix Asphalt In Texas. Texas Department Of Transportation.

Newcomb, D. (2007) An Introduction to Warm-Mix Asphalt. Report, Lanham, MD: National Asphalt Pavement Association.

Önal, A.M. ve Kahramangil, M. (1993). Bitümlü Karışımlar Laboratuvar El Kitabı. Ankara: KGM Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığı Basım Evi.

Sengoz, B. ve Agar, E. (2005) Asfalt Film Kalınlığının Bitümlü Karışımların Yaşlanmasına Etkisi. itüdergisi/d mühendislik, İstanbul, Cilt:4, Sayı:1, pp. 71-82.

Sengoz, B., Topal A. ve Gorkem, C. (2013). Evaluation Of Natural Zeolite As Warm Mix Asphalt Additive And Its Comparison With Other Warm Mix Additives. Construction and Building Materials, 43,pp. 242-252.

Walker, D. (2009). Gaining Experience with Warm Mix Asphalt, The Magazine of the Asphalt Institute.

Zaumanis, M. and Haritonovs, V. (2010) Research on Properties of Warm Mix Asphalt. Scientific Journal of Riga Technical University Construction Science, 11, pp. 77-84.

# Bentonit Kullanımının Bitümlü Bağlayıcıların Reolojik Özellikleri Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması

## **Erkut YALÇIN**

Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi  
Tel: (424) 2370000-5422  
E-Posta: erkutyalcin@firat.edu.tr

## **Mehmet YILMAZ**

İnşaat Mühendisliği Bölümü ELAZIĞ  
Tel: (424) 2370000-5421  
E-Posta: mehmetyilmaz@firat.edu.tr

## **Baha Vural KÖK**

Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi  
Tel: (424) 2370000-5418  
E-Posta: bvural@firat.edu.tr

## **M. Ertuğrul ÇELOĞLU**

İnşaat Mühendisliği Bölümü ELAZIĞ  
Tel: (424) 2370000-5431  
E-Posta: meceloglu@firat.edu.tr

## **Öz**

Bitümlü bağlayıcılar ve karışımların özelliklerini iyileştirerek karayolu esnek üstyapılarının servis ömrünü uzatmak amacıyla çeşitli katkı maddeleri kullanılmaktadır. Bitümlü bağlayıcı ve karışımların özelliklerini iyileştirmek amacıyla genellikle polimer veya doğal asfalt katkı maddeleri kullanılmaktadır. Son dönemde kil türevi malzemelerin bitüm modifikasyonunda kullanımı üzerine çalışmaların sayısı her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle çalışmamızda ülkemizde bol miktarda bulunan Bentonit'in bitüm modifikasyonunda kullanımı araştırılmıştır. Ana bileşeni montmorillonit kil minerali olan hidro alümina silikatlar bentonit olarak isimlendirilir. Ticari anlamda ise suyla temasa geçince şişebilen, asitle aktifleştirilebilen, geniş yüzey alanına sahip maddeler bentonit kili olarak bilinirler. Dünya bentonit rezervlerinin %20'sine sahip olan ülkemizdeki bentonit sahaları Biga-Gelibolu yarımadası, İç Anadolu, Kelkit vadisinin kuzeyi, Doğu Karadeniz, Malatya-Elazığ bölgeleridir. Bentonitin ucuz ve kolay bulunabilir olması nedeniyle endüstride pek çok kullanım alanı mevcuttur. Bentonit kilinin bileşim ve yapısına bağlı olarak fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki farklılıklar, endüstriyel uygulamalarını da farklı kılmaktadır. Çalışmada ana bağlayıcı olarak Batman rafinesinden temin edilen B 160/220 sınıfı bitüm kullanılmıştır. Bentonit, üç farklı oranda saf bitüme ilave edilmiş ve 1 saat süreyle karıştırılmıştır. Elde edilen bentonit modifiyeli bitüm üzerinde penetrasyon ve yumuşama noktası deneyleri yapılmıştır. Ayrıca dönel viskozimetre ve dinamik kayma reometresi deneyleri uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlardan bentonit ilavesi ile penetrasyon değerlerinin azaldığı, yumuşama noktası değerlerinin arttığı, viskozite değerlerinin değişmediği tespit edilmiştir. Ayrıca bentonit kullanımı ile kompleks modülü değerleri artarken faz açısı değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Bitüm, Bentonit, Reoloji, Modifikasyon.

## Giriş

Esnek kaplamalar genellikle bitümlü bağlayıcılar ve granüler malzemeden yapılmaktadır. Bitümlü sıcak karışımlar farklı tip plantlerde bitüm ve agreganın ısıtılarak karıştırılma ve sıkıştırılmasıyla elde edilen karışımlardır (Huang, 1993).

Bitüm, geleneksel olarak suya karşı geçirimsiz tabaka oluşturmak, asfalt karışımlarda yapıştırıcı özelliğiyle agregaları bağlamak amacıyla kullanılan yüksek molekül ağırlığa sahip, yapısında çeşitli hidrokarbonlar ihtiva eden parlak siyah bir malzemedir. Bitümlü malzemeler ham petrolün rafinajı ile elde edilmekte ve petrol rezervinin gün geçtikçe azalmasından dolayı maliyeti sürekli artmaktadır. Esnek kaplama uygulamalarında kullanılan bitümlü bağlayıcıların miktarının azalması yönünde yapılan çalışmalar, toplam maliyetleri azaltacak bunun yanı sıra fosil kaynaklı olan bu malzemenin kullanılmasından doğan çevresel sorunlar açısından fayda sağlamış olacaktır (Zare Shahabadi ve diğ., 2010).

Tekrarlı araç yüklemelerinin etkisi altında hem tekerleğin altında hem de kaplama yüzeyinde basınç gerilmeleri, tekerleklerin asfalt yüzeyine değdiği bölgelerin yanlarında ve altında, asfalt tabakasının en düşük yüzeyinde ise çekme gerilmeleri oluşmaktadır (Moghadas Nejad ve diğ., 2014). Kaplama malzemelerinde görülen kalıcı deformasyonlar tekrarlı yüklerle giderek artmakta ve tekerleklerin kaplama yüzeyine değdiği kısımlarda, yan kısımlarda ise kabarmalar şeklinde görülmektedir (Azari and Mohseni, 2013).

Günümüzde bitümlü malzemelerin termal ve yansıma çatlaklarına karşı direncini arttırmak, kalıcı deformasyonu ve kusmayı azaltmak, bitümün yaşlanmasından dolayı kaplamanın sertleşmesini geciktirmek amacıyla mineral, organik, doğal ve endüstriyel katkıları kullanılmaktadır. Fakat, çeşitli ülkelerdeki coğrafi şartlar ve mevcut olanaklar göz önüne alınarak, o ülkeye uygun modifiye edici katkıları seçilmelidir. Polimerler ve öğütülmüş araç lastiği gibi katkıların yapılan çalışmalarda bitümün performansını arttırdıkları bilinmektedir. Fakat katkı malzemesinin tercihinde sağlayacağı performans aranan tek kriter değildir. Sağlayacakları performansın yanı sıra ekonomik katkısı, üretim koşulları ve çevresel olarak uygunluğu gibi faktörlerde katkı malzemesinin kullanılmasında göz önünde bulunmaktadır. Bu gibi faktörler değerlendirildiğinde endüstriyel olarak üretilen ve kullanılan katkı malzemelerine alternatif olabilecek doğal malzemelerin araştırılması büyük önem arz etmektedir. Esnek kaplamalar üzerine yapılan çalışmalarda bitümlü bağlayıcılarla birlikte birçok farklı doğal malzemenin kullanılabilirliği araştırılmıştır. Katkı malzemesi olarak değerlendirilecek doğal kaynağın miktarı da bu gibi malzemelerin kullanılabilirliğini araştırmaya değer kılacak önemli bir faktördür. Bentonit dünyanın bazı bölgelerinde ve özellikle Ülkemizde de bolca bulunabilen doğal kaynaklardandır (Ziari ve diğ., 2014).

Türkiye, dünyada ciddi miktarda bentonit kaynağına sahip olan ülkelerden biridir. Ülkemizde büyük miktarda bentonit kaynağının mevcut olması ve diğer katkı malzemeleriyle karşılaştırıldığında düşük maliyeti göz önüne alındığında bitüm modifikasyonunda kullanımının değerlendirilmesi çalışmamızın amacı olmaktadır.

Kolloidal alüminyum hidrosilikat topluluğu olarak tanımlanabilecek bentonitin büyük bir bölümü montmorillonit grubu kil minerallerinden oluşmuş ve genellikle baydellit ihtiva eden bir kayadır. Montmorillonit ve baydellit oranı %85'in üzerinde olan hammaddeler bentonit olarak değerlendirilebilmektedir. Bentonit partikülleri çok ince olduğundan su ile karıştırıldığı zaman şişme özelliği göstermektedir (D.P.T., 1992).



Bentonit rezervleri hakkında yeterli bilgi bulunmamaktadır. Eldeki verilere göre dünya bentonit kaynaklarının toplamı 2 milyar tonun üzerinde olduğu tahmin edilmektedir. Bunun %43'ü Amerika Birleşik Devletleri'nde, %20'si Türkiye'de geri kalanı ise diğer ülkelerde yer almaktadır (D.P.T., 2001).

Yapılan bir çalışmada, saf bitüme bentonit eklenerek yumuşama noktası, vizkozite ve duktilite gibi standart bitüm deneyleri uygulanmıştır. Ayrıca yaşlandırılmış modifiye bitüme giriş eğme reometresi (BBR) deneyi uygulanmış olup düşük sıcaklıkta bitümün reolojik özelliklerini önemli ölçüde geliştirdiği görülmüştür (Shahabadi ve diğ., 2011).

Nanofil-15 ve cloisite-15A nanokillerinin, bitüm reolojik özellikleri üzerindeki etkisini Jahromi ve Khodaei (2009) incelemiştir. Kil'in uygun ve etkili karıştırılması halinde, nanokile oluşan düşük içerikli modifiyeler bitümün özelliklerinin geliştirebilirler. Nanokil, modifiye bitümün sertliğini ve yaşlanmasını, sünekliliğini yumuşama noktasını ve reolojik özelliklerini geliştirmiştir. Bitümün penetrasyonunu azaltacaktır. DSR deney sonuçlarına göre sıcaklığın azalması ile kompleks kayma modülü ( $G^*$ ) değerinin arttığı görülmektedir (Sadeghpour ve diğ., 2010).

You ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada, styrene-butadiene-styrene (SBS), sodium montmorillonit ve montmorillonit ile oluşan modifiye bitümlerin etkileri değerlendirilmiş ve nanokil bitümün viskozitesini arttırdığı sonucuna varılmıştır. Bitüme katkı ilavesi ile bitümün faz açısı ve kompleks kayma modülü artmıştır. Saf bitüme SBS eklenmesi ile daha iyi bir etki sağladığı belirtilmiştir (You ve diğ., 2011). Galooyak ve ekibi tarafından yapılan çalışmada bitüme nanokil eklenmesinin bitümün özellikleri üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür (Galooyak ve diğ., 2010).

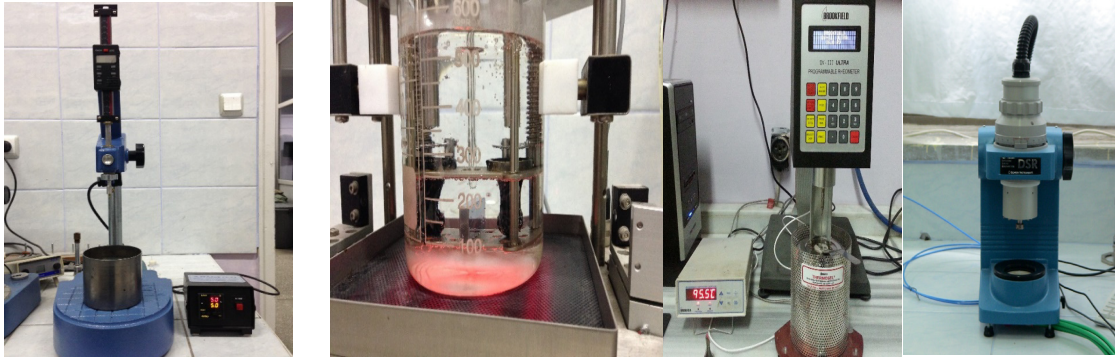
Ziari ve ekibi tarafından yapılan çalışmada bentonit ile hazırlanan asfalt karışımların, saf bitümle hazırlanan karışımlara göre yorulma ömrünün ve elastik modülünün daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Ziari ve diğ., 2014).

## **Materyal ve Metot**

Çalışmada kullanılan bağlayıcı TÜPRAŞ rafinerisinden temin edilen B 160/220 sınıfı asfalt çimentosudur. Bitüm modifikasyonunda ise Karakaya Bentonit San. ve Tic. A.Ş. şirketinden temin edilen bentonit kullanılmıştır. Bağlayıcının bentonit ile modifiyesi işleminde, bağlayıcıya ağırlığınca %5-15-25 oranlarında ilave edilerek karıştırılmıştır. Karıştırma işlemi, 1000 devir/dakika hıza sahip bir karıştırıcı ile 180 °C sıcaklıkta orjinal bitüm ve katkı malzemesinin 60 dakika süreyle karıştırılması ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada hızı 0-2000 devir/dakika aralığında ayarlanabilen hassas karıştırıcı (Şekil 1) kullanılmıştır. Bu karıştırıcı ile 3 farklı kombinasyonda elde edilen bağlayıcılara, yumuşama noktası (EN 1427), penetrasyon (EN 1426), dönel viskozite (ASTM D4402) ve dinamik kayma reometresi (AASHTO TP5) deneyleri uygulanmıştır. Deney aletleri Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 1 Modifiye bitüm karıştırma cihazı ve kullanılan bentonit.



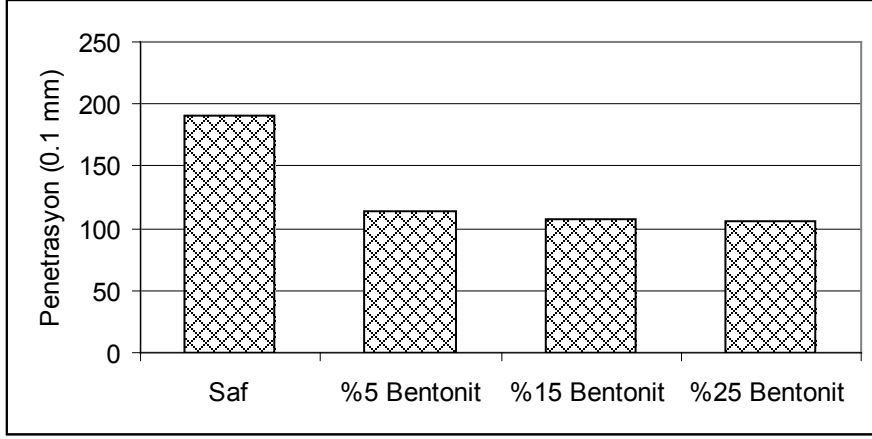
Şekil 2 Penetrasyon, yumuşama noktası, viskozite ve DSR deney aletleri.

## Deneysel Çalışma

Bu çalışmada bağlayıcıların TS 1081 EN 12591'e göre penetrasyon sınıflarına uygunluğunu belirlemek amacıyla geleneksel deneyler penetrasyon, yumuşama noktası, yüksek sıcaklıklarda işlenebilirliğini belirlemek amacıyla dönel viskozimetre (RV), tekerlek izi oluşumuna karşı dayanımlarını belirleyebilmek amacıyla DSR deneyleri yapılmıştır.

### Penetrasyon Deney Sonuçları

Bağlayıcılara uygulanan penetrasyon deneylerinden elde edilen sonuçlar Şekil 3'te görülmektedir. Şekilde görüldüğü üzere en düşük penetrasyon değerine %15 ve %25 bentonit ile modifiye edilen bitümler, en yüksek penetrasyon değerine ise saf bağlayıcı sahip olmuştur.

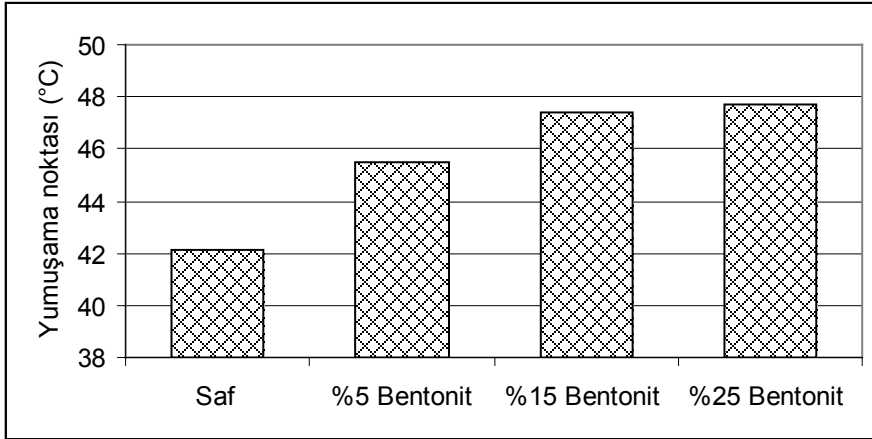


Şekil 3 Bağlayıcıların penetrasyon değerlerinin bentonit içeriği ile değişimi.

Yukarıdaki şekilde görüldüğü üzere katkı kullanımı ile saf bağlayıcıya göre (191 penetrasyon) penetrasyon değerleri azalmış dolayısıyla bağlayıcıların kıvamı artmıştır. Katkı içeriği arttıkça penetrasyon değerleri düzenli olarak azalmıştır. %5 oranında bentonit kullanımı ile penetrasyon değeri saf bağlayıcıya göre %67,9 , %15 bentonit içeren bağlayıcıda %76,4 ve %25 oranında bentonit içeren bağlayıcıda ise %78,9 oranında azalmıştır.

#### Yumuşama Noktası Deney Sonuçları

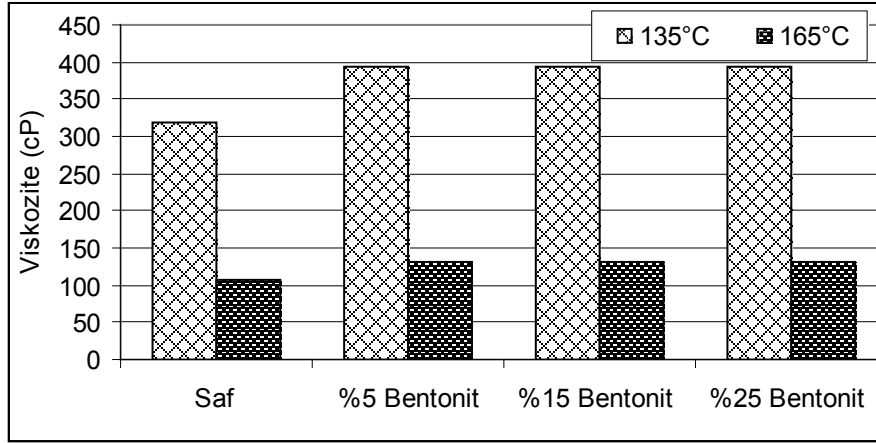
Bağlayıcılara uygulanan yumuşama noktası deneylerinden elde edilen sonuçlar Şekil 4'te görülmektedir. Şekilde görüldüğü üzere en yüksek yumuşama noktası değerine %25 bentonit modifiyeli bitümün, en düşük değere ise saf bağlayıcının sahip olduğu belirlenmiştir. Katkı içeriğinin artması ile yumuşama noktası değerlerinin düzenli olarak arttığı belirlenmiştir. %5, %15 ve %25 bentonit kullanımı ile yumuşama noktası değerleri saf bitüme göre sırasıyla %8,1; %12,7 ve %13,3 oranlarında artmıştır.



Şekil 4 Bağlayıcıların yumuşama noktası değerlerinin bentonit içeriği ile değişimi.

## Dönel Viskozimetre (RV) Deney Sonuçları

Bağlayıcılara 135°C ve 165°C sıcaklıkta uygulanan dönel viskozimetre deneylerinden elde edilen sonuçlar Şekil 5'te görülmektedir.



Şekil 5 Bağlayıcıların 135°C ve 165°C'deki viskozite değerlerinin bentonit içeriği ile değişimi

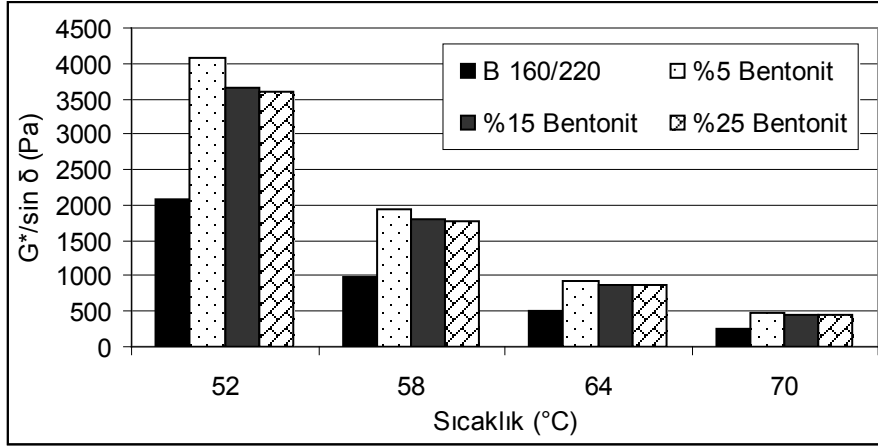
Şekil 5'te görüldüğü üzere katkı kullanımı ile viskozite değerleri artmıştır. Katkı içeriğinin artması ile viskozite değerlerinin sabit kaldığı görülmüştür. 135°C sıcaklıkta katkıların kullanımı ile viskozite değerleri saf bağlayıcıya göre %23,5 oranında artmıştır. 165°C sıcaklıkta katkı kullanımının viskozite değerleri üzerindeki etkileri 135°C sıcaklıktaki değişimle benzerlik göstermiştir. Viskozite deneylerinden elde edilen sonuçlar penetrasyon ve yumuşama noktası deneylerinden elde edilen sonuçlarla uyum göstermiştir.

## Dinamik Kayma Reometresi (DSR) Deney Sonuçları

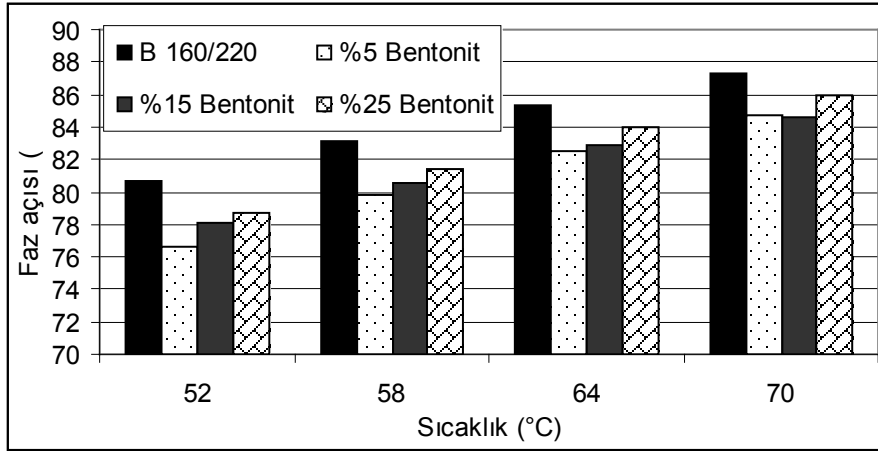
Çalışmada saf, %5, %15 ve %25 bentonit içeren bitümlere 4 farklı sıcaklıkta (52, 58, 64 ve 70°C) dinamik kayma reometresi deneyi uygulanmıştır. Numuneler, Superpave prosedürüne uygun olarak 10 rad/sn (1,59 Hz) frekansta deneye tabi tutulmuştur. Bağlayıcıların Superpave yöntemine uygun olarak tekerlek izi parametreleri ( $G^*$ ,  $\delta$ ) belirlenmiştir. Tekerek izi parametrelerinin ve faz açılarının ( $\delta$ ) sıcaklık ve katkı türü ile değişimleri Şekil 6 ve Şekil 7'de görülmektedir. Ayrıca deney sonuçları ve yüksek sıcaklık performans seviyesi değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Bağlayıcıların DSR deney sonuçları

Bağlayıcı Türü	$G^*/\sin \delta$ (Pa)				Faz açısı (°)				Performans Seviyesi
	52°C	58°C	64°C	70°C	52°C	58°C	64°C	70°C	
B 160/220	2082	977,1	496,3	254,4	80,68	83,18	85,28	87,24	PG 52-Y
%5 bentonit	4087	1950	941,3	481,9	76,66	79,87	82,57	84,68	PG 58-Y
%15 bentonit	3660	1806	883,6	457	78,12	80,59	82,93	84,63	PG 58-Y
%25 bentonit	3612	1776	871,6	459,1	78,74	81,44	83,96	85,9	PG 58-Y



Şekil 6 Bağlayıcıların  $G^*/\sin \delta$  değerlerinin bentonit sıcaklıkla değişimi.



Şekil 7 Bağlayıcıların faz açısı değerlerinin bentonit sıcaklıkla değişimi.

Şekil 6’da görüldüğü üzere katkı kullanımı ile modifiye bitümlerin tekerlek izi parametreleri saf bağlayıcıya göre önemli oranda artmıştır. İncelenen 4 bağlayıcı arasında bütün sıcaklıklarda en yüksek değere %5 bentonit içeren bağlayıcının, en düşük değere ise saf bağlayıcının sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu durum bentonit kullanımının bitümlü bağlayıcının tekerlek izi oluşumuna karşı dayanımını arttırdığını göstermektedir. 52°C sıcaklıkta %5, %15 ve %25 bentonit içeren bağlayıcıların  $G^*/\sin \delta$  değerlerinin saf bağlayıcıya göre sırasıyla 1,96; 1,76 ve 1,73 kat yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bütün sıcaklıklarda %15 ve %25 bentonit içeren bağlayıcıların tekerlek izi parametrelerinin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Bağlayıcıların tekerlek izi parametreleri üzerinde sıcaklığın etkisi değerlendirildiğinde sıcaklıkla değerlerin değişiminin bütün bağlayıcılar için yakın olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1’de görüldüğü üzere saf bağlayıcı 52°C sıcaklıkta Superpave şartname kriterini (1000 Pa) sağlarken, %5, %15 ve %25 bentonit içeren modifiye bitümler 58°C sıcaklıkta şartname kriterini sağlamıştır. Bu durum %5, %15 ve %25 bentonit kullanımının bitümlü bağlayıcının performans seviyesini 1 derece yükselttiğini göstermektedir.

Şekil 7 incelendiğinde faz açısı değerlerinin bentonit kullanımı ile azaldığı görülmektedir. Bütün sıcaklıklarda en düşük faz açısı değerlerine %5 bentonit içeren bağlayıcıların en yüksek faz açısı değerlerine ise saf bağlayıcının sahip olduğu belirlenmiştir. Tekerlek izi parametreleri ile birlikte faz açısı değerleri değerlendirildiğinde bentonit kullanımı ile bağlayıcıların daha elastik davranış sergileyeceği söylenebilmektedir.

## Sonuçlar

Çalışmada bentonit, bitüm ağırlığınca %5, %15 ve %25 oranlarında bağlayıcı modifikasyonunda kullanılmış, bağlayıcılara çeşitli deneyler uygulanmıştır. Deneysel çalışmalar neticesinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

Penetrasyon deneyleri sonucunda katkı kullanımı ile bağlayıcıların penetrasyon değerlerinin azaldığı, dolayısıyla bağlayıcıların kıvamının arttığı belirlenmiştir. Penetrasyon değerleri üzerinde en etkin katkı içeriğinin %25 bentonit olduğu belirlenmiştir.

Yumuşama noktası deneyleri sonucunda her üç oranın da yumuşama noktası değerlerini arttırdığı, katkı içeriği arttıkça yumuşama noktası değerlerinin de sürekli arttığı tespit edilmiştir. Yumuşama noktası değerleri üzerinde de en etkin katkı içeriğinin %25 bentonit olduğu belirlenmiştir.

Viskozite deney sonuçlarından katkı kullanımı ile viskozite değerlerinin arttığı katkı içeriği arttıkça viskozite değerlerinin değişmediği belirlenmiştir.

Dinamik kayma reometresi deneylerinden bentonit kullanımı ile yüksek sıcaklık performans seviyesi değerlerinin PG 52'den PG 58'e yükseldiği belirlenmiştir. En etkin bentonit oranının %5 olduğu tespit edilmiştir. Bentonit içeren bağlayıcıların tekerlek izi parametrelerinin saf bağlayıcıya göre daha yüksek ve faz açısı değerlerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum bentonit içeren bağlayıcıların tekerlek izi oluşumuna karşı daha dayanımlı olacaklarını ayrıca daha elastik davranış sergileyeceğini göstermektedir.

Bütün deney sonuçları dikkate alındığında bentonit kullanımının bitümlü bağlayıcıların reolojik özelliğini iyileştirdiği, özellikle DSR açısından en uygun oranın %5 olduğu tespit edilmiştir. Bentonitin bitümlü bağlayıcılarda katkı maddesi olarak kullanılabilirliğinin belirlenebilmesi için karışım özellikleri üzerindeki etkilerinin de incelenmesi gerekmektedir. Ayrıca bentonitin bitümlü bağlayıcıların düşük sıcaklık özelliklerine etkilerinin de incelenmesi faydalı olacaktır.

## Kaynaklar

Azari, H., and Mohseni, A. (2013). Effect Of Short-Term Conditioning and Long-Term Ageing on Permanent Deformation Characteristics of Asphalt Mixtures. Road Materials and Pavement Design Journal, 14(2), pp. 79–91.

D.P.T., (1992). Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Madencilik Sektörü Sanayi Hammaddeleri Özel İhtisas Komisyonu, Endüstri Mineralleri Ait Komisyon Raporu; Yay. No: D.P.T. 2300, O.İ.K., 407, Ankara, 204s.

D.P.T., (2001). Bentonit; Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Madencilik (Endüs. Hammad: Genel End. Miner.), Cilt IV, Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 1-26.

Hasan. Z., Rezvan, B., Mahmoud, A. and Ali A. (2014). Evaluation of Fatigue Behavior of Hot Mix Asphalt Mixtures Prepared by Bentonite Modified Bitumen, Construction and Building Materials, 68, pp. 685-691.

Hasan, Z., Rezvan, B., Mahmoud, A. and Ali A. (2015). Investigation of Fatigue and Rutting Performance of Hot Mix Asphalt Mixtures Prepared by Bentonite-Modified Bitumen, Road Materials and Pavement Design, 16(1), pp. 101-118.

Huang, Y. H. (1993). Pavement Analysis and Design. Englewood Cliffs, NJ: Pearson Prentice Hall.

Galooyak S. S., Dabir B., Nazarbeygi A. E. and Moeini A. (2010). Rheological Properties and Storage Stability of Bitumen/SBS/Montmorillonite Composites, Construction and Building Materials, pp. 300-307.

Moghadas N., F., Azarhoosh, A. and Hamedi, G. H. (2014). Effect of High Density Polyethylene on The Fatigue and Rutting Performance of Hot Mix Asphalt – A Laboratory Study. Road Materials and Pavement Design, 15(3), pp. 746–756.

Sadeghpour G., S., Dabir, B, Nazarbeygi, A. E., and Moeini, A. (2010). Rheological Properties and Storage Stability of Bitumen/SBS/Montmorillonite Composites. Construction and Building Materials, 24, pp. 300–307.

TS 118 EN 1426 (2002). Bitümler ve Bitümlü Bağlayıcılar–İğne Batma Derinliği Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 12 s.

TS 120 EN 1427 (2002). Bitümler ve bitümlü bağlayıcılar-Yumuşama Noktası Tayini–Halka ve Bilya Metodu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 12 s.

You, Z., Mills-Beale, J., Foley, J. M., Roy, S., Odegard, G. M., Dai, Q. and Goh, S. W. (2011). Nanoclay Modified Asphalt Materials: Preparation and Characterization. Construction and Building Materials, 25, pp. 1072–1078.

Zare S., A., Shokuhfar, A. and Ebrahimi-Nejad, S. (2010). Preparation and Rheological Characterization of Asphalt Binders Reinforced with Layered Silicate Nanoparticles. Construction and Building Materials, 24, pp. 1239–1244.





# İyon Işınıyla İşlenen Geri Dönüştürülmüş Polipropilenin Bitümün Fiziksel Özellikleri Üzerindeki Etkisi

**Perviz AHMEDZADE, Taylan GÜNAY, Baurzhan KULTAYEV,  
Ahmet Burak GÖKTEPE**

Ege Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir

Tel: +90 232 311 5179

e-Posta: perviz.ahmedzade@ege.edu.tr, taylan.gunay@ege.edu.tr, baur\_kult@hotmail.com  
abgoktepe@gmail.com

**Alexander FAINLEIB, Olga GRIGORYEVA, Olga STAROSTENKO,**

Ukrayna Ulusal Bilimler Akademisi, Makromoleküler Kimya Enstitüsü, Kiev

Tel: +380 44 559 5372

e-Posta: fainleib@i.ua, polym@ukrpac.net, o\_starostenko@ukr.net,

## Öz

Çalışmada, iyon ışınıyla işlenmiş geri dönüştürülmüş polipropilen (PP-i) malzemenin bitüm içerisindeki kullanılabilirliği incelenmiştir. Atık polimerlerin ekonomik olmaları sebebiyle kullanım alanlarını yaygınlaşmaktadır. Ancak, atık polimerlerin bitüm içerisinde kullanılmaları durumunda, bağlayıcı ile herhangi bir reaksiyon oluşmamaktadır. Bu nedenle, çalışmada, iyon ışını yöntemiyle, atık polipropilen malzeme işlenmiş ve yüzeylerinde bitümle etkileşime girebilecek serbest radikaller oluşturulmuştur.

İyon ışını işlemi ardından farklı oranlarda PP-i katkısına sahip bağlayıcılar hazırlanmış ve katkı malzemesinin kullanılabilirliği çeşitli fiziksel ve reolojik deneylerle incelenmiştir. Buna göre, PP-i katkı oranının artmasıyla birlikte bağlayıcının penetrasyon değeri sürekli azalırken yumuşama noktasının sürekli arttığı tespit edilmiştir. Dönel vizkozite (RV) deneyi yardımıyla, PP-i katkısının bitümün kıvamını artırdığı belirlenmiştir. Dinamik kayma reometresiyle (DSR) yapılan farklı frekans deney sonuçlarına göre tekerlek izi parametresinin katkı miktarının artmasıyla birlikte sürekli arttığı, faz açısı değerlerinin ise genel olarak azaldığı görülmüştür. Deneysel çalışmalardan elde edilen bu sonuçlarla bağlayıcının PP-i katkısıyla birlikte sertleştiği (fiziksel) ve PP-i katkısının yüksek sıcaklıklarda meydana gelen kalıcı deformasyonu azaltabileceği ortaya konmuştur.

**Anahtar sözcükler:** bitüm, iyon ışını, modifikasyon, geri dönüştürülmüş polipropilen

## Giriş

Bitüm, sıcaklık ve yükleme süresine bağlı olarak farklı deformasyon davranışları gösteren viskoelastik (orta sıcaklık koşullarında) yapıda bir malzemedir. Viskoelastisite, yük altında meydana gelen deformasyonun, yükün kalkmasıyla birlikte bir kısmının geri döneceğini (elastik) ve diğer kısmının ise kalıcı (viskoz) olacağını ifade etmektedir. Sıcaklık artışıyla birlikte, bitüm viskoz sıvı davranış göstermeye başlar, meydana gelen deformasyonun elastik bileşeni azalır ve bu şekilde kalıcı deformasyon oluşur. Dolayısıyla, bitümün bağlayıcı

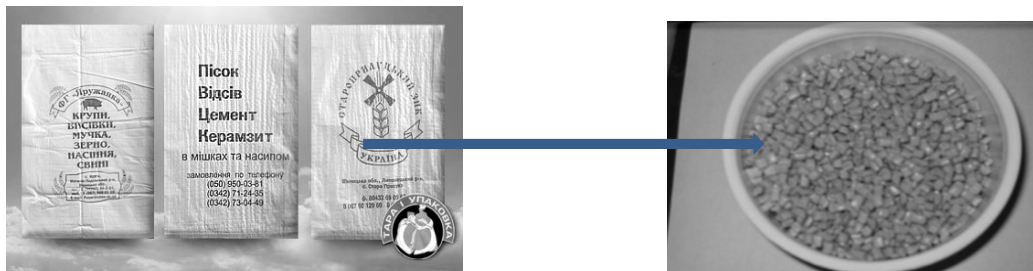
olarak kullanıldığı esnek üstyapılarda, yüksek sıcaklık koşulları altında (yük etkisiyle birlikte) tekerlek izi gibi deformasyonlar meydana gelmektedir (Read ve Whiteoak, 2003). Esnek üstyapı kaplamalarında meydana gelen kalıcı deformasyonların azaltılması amacıyla başta polimerler olmak üzere çeşitli katkı malzemeleri kullanılmaktadır. (Isacson ve Lu, 1999; Airey, 2002). Stiren butadien stiren (SBS), etilen vinil asetat (EVA), Polipropilen (PP) vb. Ancak, son yıllarda, polimer ve diğer katkı malzemelerinin bitüm içerisinde sağladıkları performansların atık, geri dönüştürülmüş plastikler gibi daha ekonomik malzemelerle sağlanmasına ilişkin çalışmalar giderek artmaktadır. (Garcia-Morales ve diğ., 2004; Polacco ve diğ., 2005; Habib ve diğ., 2011; Ouyang ve diğ., 2012). Buna karşın, geri dönüştürülmüş polimerler, bitüm içerisinde katkı malzemesi olarak kullanıldıklarında bitüm ile bağlayıcı arasında iyi bir etkileşim sağlanmamaktadır (Gad ve diğ., 2010).

Bu nedenle, çalışmada, bitüm içerisinde katkı malzemesi olarak seçilen geri dönüştürülmüş atık polipropilen, iyon ışını yöntemiyle işlenmiş ve bu sayede polimer yüzeyinde bitümle etkileşime girebilecek serbest radikaller meydana getirilmiştir. İyon ışını işlemi görmüş atık polipropilen (PP-i) katkısı, çalışma kapsamında B 160/200 penetrasyonlu bitüm içerisine farklı oranlarda ilave edilerek PP-i katkılı bitümler elde edilmiştir. Modifiye bitümlerin hazırlanmasının ardından, saf ve PP-i katkılı bitümler üzerinde penetrasyon, yumuşama noktası, duktilite, dönel viskozite ve dinamik kayma reometresi (DSR) deneyleri gerçekleştirilmiş, bu sayede PP-i katkısının bitümlü bağlayıcılar üzerindeki etkileri incelenmiştir.

## DeneySEL Çalışmalar

### Kullanılan Malzemeler

Tüprař A.ř'den temin edilen B160/220 penetrasyona sahip bitüm tüm deney programı için bağlayıcı malzeme olarak seçilmiştir. Çalışmada kullanılan geri dönüştürülmüş atık PP polimeri, Ukrayna'daki Rokšana firmasından alınmıştır. Malzeme, Şekil 1'de gösterildiği üzere çuvalların geri dönüştürülme işleminden elde edilmekte olup, erime sıcaklığı yaklaşık 170°C olarak verilmektedir.



Şekil 1 Geri dönüştürülmüş PP.

### İyon Işıması Yöntemi

İyon ışınması yöntemi, radyasyon kaynağının iletmiş olduğu enerjiyle, bir malzemedeki molekül veya atom yapılarının elektronlarını serbest hale getirmesi işlemidir. Bu işlemde uygun radyasyon miktarının polimerlerin yüzeyine çarptırılmasıyla, polimer malzemelerin ısı duyarlılığı, yaşlanma gibi termomekanik ve gerilme çatlak dayanımı gibi yapısal özelliklerinde iyileşmeler sağlanabilmektedir. Şekil 2'de, çalışma kapsamında, iyon ışınması

yönteminin gerçekleştirildiği 18-24°C arası sıcaklık koşullarına sahip odacığın görüntüsü verilmiştir. Çalışmada, atık PP, standart kaplara konularak otomatik kontrol sistemi altında,  $3 \times 10^7 - 8 \times 10^7 / \text{cm}^3$  yoğunluğunda 10 saat süreyle iyon ışınlamasına tabi tutulmuştur. İyon ışınması yöntemi laboratuvar ortamında gerçekleştirildiğinden, tam olarak katkı malzemesi üzerindeki maliyetini bildirmek gerçekçi olmayacağı için, araştırmada ekonomik bir çalışmaya yer verilmemiştir.



Şekil 2 İyon ışınlama odası.

### Numunelerin Hazırlanması

Granüler halinde temin edilen PP-i katkı, modifikasyon işlemleri için öğütücü makine yardımıyla ufalanmış ve bu ufalanan parçalar 0.6 mm elekten geçirilmiştir. B 160/220 penetrasyonlu sahip bitüm 170 °C'ye ayarlı etüv ile 120 dakika süreyle ısıtıldıktan sonra karıştırıcıya aktarılmıştır. Karıştırıcı 500 dev/dak hızda çalışırken 15 dakika süreyle toz haline getirilen PP-i katkı malzemesi farklı oranlarda (%1, %3, % 5, %7, %9) bitüme ilave edilmiştir. İlave işlemlerinin tamamlanmasının ardından karıştırıcı hızı 1300 dev/dak hıza yükselttilererek 60 dakika daha karıştırma işlemine devam edilmiştir. İyon ışınması yöntemiyle PP-i yüzeylerinde oluşturulan serbest radikallerin, iyonların ve fonksiyonel grupların bitüm ile kimyasal reaksiyona girmesini ve kuvvetli bağların oluşmasını sağlamak amacıyla karıştırıcıdan alınan modifiye bitüm 60 dakika süreyle 170°C sıcaklıktaki etüvde bekletilmiştir. Bu işlemin ardından, cam beherlere aktarılan bitüm üzeri alüminyum folyo ile kaplanmış ve çeşitli deneylerde kullanılmak üzere bu şekilde muhafaza edilmiştir. Deney programında kullanılan saf ve çeşitli katkı oranlarına sahip bitümler aşağıdaki gibi kodlandırılmıştır;

- Saf bitüm – “B”;
- Saf bitüm + 1% PP-i – “B-1-PP-i”;
- Saf bitüm + 3% PP-i – “B-3-PP-i”;
- Saf bitüm + 5% PP-i – “B-5-PP-i”;
- Saf bitüm + 7% PP-i – “B-7-PP-i”;
- Saf bitüm + 9% PP-i – “B-9-PP-i”;

### DeneySEL Program

#### *Geleneksel Test Yöntemleri*

Saf ve modifiye bitümler üzerinde geleneksel test yöntemleri olarak da adlandırılan yumuşama noktası, penetrasyon ve düktilite deneyleri gerçekleştirilmiş ve bu sayede bağlayıcıların fiziksel özellikleri hakkında çeşitli bilgiler elde edilmiştir. Penetrasyon ve yumuşama noktası değerleri kullanılarak her bir bağlayıcıya ait penetrasyon indeksi (PI) değerleri hesaplanmıştır. PI bağlayıcıların sıcaklık hassasiyetini gösteren bir parametredir. PI değerinin yüksek olması, bitümün sıcaklık değişimlerinden daha az etkilendiği anlamına gelmektedir. PI, Shell Bitumen Handbook'da (Read ve Whiteoak, 2003) tavsiye edilen ve aşağıda verilen formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$PI = \frac{1952 - 500 \times \log(Pen_{25}) - 20 \times SP}{50 \times \log(Pen_{25}) - SP - 120} \quad (1)$$

Burada  $Pen_{25}$ , 25 °C sıcaklıkta yapılan penetrasyon değerini, SP ise yumuşama noktası değerini göstermektedir.

#### *Dönel Viskozite Deneyi*

Dönel viskozite deneyiyle bağlayıcıların viskozite değerlerinin yanı sıra işlenebilirlik ve pompalanabilirlik gibi özellikleri de belirlenebilmektedir. Çalışmada, 135 ve 165 °C’de iki ayrı viskozite deneyi saf ve PP-i modifiye bitümlere uygulanmış, her bir bitümün viskozite değeri tespit edilmiştir. Ayrıca, bağlayıcıların karıştırma ve sıkıştırma sıcaklık aralıkları Excel 2010 programı kullanılarak viskozite değerleri yardımıyla hesaplanmıştır.

#### *Dinamik Kayma Reometresi (DSR) Deneyi*

DSR deneyi, esnek üstyapının ilk dönemlerinde yüksek servis sıcaklıklarında meydana gelen tekerlek izi bozulmalarına karşı bağlayıcının göstereceği direnci saptamaktadır. DSR deneyi ile bitümlü bağlayıcının viskoelastik özellikleri, uygulanan salınım (oscillation) hareketine karşı bağlayıcı davranışının değerlendirilmesi sonucunda belirlenmektedir (Zaniewski ve Pumphrey, 2004).

DSR deneyleri sonucunda elde edilen tekerlek izi parametresi yardımıyla, bitümlü bağlayıcıların yüksek performans sınıflarının (PG) belirlenmesi mümkündür. Araştırmada, Anton Paar SmartPave cihazı ile bağlayıcı olarak kullanılan saf ve PP<sub>R</sub> katkılı bitüm numunelerin farklı sıcaklık ve frekansta reolojik özelliklerine ilişkin kompleks kayma modülü, faz açısı ve tekerlek izi parametreleri belirlenmiştir. Tablo 1’de DSR testlerinde kullanılan parametreler yer almaktadır.

Tablo 1 DSR deney parametreleri.

Yükleme türü	Parametreler	
	Deformasyon kontrollü	
Frekanslar, Hz	1 Hz (6 km/sa), 0.72115 Hz (45 km/sa), 1.9355 Hz (120 km/sa)	
Sıcaklıklar, °C	10, 15, 20, 25	30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75
Plaka çapı, mm	8	25
Plakalar arası mesafe, mm	2	1

## **Deney Sonuçları**

### *Geleneksel Deney sonuçları*

Saf ve PP-i katkılı bağlayıcılara ait fiziksel deney yöntemleri olarak da adlandırılan geleneksel deney sonuçları Tablo 2’de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, katkı miktarının artmasıyla birlikte penetrasyon değerlerinin azaldığı, yumuşama noktası değerlerinin ise arttığı görülmektedir. Penetrasyon ve yumuşama noktası değerlerindeki bu değişim, bağlayıcıların PP-i katkısıyla sertleştiğini ifade etmektedir. Ayrıca, PP-i polimerinin meydana getirdiği sertleşme etkisi, katkı oranının artmasıyla birlikte daha da belirgin hale gelmektedir. Buna göre, Saf bitümün 195.5 dmm olan penetrasyon değeri %5 PP-i ilavesiyle 82.2 dmm

değerine, %9 PP-i ilavesiyle ise 77.0 dmm değerine düşmektedir. Bağlayıcılara ait penetrasyon indeksinin (PI), genel olarak katkı oranının artmasıyla birlikte arttığı tespit edilmiştir. Buna göre, %7-9 PP-i katkılı bağlayıcıların PI'lerinin 2,00 civarında olduğu görülmektedir. PI değerlerinde meydana gelen bu artış, bitümün ısıya karşı olan duyarlılığının azaldığını, modifiye bitümün saf bitüme oranla daha geniş bir sıcaklık aralığında kullanılabilirliğini ortaya koymaktadır. Bitümün kopmadan uzama yeteneğini ifade eden duktilite değerlerinin ise katkı miktarının artmasıyla birlikte azaldığı belirlenmiştir.

Tablo 2 Saf ve PP-i katkılı bitümlerin fiziksel deney sonuçları.

Özellikler	Bağlayıcılar					
	B	B-1-PP-i	B-3-PP-i	B-5-PP-i	B-7-PP-i	B-9-PP-i
Penetrasyon (25 °C; 0.1mm)	195.5	187.4	92.5	82.2	80.9	77.0
Yumuşama Noktası (°C)	38.7	40.1	41.7	48.9	50.1	58.9
Duktilite (25 °C; cm)	-0.73	0.37	0.11	0.09	2.12	2.00
Penetrasyon indeksi ( PI )	103	97	87	86	82	79

#### *Dönel Viskozite Deney Sonuçları*

Saf ve PP-i katkılı bağlayıcılara ait dönel viskozite değerleri ve bu değerlerle hesaplanan modifikasyon indeksi ( $\eta$ ), karıştırma ve sıkıştırma sıcaklıkları Tablo 3'de bir arada verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, PP-i ilavesiyle bitümün viskozite değerlerinin arttığı görülmektedir. Buna göre %9 PP-i katkı ilavesiyle, 135 °C'de 202.5 cP olan saf bitümün viskozite değeri 800 cP'a, 165°C'de ise 65.5 cP'dan 132.5 cP'a yükseltmiştir. Viskozite değerlerinde meydana gelen artış viskozite indislerinden de ( $\eta$ ) takip edilebilmektedir. Buna göre, 135 °C'de, B-9-PP-i bağlayıcısının viskozite değeri, saf bitümüne oranla yaklaşık 4 kat büyüktür. Excel 2010 programı yardımıyla hesaplanan, karıştırma ve sıkıştırma sıcaklıklarında da katkı yüzdesinin artmasıyla birlikte artışların meydana geldiği görülmektedir. Buna göre, saf bitümün karıştırma sıcaklığı 135-142 °C, sıkıştırma sıcaklığı 122-128 °C, B-5-PP-i katkılı bitümün karıştırma sıcaklığı 154-159 °C, sıkıştırma sıcaklığı ise 143-148 °C olarak hesaplanmıştır. Tüm bağlayıcılar için hesaplanan karıştırma ve sıkıştırma sıcaklıklarının uygulamalarda kullanılmaya uygun aralıkta olduğu görülmektedir.

Tablo 3 Dönel viskozite deneyi sonuçları.

Bağlayıcı Türü	Dönel Viskozite (cP)		$\eta_{\text{modifiye}} / \eta_{\text{saf}}$		Sıcaklık Aralıkları (°C)	
	135 °C	165 °C	135 °C	165 °C	Karıştırma	Sıkıştırma
B	202.5	65.5	1	1	135-142	122-128
B-1-PP-i	287.5	82.5	1.42	1.26	144-149	131-137
B-3-PP-i	405	97.5	2.00	1.49	152-157	142-147
B-5-PP-i	490	117.5	2.42	1.79	154-159	143-148
B-7-PP-i	397.5	117.5	1.96	1.79	152-158	140-146
B-9-PP-i	800	132.5	3.95	2.23	159-163	151-154

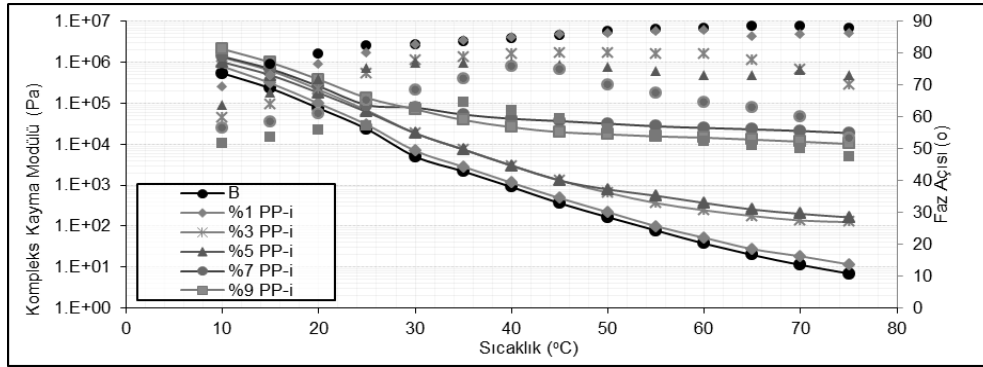
#### *Dinamik Kayma Reometresi Deney Sonuçları*

Şekil 3-5'de Farklı frekanslara ait (sırasıyla 0,1 Hz, 0,72 Hz, 1,94 Hz) DSR deneyleri sonucunda saf ve katkılı bağlayıcıların elde edilen kompleks kayma modülü ve faz açısı değerlerinin sıcaklıkla değişimlerine ilişkin grafikler verilmiştir. Kompleks kayma modülü,

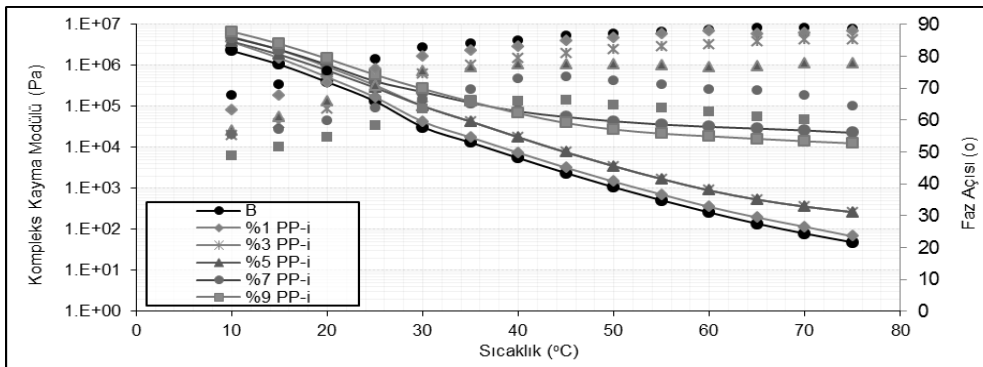
kayma gerilmelerine karşı bağlayıcının direncini ifade etmekte, bu değerin yüksek olması bağlayıcının gerilmelere karşı daha dirençli olduğunu göstermektedir. İlgili grafikler incelendiğinde (Şekil 3-5), düşük, orta ve yüksek trafik hız koşullarını ifade eden her üç frekansta da PP-i katkılı bitümlerin kompleks kayma modülü değerlerinin saf bitümün değerlerine göre çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca, kompleks kayma değerlerinde meydana gelen bu artış, katkı oranının artmasıyla birlikte artmaktadır. Buna göre özellikle yüksek sıcaklık bölgesinde, %3 ve %5 PP-i katkılı bitümlerin kompleks kayma modülü değerlerinin saf ve %1 PP-i katkılı bağlayıcının değerlerine göre oldukça yüksek olduğu, bununla birlikte %7 ve %9 PP-i katkılı bitümlerin ise tüm bağlayıcı türlerinden daha yüksek kompleks kayma dayanımına sahip olduğu görülmektedir.

Faz açısı değeri meydana gelecek deformasyonun elastik ve viskoz bileşenlerini ifade etmekte, buna göre,  $90^\circ$  tam viskoz davranışı,  $0^\circ$  ise tam elastik davranışı göstermektedir. Saf ve PP-i katkılı bağlayıcıların faz açısı değerleri incelendiğinde bazı düzensizliklerle birlikte bu değerin katkı oranının artmasıyla birlikte azaldığı görülmektedir. Bu sonuç, PP-i katkısıyla bağlayıcılarda meydana gelecek deformasyonun bir kısmının geri döneceğini göstermektedir.

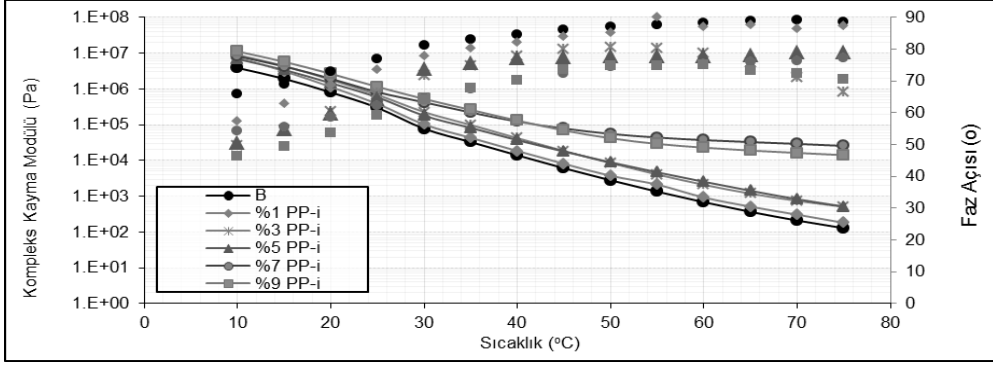
Şekil 6-8’de ise farklı frekanslarda bağlayıcılara ait tekerlek izi parametrelerinin sıcaklık ile değişim grafikleri verilmiştir. Grafiklerde görüldüğü gibi, PP-i katkısının artmasıyla hem kompleks kayma modülünde hem de faz açısında meydana gelen iyileşmeler tekerlek izi parametrelerini de olumlu şekilde etkilemektedir. Dolayısıyla, her üç frekansta da katkı miktarının artmasıyla sürekli olarak tekerlek izi parametrelerinde bir artış meydana gelmektedir. Bu sonuç, PP-i katkısının bitüm içerisinde katkı malzemesi olarak kullanılmasıyla yüksek sıcaklıklarda ve ağır trafik altında meydana gelen tekerlek izi bozulmalarının önüne geçilebileceğini ortaya koymaktadır.



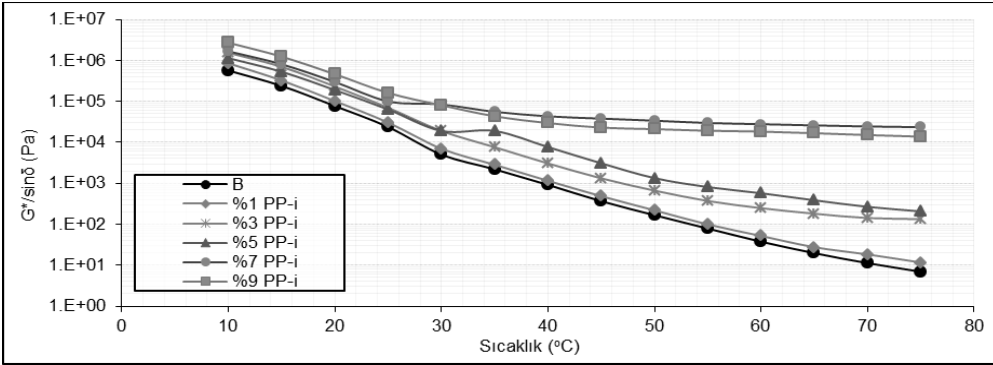
Şekil 3 Saf ve PP-i katkılı bitümlerin  $G^*$  ve  $\delta$  değerleri (0.1Hz).



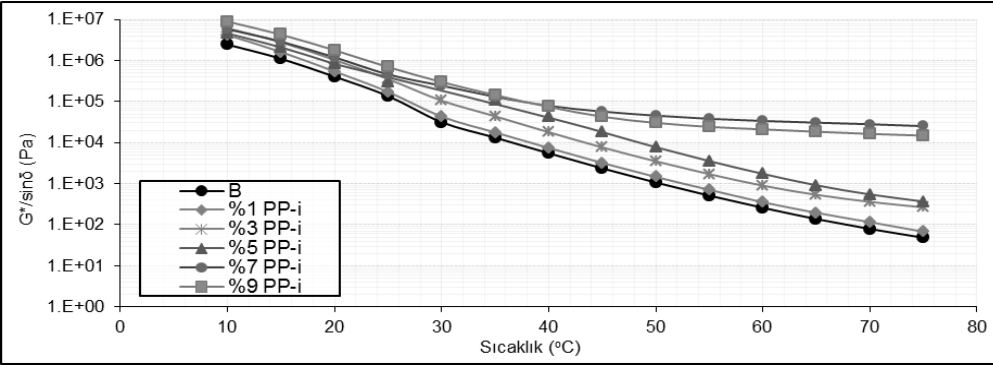
Şekil 4 Saf ve PP-i katkılı bitümlerin  $G^*$  ve  $\delta$  değerleri (0.72Hz).



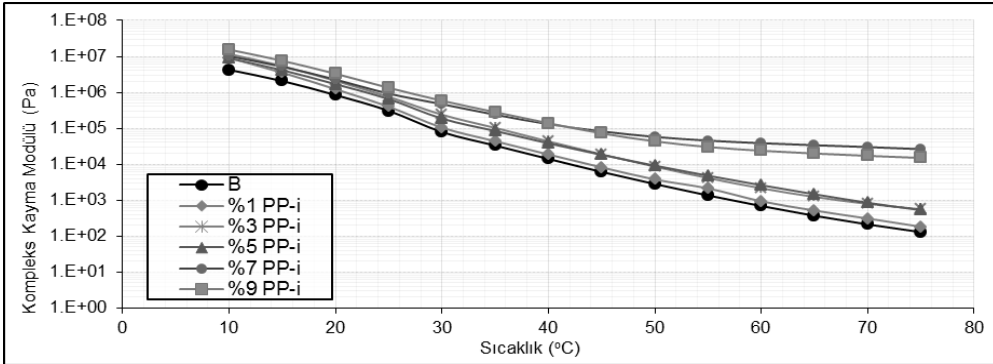
Şekil 5 Saf ve PP-i katkıli bitümlerin  $G^*$  ve  $\delta$  değerleri (1.94 Hz).



Şekil 6 Saf ve PP-i katkıli bitümlerin  $G^*/\sin\delta$  değerleri (0.1Hz).



Şekil 7 Saf ve PP-i katkıli bitümlerin  $G^*/\sin\delta$  değerleri (0.72Hz).



Şekil 8 Saf ve PP-i katkıli bitümlerin  $G^*/\sin\delta$  değerleri (1.94 Hz).

## Sonuçlar

Çalışma kapsamında PP-i polimerinin bitümün fiziksel özellikleri üzerindeki etkileri geleneksel test yöntemleri, RV, DSR incelenmiştir. Geleneksel test yöntemlerine göre katkı miktarının artmasıyla birlikte penetrasyon değerlerinde azalma ve yumuşama noktası değerlerinde ise artma meydana gelmiştir. Bu iki sonuç, bitümün PP-i katkısı ile fiziksel olarak sertleştiğini ortaya koymaktadır. PI değerlerine göre PP-i katkısı bitümlü bağlayıcıların ısı hassasiyetini azaltmaktadır. Buna göre PP-i katkılı bitümlerin uygun kullanım sıcaklıkları genişlemiştir. RV deneyi sonucunda, PP-i katkısının bitümün viskozite değerlerinin önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir. Viskozite değerlerindeki artış, penetrasyon ve yumuşama noktası deneylerinde tespit edilen sertleşme etkisini doğrulamaktadır. Ayrıca, RV deneyleri sonucunda hesaplanan karıştırma ve sıkıştırma sıcaklıklarının tüm bağlayıcılar için 165 °C'yi aşmadığı ve bu değerlerin uygulamalar için uygun bir sıcaklık değeri olduğu belirlenmiştir.

Farklı frekans DSR deney sonuçlarına göre bağlayıcıların PP-i ilavesi ile kompleks kayma modülü değerinin arttığı ve faz açısı değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Kompleks kayma modülündeki artış, bitümün kayma gerilmelerine karşı direncinin arttığını ifade ederken faz açısı değerlerindeki azalma, esnek üstyapıda meydana gelecek kalıcı deformasyonun azalması anlamına gelmektedir. Bu sonuç, aynı zamanda yine DSR deneylerinden elde edilen tekerlek izi parametreleriyle de görülmektedir. PP-i katkı miktarının artmasıyla birlikte DSR parametrelerinde meydana gelen iyileşmeler düşük, orta ve yüksek trafik hızları için benzerdir. Bu sonuç, özellikle ağır trafik yükleri altında meydana gelen tekerlek izi bozulmaları açısından önem arz etmektedir.

## Teşekkür

Bu çalışma, Ege Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü (İzmir, Türkiye) ve Ukrayna Ulusal Bilimler Akademisi (Kiev, Ukrayna) kurumlarının beraber yürütmekte oldukları ve TÜBİTAK tarafından desteklenen 110M400 Nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Yazarlar desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür eder.

## Kaynaklar

Airey, G. D. (2002) Rheological Evaluation Of Ethylene Vinyl Acetate Polymer Modified Bitumens. Construction and Building Materials, 16(8), pp 473-487.

Bahia, H.U. and Anderson, D.A. (1995) Strategic Highway Research Program Binder Rheological Parameters: Background and Comparison with Conventional Properties, Transportation Research Record 1488, TRB, National Research Council, Washington DC, pp. 32-39.

Gad, Y. H., Magida, M. M. and El-Nahas, H. H. (2010) Effect of Ionizing Irradiation on the Thermal Blend of Waste Low Density Polyethylene/Ethylene Vinyl Acetate/Bitumen for Some Industrial Applications. Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 16(6), pp. 1019-1024.

Garcia-Morales, M., Partal, P., Navarro, F. J., Martinez-Boza, F., Mackley, M. R., and Gallegos, C. (2004) The Rheology of Recycled EVA/LDPE Modified Bitumen. Rheologica Acta, 43(5), pp. 482-490.



Habib, N. Z., Kamaruddin, I., Napiah, M., and Isa, M. (2011) Rheological Properties of Polyethylene and Polypropylene Modified Bitumen. International Journal Civil and Environmental Engineering, 3 (2), pp 96-100.

Isacson, U., and Lu, X. H. (1999) Laboratory Investigation of Polymer Modified Bitumens. Journal of the Association of Asphalt Paving Technology, Vol 68, pp. 35-63.

Kennedy T.W., Huber G.A., Harrigan E.T., Cominsky R.J., Hughes C.S., Quintus H.V. and Moulthrop J.S. (1994) Superior Performing Asphalt Pavements (Superpave): The Product of the SHRP Asphalt Research Program, SHRP-A-410, National Research Council, Washington DC, USA.

McGennis, R.B., Shuler, S. and Bahia, H.U. (1994) Background of Superpave Asphalt Binder Test Methods, National Asphalt Training Center Demonstration Project 101, Publication No. FHWA-SA-94-069, Asphalt Institute, Lexington, USA.

Ouyang, C. F., Gao, Q., Shi, Y. T., and Shan, X. Q. (2012). Compatibilizer in Waste Tire Powder and Low-Density Polyethylene Blends and the Blends Modified Asphalt. Journal of Applied Polymer Science, 123(1), pp. 485-492.

Polacco, G., Berlincioni, S., Biondi, D., Stastna, J., and Zanzotto, L. (2005) Asphalt Modification with Different Polyethylene-Based Polymers. European Polymer Journal, 41(12), pp. 2831-2844.

Read, J., and Whiteoak, D., (2003). The Shell Bitumen handbook (5th ed). Thomas Telford, London, UK.

Zaniewski, J.P. and Pumphrey, M.E. (2004) Evaluation of Performance Graded Asphalt Binder Equipment and Testing Protocol, Asphalt Technology Program, West Virginia University, Morgantown, 109p.



# Bitüm Modifikasyonunda Stiren-Etilen-Butilen-Stiren Kullanımının Bitümlü Bağlayıcıların Orta Ve Yüksek Sıcaklık Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi

**M. Ertuğrul ÇELOĞLU**

Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi  
Tel: (424) 2370000-5431  
E-Posta: meceloglu@firat.edu.tr

**Mehmet YILMAZ**

İnşaat Mühendisliği Bölümü ELAZIĞ  
Tel: (424) 2370000-5421  
E-Posta: mehmetyilmaz@firat.edu.tr

**Baha Vural KÖK**

Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi  
Tel: (424) 2370000-5418  
E-Posta: bvural@firat.edu.tr

**Erkut YALÇIN**

İnşaat Mühendisliği Bölümü ELAZIĞ  
Tel: (424) 2370000-5422  
E-Posta: erkutyalcin@firat.edu.tr

## Öz

Karayolu üstyapıları genellikle esnek üstyapı şeklinde yapılmaktadır. Esnek üstyapılar temel olarak agrega ve bitümlü bağlayıcıdan oluşmaktadır. Bitümlü bağlayıcılar, esnek üstyapılarda üstün performans sergileyen bir uygulama türü olan bitümlü sıcak karışımlarda az miktarda kullanılmasına rağmen kaplamanın dolayısıyla üstyapının performansı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bitümlü bağlayıcının özelliklerini iyileştirmek karışımın performansının da artmasını sağlamaktadır. Katkı kullanımı ile bitümlü sıcak karışımların tekerlek izi oluşumuna, düşük ısı çatlaklarına, nem hasarına ve yorulma çatlaklarına karşı dayanımları artırılabilir. Katkı maddeleri doğrudan karışıma eklenebildiği gibi genellikle bitümlü bağlayıcıya ilave edilmektedir. Bitüm modifikasyonunda genellikle polimer türü malzemeler kullanılmaktadır. Elastomer türü bir polimer olan ve bitüm modifikasyonunda en sık kullanılan katkı olan stiren-butadien-stirenin (SBS) bitümlü bağlayıcıların ve dolayısıyla bitümlü sıcak karışımların performansını olumlu yönde etkilediği yapılan çeşitli çalışmalarla belirlenmiştir. Bu çalışmada katkı maddesi olarak farklı bir elastomer polimer olan stiren-etilen-butilen-stiren (SEBS) bitüm modifikasyonunda kullanılmıştır. Dört farklı oranda SEBS kullanılarak modifiye bitümler hazırlanmıştır. Hazırlanan modifiye bitümler üzerinde penetrasyon, yumuşama noktası, dönel viskozimetre ve dinamik kayma reometresi deneyleri uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlardan SEBS içeriği arttıkça penetrasyon değerleri azalırken yumuşama noktası değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Penetrasyon indeksi değerlerinden SEBS içeriği arttıkça bağlayıcıların ısıya karşı hassasiyetlerinin azaldığı belirlenmiştir. Dönel viskozimetre deneyleri sonucunda SEBS kullanımının bağlayıcıların işlenebilirliğini azalttığı, DSR deneyleri sonucunda ise kompleks kayma modüllerini artırırken faz açılarını azalttığı belirlenmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Bitüm, SEBS, Polimer, Modifikasyon.

## Giriş

Yük ve yolcu taşımacılığının yaklaşık %95'inin karayolu ile yapıldığı Ülkemizde, 2014 Karayolları Genel Müdürlüğü verilerine göre 65.623 km karayolu ağı bulunmaktadır (URL-1, 2014). Karayolu ağının %94,9'u (62.291 km) bağlayıcı olarak bitümlü malzemelerin kullanıldığı esnek üstyapı şeklinde tasarlanıp uygulanmıştır. Esnek üstyapılar; alttemel, temel ve kaplama tabakalarından oluşmaktadır. Kaplama tabakalarında bağlayıcı olarak bitüm kullanılması, 1835 yılında Fransa'da Seyssel doğal asfaltları ile başlamıştır (Uluçaylı, M. 1976). Taşıt lastikleri ile temas eden ve üstyapının en pahalı kısmı olan esnek üstyapı kaplama tabakaları; sathi kaplamadan bitümlü sıcak karışıma (BSK) kadar değişik yöntemlerle yapılabilmektedir. Sathi kaplamalar bir veya birden fazla tabaka halinde uygulanabilmekte olup uygun temel üzerine bitümün uygulanması daha sonra da agreganın serilip sıkıştırılması şeklinde yapılmaktadır. Bitümlü sıcak karışım ise en pahalı ve dayanıklı kaplama türüdür. BSK'lar sabit bir tesiste agrega ve bitümün ısıtılması ve karıştırılması, daha sonra uygulama yerine taşınarak belirli bir sıcaklıkta sıkıştırılması şeklinde uygulanmaktadır. Ülkemizde otoyollar, devlet ve il yollarında toplam 16.997 km BSK kaplamalı yol bulunurken, il ve devlet yollarında toplam 45.294 km sathi kaplamalı yol bulunmaktadır (URL-1, 2014).

Son yıllarda sathi kaplamalı yolların standardını yükseltmek amacıyla BSK yapımı ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle karayolu kaplama malzemeleri üzerine yapılan çalışmalar Ülkemiz açısından büyük önem arz etmektedir.

BSK'ları oluşturan iki ana unsur agrega ve bitümlü malzemelerdir. Bitümlü bağlayıcıların karışımdaki ana görevi BSK'ların kohezyonunu sağlamaktır. Agregalar ise karışımın içsel sürtünme direncini ve stabilitesini sağlamaktadır. Bitümlü bağlayıcılar ayrıca agrega tanelerini birbirine bağlayarak trafik yükleri altında dağılmasını önlemekte, oluşturdukları düzgün yüzeyler ile sürüş konforunu sağlamakta ve karışımın boşluklarını doldurarak geçirimsizliğini sağlamaktadır. Bitümlü bağlayıcılar, temel olarak hidrokarbonlar ve türevlerini içeren, trikloretilen içerisinde çözülebilen, uçucu olmayan ve ısıtıldığında gittikçe yumuşayan, viskoz bir sıvı veya katı bir madde olarak tanımlanmaktadır (Lav ve Lav, 2004).

Bitümlü bağlayıcılar, reolojik özelliğinden dolayı yüksek taşıt hızlarında ve düşük sıcaklıklarda elastik katı, düşük taşıt hızlarında ve yüksek sıcaklıklarda ise viskoz sıvı özelliği göstermektedir (Airey, 2004). Bitümlü bağlayıcının bu özelliği karışıma da yansıdığından esnek üstyapı tabakaları da benzer davranış sergilemektedir.

Bitümlü sıcak karışımlarda trafik ve çevre koşulları nedeniyle tekerlek izi, nem hasarı, düşük ısı ve yorulma çatlakları oluşmaktadır (Janoo ve Korhonen, 1999). Bitümün ve bitümlü sıcak karışımların ısıya ve trafik yüklerine karşı dayanımını arttırarak üstyapının ömrünü arttırmak amacıyla katkı maddeleri kullanılmaktadır (Roque ve diğ., 2005).

Katkı maddeleri bitümlü bağlayıcıyla karıştırılabildiği gibi doğrudan karışıma da eklenebilmektedir (Jones, 1990). Kullanımı oldukça artan modifiye bitümler ve karışımlar konusundaki çalışmalarda son yıllarda polimerler temel alınarak; polimer olan katkı maddeleri ve polimer olmayan katkı maddeleri şeklinde sınıflandırma da yapılmaktadır. Bitüme eklenen katkı malzemeleri içerisinde en fazla polimer grubu malzemeler kullanılmaktadır (Isacsson ve Lu, 1995).

Yapılan çeşitli çalışmalarda stiren-butadien-stiren (SBS), etilen-vinil-asetat (EVA), stiren-etilen-butilen-stiren (SEBS), etilen-bütül-akrilat (EBA), polietilen (PE) ve polipropilen (PP),

polivinilklorid (PVC) gibi polimerler, bitümlü sıcak karışımlarda denenmiş ve stabilite, nem hasarına karşı dayanım, yorulma dayanımı gibi birçok parametresini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir (Isacsson ve Lu, 1999; Aglan ve diğ., 1993; Yıldırım, 2007; Tayfur ve diğ., 2007).

SEBS, SBS'nin basit hidrojenasyonu ile elde edilmektedir (Ouyang ve diğ., 2006). Fakat SEBS'nin yapısındaki çift bağ SBS'ye göre daha rijit olmasını sağlamaktadır (Polacco ve diğ., 2006). SEBS bitüm modifikasyonunda kullanıldığında SBS'ye göre termal bozulma bakımından daha fazla dayanım sergilediği belirlenmiştir (Lu ve Isacsson, 2000). SEBS ile modifiye edilen bağlayıcıların SBS'ye göre tekerlek izine karşı daha iyi sonuç verdiği buna karşın orta sıcaklıklarda yorulma direnci yönünden SBS'ye göre daha az etkili olduğu görülmüştür (Elseifi ve diğ., 2003).

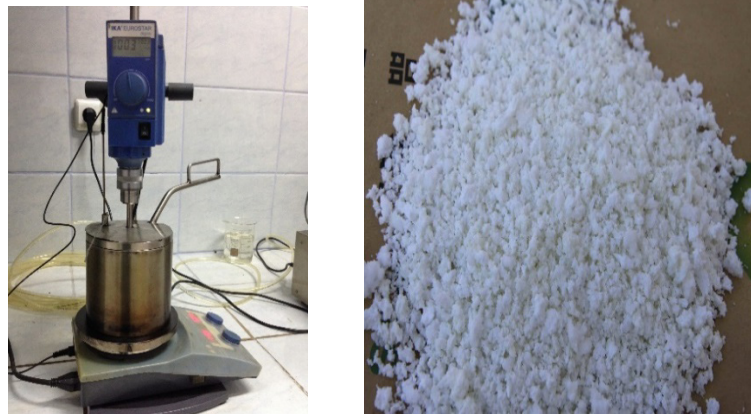
SEBS'nin depolama stabilitesi üzerine yapılan bir çalışmada %4'ten daha fazla oranda katkı malzemesi olarak kullanımının özellikle yüksek sıcaklıkta depolanması durumunda ayrışma görülebileceği sonucuna varılmıştır (Giovanni ve diğ., 2006).

SEBS ile yapılan modifikasyonun orijinal bağlayıcıların düşük ve yüksek sıcaklıklardaki reolojik özelliklerini iyileştirdiği bunun yanısıra bağlayıcıları yaşlanmaya karşı olumlu yönde etkiledikleri tespit edilmiştir (Isacsson ve Lu, 1999).

Bu çalışmada 4 farklı oranda SEBS polimeri kullanılarak modifiye bitümler hazırlanmıştır. Saf ve modifiye bitümler üzerine geleneksel ve Superpave deneyleri uygulanarak SEBS kullanımının bitümlü bağlayıcıların reolojik özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Böylece farklı polimerlerle bu yönde yapılacak çalışmalara zenginlik kazandırılması amaçlanmaktadır.

## Materyal ve Metot

Bu çalışmada TÜPRAŞ rafinerisinden elde edilen B 160/220 sınıfı bitüm ve Shell Bitumen şirketi tarafından üretilen stiren-etilen-butilen-stiren (SEBS) G 1650 polimer katkı maddesi kullanılmıştır. Katkı maddesi saf bitüme %2, %3, %4 ve %5 oranlarında ilave edilmiştir. Modifiye bitümler, 1000 devir/dakika hıza sahip bir karıştırıcı ile 180 °C sıcaklıkta saf bitüm ve katkı malzemesinin 60 dakika süreyle karıştırılması sonucu elde edilmiştir (Şekil 1). Saf ve modifiye bağlayıcılar üzerinde penetrasyon, yumuşama noktası, dönel viskozimetre ve dinamik kayma reometresi (DSR) deneyleri uygulanmıştır.

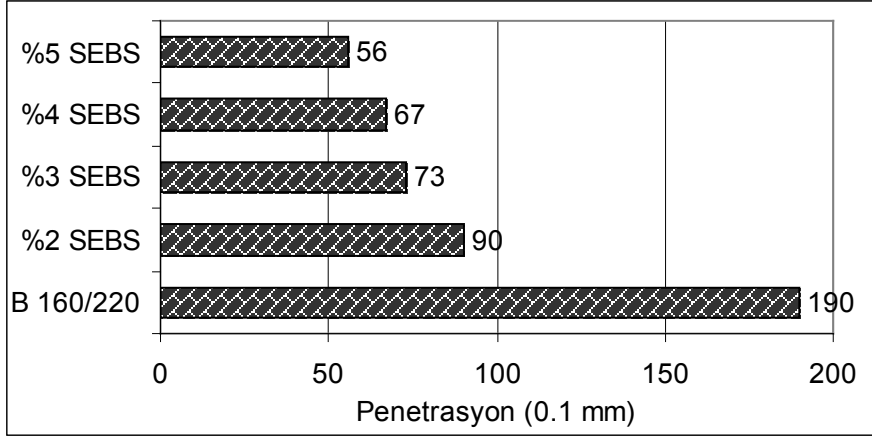


Şekil 1 Modifiye bitüm mikseri ve SEBS'nin görünüşü.

## Deneysel Çalışma

### Penetrasyon Deneyi (EN 1426)

Çalışmada kullanılan saf ve dört farklı oranda hazırlanan modifiye bağlayıcılara ait ortalama penetrasyon değerleri Şekil 2’de grafik şeklinde görülmektedir.

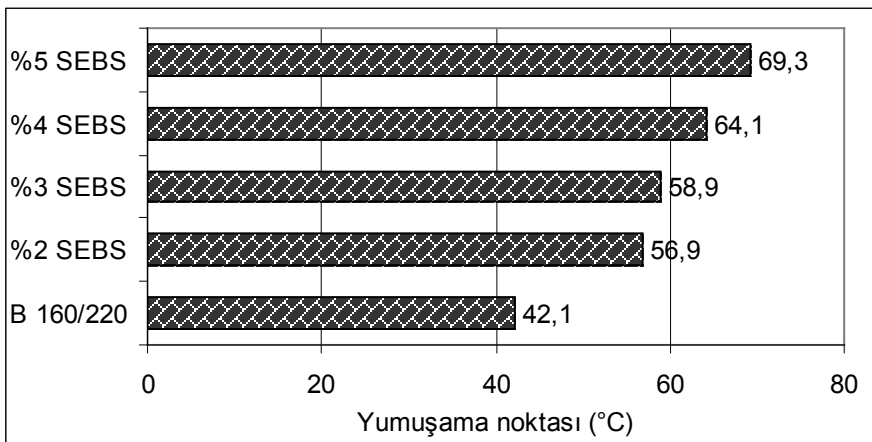


Şekil 2 Saf ve modifiye bağlayıcılara ait ortalama penetrasyon değerleri.

Yukarıdaki şekilde görüldüğü üzere katkı kullanımı ile saf bağlayıcıya göre (190 penetrasyon) penetrasyon değerleri azalmış dolayısıyla bağlayıcıların kıvamı artmıştır. Katkı içeriği arttıkça penetrasyon değerleri düzenli olarak azalmıştır. Bitüm modifikasyonunda bitüm ağırlığınca %2, %3, %4 ve %5 SEBS kullanılması durumunda penetrasyon değerleri saf bağlayıcıya göre sırasıyla %52,63; %61,57; %67,43 ve %70,52 oranlarında azalmıştır. En düşük penetrasyon değerine %5 SEBS içeren modifiye bağlayıcının sahip olduğu belirlenmiştir.

### Yumuşama Noktası Deneyi (EN 1427)

Çalışmada kullanılan saf ve dört farklı oranda hazırlanan modifiye bağlayıcıların ortalama yumuşama noktası değerleri Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 3 Bağlayıcıların yumuşama noktası değerleri.

Şekilde görüldüğü üzere en yüksek yumuşama noktası değerine %5 SEBS içeren modifiye bitümün, en düşük değere ise saf bağlayıcının sahip olduğu belirlenmiştir. Katkı içeriğinin artması ile yumuşama noktası değerlerinin düzenli olarak arttığı belirlenmiştir. Bitüm modifikasyonunda bitüm ağırlığınca %2, %3, %4 ve %5 SEBS kullanılması durumunda yumuşama noktası değerleri saf bağlayıcının yumuşama noktası değerlerine göre sırasıyla %35,15; %39,90; %52,25 ve %64,60 oranlarında artmıştır. Yumuşama noktası deney sonuçlarından bitüm modifikasyonunda SEBS kullanılması ile yumuşama noktası değerlerinin arttığı dolayısıyla bitümlü bağlayıcıların yüksek sıcak dayanımlarının yükseldiği belirlenmiştir.

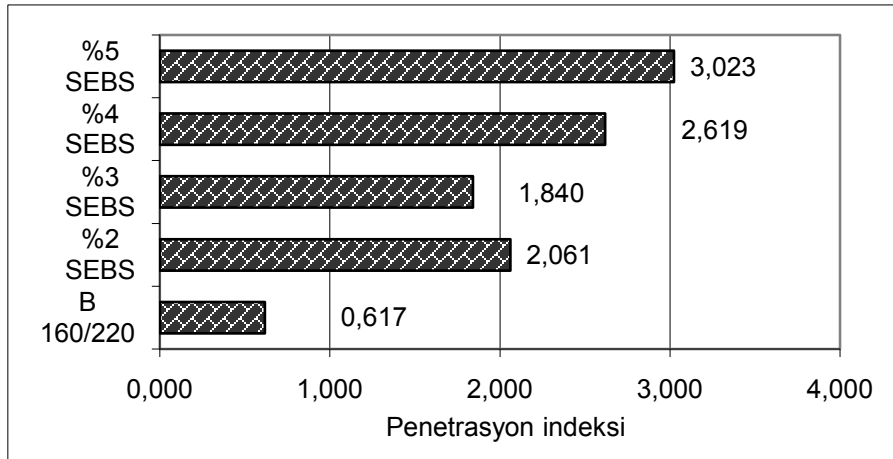
### Bağlayıcıların Isıya Karşı Hassasiyetlerinin Belirlenmesi

Saf ve modifiye bitümlerin ısıya karşı hassasiyetlerini gösteren penetrasyon indeksleri aşağıdaki formüller kullanılarak belirlenmiştir.

$$A = \frac{\log 800 - \log P_{25}}{T_{YN} - 25} \quad (1)$$

$$PI = \frac{20 - 500A}{1 + 50A} \quad (2)$$

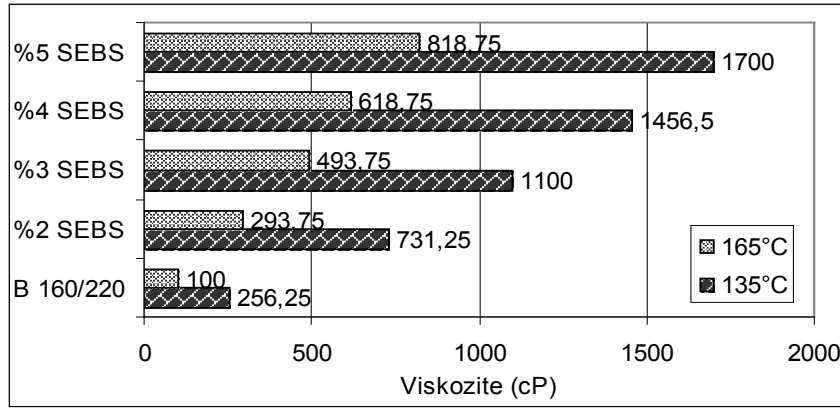
Bağlayıcıların penetrasyon indeksi değerleri Şekil 4'te görülmektedir. Şekilde görüldüğü üzere katkı kullanımı ile genel olarak penetrasyon indeksi değerleri saf bağlayıcıya göre artmıştır. Penetrasyon indekslerindeki bu artış SEBS kullanımının saf bağlayıcının ısıya karşı hassasiyetini azalttığını ifade etmektedir. Bu durum esnek kaplama uygulamalarında farklı iklim şartlarında SEBS'nin katkı malzemesi olarak kullanımının uygun olduğunu göstermektedir.



Şekil 4 Bağlayıcıların penetrasyon indeksi değerleri.

### Dönel Viskozimetre Deneyi (ASTM D4402)

Bağlayıcılara 135°C ve 165°C sıcaklıklarda uygulanan dönel viskozimetre deneylerinden elde edilen sonuçlar Şekil 5'te görülmektedir.



Şekil 5 Bağlayıcıların 135 ve 165°C’deki viskozite değerlerinin SEBS içeriği ile değişimi.

Şekil 5’te görüldüğü üzere katkı içeriğinin artması ile viskozite değerleri düzenli olarak artmıştır. Her iki sıcaklıkta da en yüksek viskozite değerine bitüm ağırlığınca %5 oranında SEBS içeren modifiye bitümün, en düşük viskozite değerine ise saf bağlayıcının sahip olduğu belirlenmiştir. Bitüm ağırlığınca %2, %3, %4 ve %5 oranlarında SEBS içeren modifiye bitümlerin 135°C sıcaklıktaki viskozite değerinin saf bağlayıcıya göre sırasıyla 2,85; 4,29; 5,68 ve 6,63 kat daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bağlayıcıların 165°C sıcaklıktaki viskozite değerleri incelendiğinde ise saf bağlayıcıya göre sırasıyla 2,93; 4,93; 6,18 ve 8,18 kat daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bitüm modifikasyonunda SEBS kullanılmasının bağlayıcıların viskozitesini dolayısıyla bağlayıcıların kıvamını arttırdıkları tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan bütün bağlayıcıların pompalanabilirlik açısından sınır değer olan maksimum 3000 cP değerini aşmadığı belirlenmiştir.

SEBS’nin bitüm modifikasyonunda kullanımının BSK üretiminde karıştırma ve sıkıştırma sıcaklıklarına etkisini belirlemek amacıyla tavsiye edilen sıcaklıklardaki (sıkıştırma için 280±30 cP ve karıştırma için 170±20 cP) değerlerindeki sıcaklık değerleri belirlenmiştir. Elde edilen değerler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1 Saf ve modifiye bitümlerin karıştırma-sıkıştırma sıcaklığı aralıkları

	Denklem	Karıştırma sıcaklığı aralığı (°C)	Sıkıştırma sıcaklığı aralığı (°C)
<b>B 160/220</b>	$y = 17687e^{-0,031x}$	146,2-153,9	130,5-137,4
<b>SEBS</b>	%2 $y = 44306e^{-0,03x}$	181,8-189,6	165,4-172,6
	%3 $y = 40446e^{-0,027x}$	198,5-207,3	180,4-188,4
	%4 $y = 68610e^{-0,029x}$	203,1-211,2	186,2-193,6
	%5 $y = 45529e^{-0,024x}$	228,2-238,1	207,9-216,9

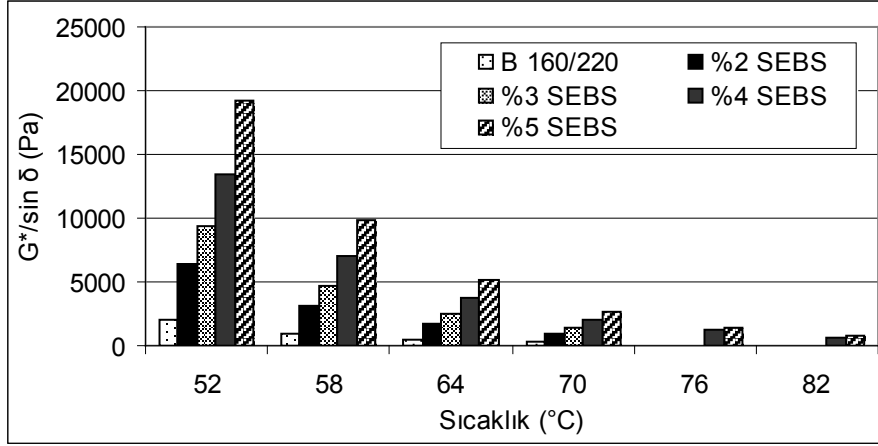
Elde edilen sonuçlardan dört farklı oranda SEBS içeren modifiye bitümlerin agregayla karıştırma esnasında daha fazla sıcaklığa dolayısıyla daha fazla enerjiye ihtiyaç duyacağı tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra %5 SEBS içeren modifiye bitümün diğer oranlardaki bitümlere göre daha fazla enerjiye ihtiyaç duyacağı belirlenmiştir.

### DSR Deneyi ile Bağlayıcıların Yüksek Sıcaklık Performans Seviyelerinin ve Tekerlek İzi Oluşumuna Karşı Dayanımlarının Belirlenmesi

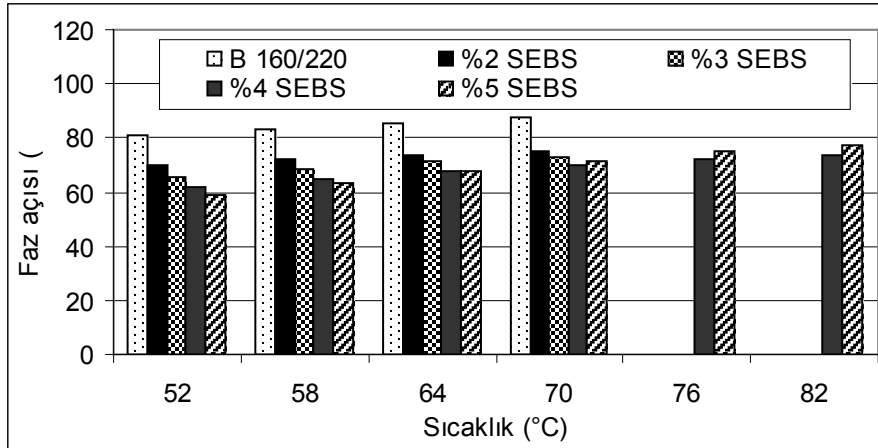
Bitümlü bağlayıcıların orta ve yüksek sıcaklıkta visko-elastik davranışlarını değerlendirmek amacıyla DSR deneyi kullanılmaktadır. DSR deneyi, asfalt çimentosunun kompleks kayma modülü ( $G^*$ ) ve faz açısını ( $\delta$ ) belirleyerek viskoz ve elastik davranışını karakterize



etmektedir.  $G^*$ , tekerrür eden kayma gerilmelerinin oluşturduğu deformasyonlara karşı asfalt çimentosunun gösterdiği toplam direncin göstergesidir. Hem  $G^*$  hem  $\delta$  değerleri asfalt çimentosunun sahip olduğu ısı ve yükleme hızı ile önemli ölçüde değişmektedir (Zaniewski ve Pumprey, 2004; McGennis ve diğ., 1994). Çalışmada hazırlanan modifiye bitüm numuneleri 25 mm çapındaki silikon kaplara doldurulmuş ve ortam sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Daha sonra numuneler DSR deney aletine yerleştirilerek deney sıcaklığını alıncaya kadar beklenmiş ve farklı sıcaklık ve frekanslarda deneye tabi tutulmuştur. DSR deneyi uygulanarak katkı maddelerinin saf bağlayıcının reolojik davranışı üzerindeki etkisi daha geniş bir aralıkta değerlendirilmeye çalışılmıştır. DSR deneyinden elde edilen tekerlek izi parametreleri Şekil 6’da, faz açıları ise Şekil 7’de görülmektedir.



Şekil 6 Bağlayıcıların tekerlek izi parametrelerinin sıcaklık ile değişimi.



Şekil 7 Bağlayıcıların faz açısı değerlerinin sıcaklık ile değişimi.

Şekil 6 incelendiğinde SEBS içeriği arttıkça tekerlek izi parametrelerinin arttığı belirlenmiştir. Saf bağlayıcı 52°C sıcaklıkta Superpave minimum şartı olan 1000 Pa değerini sağlarken %2 SEBS içeren bağlayıcı 64°C sıcaklıkta, %3 SEBS içeren bağlayıcı 70°C sıcaklıkta, %4 ve %5 SEBS içeren bağlayıcılar ise 76°C sıcaklıkta 1000 Pa şartını sağlamıştır. Bu durum işlenebilirlik açısından olumsuz etkiye sahip olmasına rağmen özellikle tekerlek izi dayanımı açısından SEBS’nin büyük etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Şekil 7 incelendiğinde katkı kullanımı ile faz açısı değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Bu değişim bütün sıcaklıklarda benzer şekilde olmuştur. 64°C sıcaklığa kadar sıcaklık arttıkça faz açısı değerlerinin düzenli şekilde azaldığı, 70, 76 ve 82°C sıcaklıkta %4 SEBS içeren

bağlayıcıların faz açısının %5 SEBS içeren bağlayıcının faz açısından daha düşük olduğu belirlenmiştir. Faz açısı ve kompleks modülü değerlerinden SEBS kullanımı ile bağlayıcıların elastikiyetinin arttığı tespit edilmiştir.

## Sonuçlar

Çalışmada katkı maddesi olarak farklı bir elastomer polimer olan stiren-etilen-butilen-stiren (SEBS) bitüm modifikasyonunda kullanılmıştır. Dört farklı oranda SEBS kullanılarak modifiye bitümler hazırlanmıştır. Saf ve modifiye bitümler üzerine geleneksel ve Superpave bağlayıcı deneyleri uygulanarak SEBS'nin bağlayıcıların reolijik özelliklerinin yanı sıra yüksek sıcaklık performanslarına etkisi incelenmiştir.

Penetrasyon deneyleri sonucunda katkı kullanımı ile bağlayıcıların penetrasyon değerlerinin azaldığı, dolayısıyla bağlayıcıların kıvamının arttığı belirlenmiştir. Penetrasyon değerleri üzerinde en etkin katkı içeriğinin %5 SEBS olduğu belirlenmiştir.

Yumuşama noktası deneyleri sonucunda katkı oranlarının artmasının yumuşama noktası değerlerini arttırdığı, katkı içeriği arttıkça yumuşama noktası değerlerinin de sürekli arttığı tespit edilmiştir. Yumuşama noktası değerleri üzerinde de en etkin katkı içeriğinin %5 oranında SEBS olduğu belirlenmiştir.

Bitümlü bağlayıcıların ısıya karşı hassasiyetlerini gösteren penetrasyon indeksi değerlerinden SEBS kullanımı ile bağlayıcıların ısıya karşı hassasiyetlerinin azaldığı belirlenmiştir. Katkı içeriğinin artmasıyla birlikte genel olarak penetrasyon indeksi değerleri saf bağlayıcıya göre artmıştır. Bu durum esnek kaplama uygulamalarında farklı iklim şartlarında SEBS'nin katkı malzemesi olarak kullanımının uygun olduğunu göstermektedir.

Viskozite deney sonuçlarından katkı kullanımı ile viskozite değerlerinin arttığı, katkı içeriği arttıkça viskozite değerlerinin artışın düzenli olduğu belirlenmiştir. Viskozite değerlerinden yola çıkarak agregayla karıştırma ve arazide sıkıştırma sıcaklıkları belirlenmiştir. SEBS kullanımı ile modifiye bitümlerin agregayla karıştırma ve sıkıştırma sıcaklıklarının arttığı belirlenmiştir. Bu durum bu katkının kullanılmasının bitümlü sıcak karışımların hazırlanmasında daha fazla enerji gerekeceğini göstermektedir.

Superpave yöntemine göre bağlayıcıların yüksek sıcaklık performans seviyeleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlardan saf bağlayıcının performans seviyesi yüksek sıcaklık değerinin PG 52-Y olduğu, %2 oranında SEBS içeren modifiye bitümlerin PG 64-Y olduğu, %3 oranında katkı içeren modifiye bitümün PG 70-Y olduğu, %4 ve %5 oranında katkı içeren modifiye bitümlerin performans seviyesi yüksek sıcaklık değerlerinin PG 76-Y olduğu tespit edilmiştir. Faz açısı değerlerinden SEBS kullanımı ile faz açısı değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. 64°C'den daha yüksek sıcaklıklarda faz açısı bakımından %4 SEBS içeren bağlayıcının en iyi sonucu verdiği tespit edilmiştir.

Bütün deney sonuçları dikkate alındığında bitüm modifikasyonunda SEBS kullanımının özellikle yüksek sıcaklık dayanımı açısından olumlu sonuçlara sahip olduğu, bağlayıcı kıvamını arttırdığı tespit edilmiştir. SEBS kullanımının viskozite değerlerini aşırı derecede arttırması, bu katkının en büyük olumsuz yanını oluşturmaktadır. Katkının etkisinin daha detaylı incelenmesi açısından SEBS kullanımının bitümlü sıcak karışımların performansına etkisinin incelenmesi faydalı olacaktır.

## Kaynaklar

- Aglan, H., Othman, A., Figueroa, L. and Rollings, R. (1993) Effect of Styrene-Butadiene-Styrene Block Copolymer on Fatigue Crack Propagation Behavior of Asphalt Concrete Mixtures, Transportation Research Record, 1417, pp. 178-186.
- Airey, G. D. (2004) Styrene Butadiene Styrene Polymer Modification of Road Bitumens, Journal of Material Science, 39, pp. 951-959.
- Elseifi, M. A., Flintsch, G. W., Al-Qadi, I. L. (2003) Quantitative Effect of Elastomeric Modification on Binder Performance at Intermediate and High Temperatures, Journal of Material Civil Engineering, 15(1), pp. 32-40.
- Giovanni, P., Antonio, M., Dario, B. and Simona, S. (2006) Effect of Composition on the Properties of SEBS Modified Asphalts, European Polymer Journal, 42, pp. 1113-1121.
- Isacson, U., Lu, X. (1999) Characterization of Bitumens Modified with SEBS, EVA and EBA polymers, Journal of Materials Science, 34, pp. 3737-3745.
- Isacson, U., Lu, X. (1995) Testing and Appraisal of Polymer Modified Road Bitumens—State of the Art, Materials and Structures, 28, pp. 139-159.
- Janoo, V. C., Korhonen, C. (1999) Performance Testing of Hot-Mix Asphalt Aggregates, US Army Corps of Engineering Project, Number: 99-20.
- Jones, R. (1990) Modifiers for Asphalt Concrete, Air Force Engineering and Service Center Project, No: ESL–TR–88-32, s. 93.
- Karayolları Genel Müdürlüğü Resmi İnternet Sitesi, Yol Ağı Bilgileri, <http://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Kurumsal/YolAgi.aspx>, 12.08.2014.
- Lav, A. ve Lav, H. A. (2004) Shell Bitüm El Kitabı, İSFALT Bilimsel Yayınları, N.3, s.334.
- Lu, X., Isacson, U. (2000) Modification of Road Bitumens with Thermoplastic Polymers, Polymer Test, 20(1), pp. 77-86.
- Ouyang, C., Wang, S., Zhang, Y. and Zhang, Y. (2006) Thermo-Rheological Properties and Storage Stability of SEBS/Kaolinite Clay Compound Modified Asphalts, European Polymer Journal, 42, pp. 446-457.
- Polacco, G., Muscente, A., Biondi, D. And Santini, S. (2006) Effect of Composition on the Properties of SEBS Modified Asphalts, European Polymer Journal, 42, pp. 1113-1121.
- Roque, R., Birgisson, B., Drakos, C. and Sholar, G. (2005) Guidelines for Use of Modified Binders, Florida Department of Transportation, Project Number: 4910-4504-964-12.
- Tayfur, S., Özen, H. and Aksoy, A. (2007) Investigation of Rutting Performance of Asphalt Mixtures Containing Polymer Modifiers, Construction and Building Materials, 21, pp. 328-337.
- Uluçaylı, M. (1976) Türkiye’de Asfalt Betonu Kaplamalar ve Alternatifleri, Karayolları Teknik Bülten, 65(16), pp. 317-442.
- Whiteoak, D. and Read, J. (2003) The Shell Bitumen Handbook, London, Thomas Telford Ltd., 464 p.
- Yıldırım, Y. (2007) Polymer Modified Asphalt Binders, Construction and Building Materials, 21, pp. 66-72.



# Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Trafik Kaza Analizi: Erzurum- Horasan Yolu Örneği

**Muhammed Yasin ÇODUR\***, **Ahmet ATALAY\*\***

\*Erzurum Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği  
Bölümü, Erzurum Tel: (0 442) 666 25 27/ 2136 E-Posta: mycodur@erzurum.edu.tr

\*\* Atatürk Üniversitesi, Narman Meslek Yüksek Okulu, Erzurum, Tel: (0 442) 7412039/5232  
E-Posta: ahatalay@atauni.edu.tr

**Ahmet TORTUM\*\*\***

\*\*\* Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum  
Tel: (0 442) 231 47 93  
E-Posta: atortum@atauni.edu.tr

## Öz

Trafik kazalarının önlenmesi ve kara noktaların iyileştirilmesi konularında şüphesiz Ulaştırma Mühendislerine daha fazla görev düşmektedir. Bu kazaların önlenmesinin faydası tartışılmaz olup analizlerin doğru sonuçlar vermesi, yapılacak iyileştirmeler ve alınacak önlemler trafik kaza tutanaklarının sağlıklı tutulmasına dayanmaktadır. Bunun yanında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), konuma dayalı her türlü bilginin toplanmasını, depolanmasını, verilerin analiz edilmesini hızlı ve sağlıklı bir şekilde yerine getirmesinden dolayı son zamanlar da trafik güvenliği problemlerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışma da Erzurum- Horasan karayolu üzerinde 2005-2012 yıllarında meydana gelen trafik kaza tutanakları incelenmiş ve veriler CBS yardımıyla analiz edilmiştir. Bu çalışma sonucunda CBS'nin trafik güvenliği problemlerine uygulanması ve başarısı çeşitli haritaların elde edilmesi ve yorumlanmasıyla kanıtlanmıştır.

**Anahtar sözcükler:** Trafik Güvenliği, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Trafik Kazaları, Erzurum.

## Giriş

Dünyada ve ülkemizde hızla artan nüfus ulaşım ihtiyacını beraberinde getirmekte olup her geçen gün trafiğe çıkan araç sayısını artırmakta buna bağlı olarak ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarında artışlar görülmektedir. Ülkemizin nüfusu 2013 sonu itibari ile 76 667 864, ülkemizde ki toplam araç sayısı 17 939 447 ve kaza sayısı 1 207 354 olarak kayıtlara geçmiştir.

Dünya Sağlık Örgütüne göre son üç yılda trafik kazalarında çok fazla artış olmamasına rağmen yine de kabul edilebilir sınırların üzerindedir ve yılda 1,24 milyon kişi hayatını kaybetmektedir. Dünya nüfusunun %39' unu oluşturan 59 ülkede yerel yönetimler 50km/saat olan yerel hız sınırını azaltma çalışmalarını uygulamışlardır (WHO, 2013).

\* Sorumlu Yazar: Muhammed Yasin ÇODUR (Yrd.Doç.Dr.)

Trafik kaza analizi çalışmaları ülkemizde hızla yaygınlaşmakta olup trafik kazalarının önlenmesine katkı sağladıkları düşünülmektedir. Trafik kazalarının başlıca sebebi olan insan faktörü içerisinde birçok detayı barındırmaktadır. İnsan faktörüne yönelik konuların detaylandırılması kazaların azaltılmasında şüphesiz önemli yer tutmaktadır. Bunun yanında diğer etkenler olan araç, yol ve çevre unsurlarının da trafik kazalarının meydana gelmesinde payları vardır. Trafik kazalarının doğru ve iyi bir şekilde analiz edilebilmesi için yukarıda bahsedilen kaza sebeplerinin açıklanması ve bilinmesi önemli bir konudur. Ülkemizde ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarından sonra trafik kaza tutanakları tutulmakta ve araştırmacılar çalışmalarında bu tutanakları kullanmaktadırlar. Çalışmaların doğruluğu ve güvenilirliği tutulan trafik kaza tutanaklarının doğruluğu ile tamamen ilişkili olup bu kaza tutanaklarını tutan personelin bu konuda ki eğitim düzeyine bağlıdır.

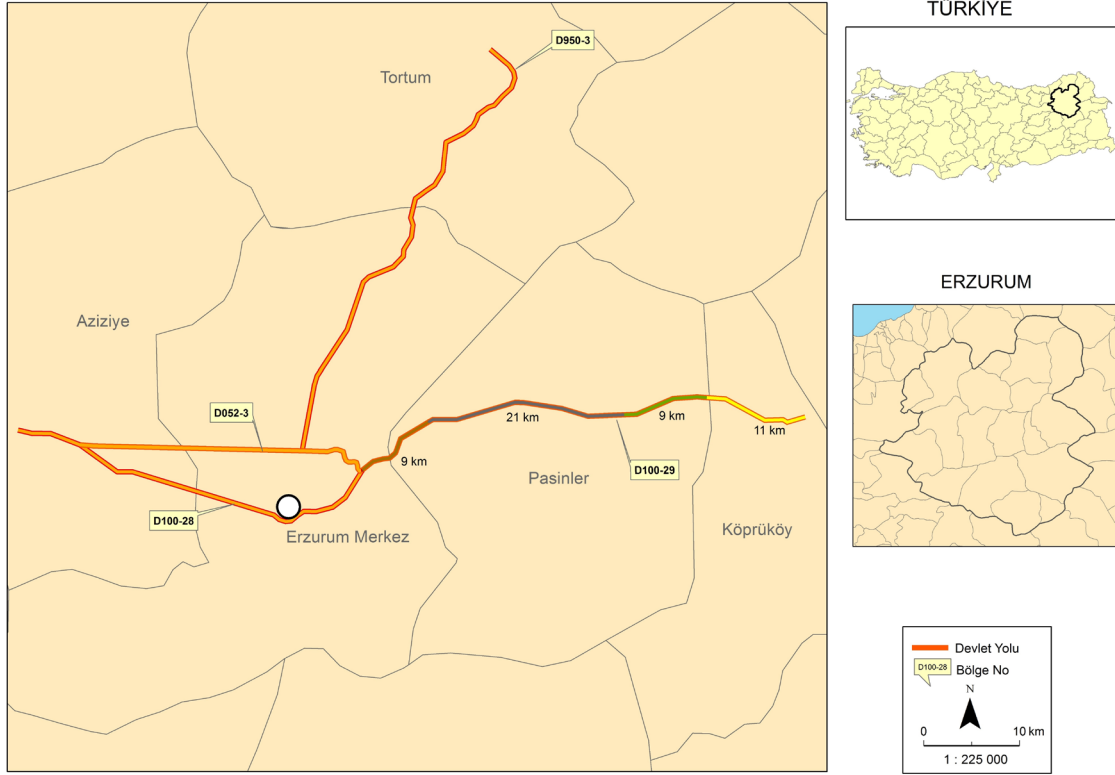
Ülkemizde son zamanlarda trafik kazalarının coğrafi bilgi sistemleri ile analizi üzerine bölgesel olarak yapılan çalışmalar hızla artmakta ve yapılacak olan ülke geneli çalışmalarına ışık tutacağı düşünülmektedir. Akın ve Eryılmaz (2001), Kardeşahin ve Terzi (2003), Güvenal ve diğ. (2005), Saplıoğlu ve Kardeşahin (2006), Yılmaz ve diğ. (2007), Üstündağ ve Duran (2009), Durduran ve diğ. (2011), Nizam ve diğ. (2011), Kabakuş ve diğ. (2012), Kaygısız ve diğ. (2012).

Bu çalışmada Erzurum'u Kars ve Ağrıya bağlayan önemli güzergâhlardan olan Erzurum-Horasana ait yolun analizleri yapılmıştır. Yoldaki tüm kazaların haritaları, mevsimlere göre haritalar, yolun geometrik özelliklerinden olan yatay kurp ve düşey kurplara göre kaza haritaları yapılarak değerlendirilmiştir. Yapılan diğer çalışmalardan farklı olarak yatay kurplar ve düşey kurplarda meydana gelmiş olan kazaların haritaları yapılmıştır.

## **Çalışma Alanı ve Veriler**

Doğu Anadolu Bölgesi'nin en büyük kenti olan Erzurum oldukça eski bir yerleşim yeridir ve nüfusu 2014 yılına göre 763.320'dir. Deniz seviyesinden 1757 metre yüksekte Palandöken Dağı eteklerinde kurulu olan kent son yıllarda kış turizmi açısından büyük önem kazanmıştır. Tarihi yönden çok zengin birçok eseri barındıran ve adeta bir kültür merkezine benzeyen kent günümüzde önemli bir turizm potansiyeli taşımaktadır. 2011 yılında Üniversiteler Arası Olimpik Oyunlara ev sahipliği yapmıştır. Ayrıca 17. Dünya Gençler Snowboard Şampiyonası 2013 yılında ve 2014 yılında Kısa Kulvar Sürat Pateni Dünya Kupası 6. Ayak Yarışları yine Erzurum' da yapılmıştır.

Batıdan gelen ve Erzurum'dan geçerek doğuya giden araçların kullandığı yol olan Erzurum-Horasan yolu yoğunluğu ve küçük-büyük araçların bu yolu kullanması açısından çok önemli bir güzergâhtır. Erzurum Bölge Trafik Denetleme Şube Müdürlüğü alanında bulunan bu güzergâhta 2005-2012 yıllarına ait trafik kaza tutanakları kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla haritalar elde edilmek suretiyle analizler yapılmıştır.



Şekil 1. Erzurum-Horasan bölünmüş karayolu ve homojen olarak ayrılan kesimler.

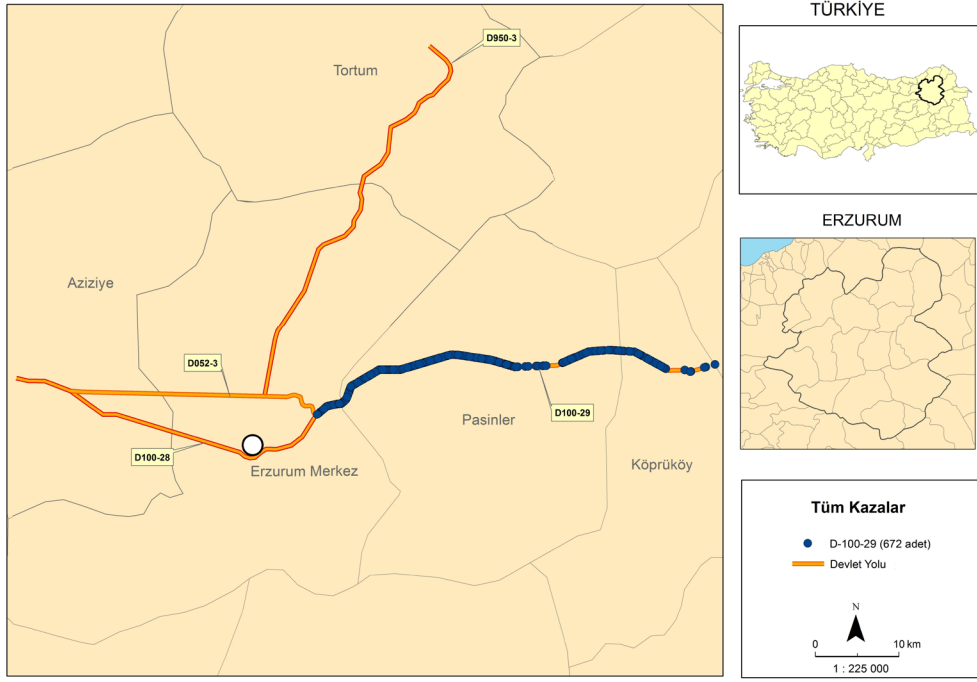
Şekil 1’de görülen D 100-29 numaralı Erzurum-Horasan yolu 4 şeritli bölünmüş devlet yoludur. Bu yol yaklaşık 50 km dir ve öncelikle homojen özellikte 4 bölüme ayrılmıştır. Bu bölümler sırasıyla 9, 21, 9, 11 km’lik kısımlardan oluşmaktadır (Çodur, 2012).

## Yöntem

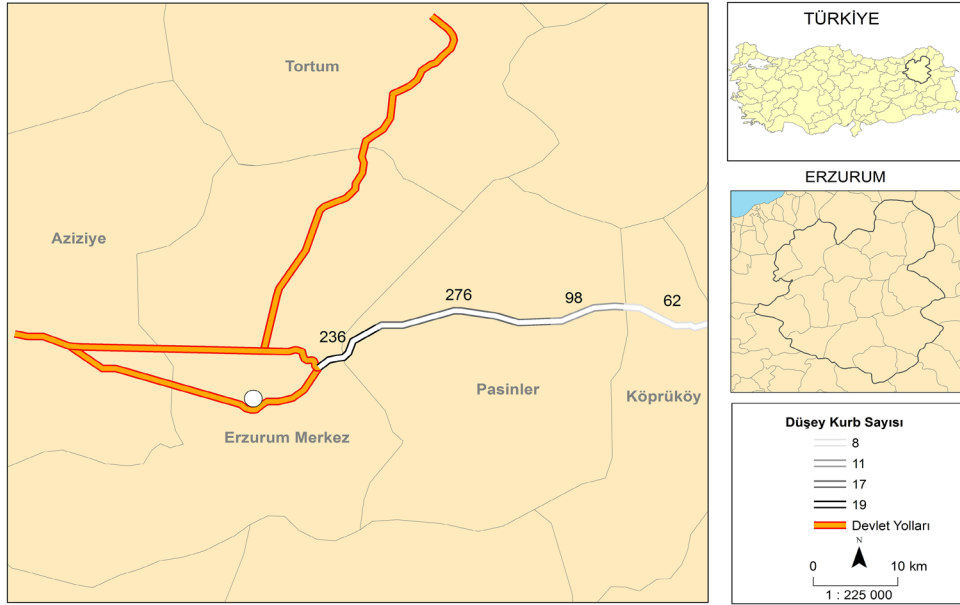
Bu çalışma da Erzurum Bölge Trafik Denetleme Şube Müdürlüğü alanında bulunan D 100-29 yolunun Ocak 2005 ve Aralık 2012 arasında ki yıllara ait trafik kaza tutanakları incelenmiştir. Trafik kaza tutanaklarında yer alan bilgilere ek olarak bu yollarda bulunan yatay ve düşey kurplar tespit edilmiş, bu bölgelerde meydana gelen kazalar incelemeye alınmıştır.

CBS konuma dayalı işlemlerle elde edilen grafik ve grafik-olmayan verilerin toplanması, saklanması, analizi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir (Yomralıoğlu, 2000). CBS’ nin en önemli aşamalarından biri olan veri toplanması bunların girilmesi ve uygun olanlarının seçilmesi bu çalışmada da uzun zaman almıştır. Mekânsal verilerin kullanılacağı çalışmalarda anlamlı ve doğru sonuçların alınabilmesi için hazırlanan veri tabanları özel önem taşımaktadır. Öncelikle trafik kaza tutanaklarında mevcut olan veriler bilgisayar ortamına girilmiş daha sonra MS Access’e aktarılarak aralarında ilişki kurulmuştur. Daha sonra ArcGIS programı kullanılarak haritalar elde edilmiştir.

Bu çalışmada toplanan ve işlenen verilerin analizini yapma CBS’ nin temel işlevlerindedir. Trafik kazalarının önlenmesinde mevsimler ve yolun geometrik özelliklerine bağlı olarak haritaların elde edilmesiyle bu kazaların azaltılmasına yönelik çalışmaların başlatılması planlanmaktadır.



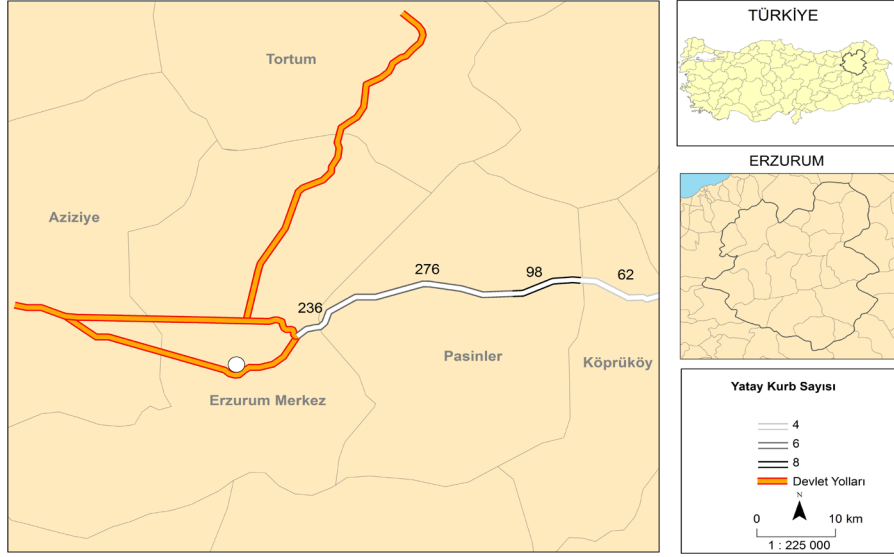
Şekil 2. D100-29 yolunda meydana gelen tüm kazalar.



Şekil 3. D 100-29 yolunda düşey kurplarda meydana gelen kazalar.

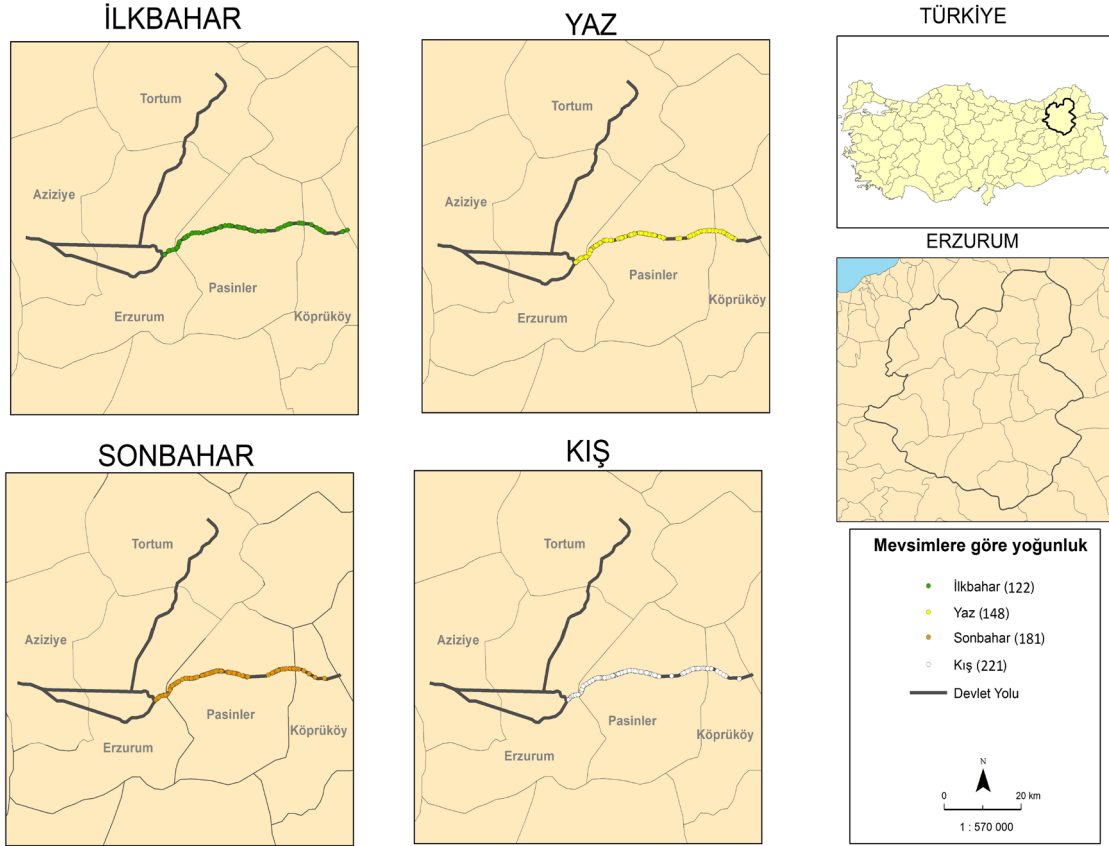
Çalışma bölgesi D 100-29 yolundaki tüm kazalar toplam 672 adettir ve yerleri değişiklik göstermektedir (Şekil 2). Şekil 3’de elde edilen haritada düşey kurplara göre trafik kazaları incelendiğinde ilk 9 km lik kısımda 19 adet düşey kurb mevcut olup 236 kaza, sonra 21 kmlik kısımda 17 adet düşey kurb olup 276 kaza daha sonra 9 kmlik kısımda 11 adet düşey kurb olup 98 kaza ve son olarakta 11 kmlik kısımda 8 adet düşey kurb olup 62 kaza meydana gelmiştir.





Şekil 4. D 100-29 yolunda yatay kurplarda meydana gelen kazalar.

Şekil 4’te elde edilen haritada yatay kurplara göre trafik kazaları incelendiğinde ilk 9 km lik kısımda 6 adet yatay karp mevcut olup 236 kaza, sonra 21 kmlik kısımda 6 adet yatay karp olup 276 kaza daha sonra 9 kmlik kısımda 8 adet yatay karp olup 98 kaza ve son olarakta 11 kmlik kısımda 4 adet yatay karp olup 62 kaza meydana gelmiştir.



Şekil 5. D 100-29 yolunda mevsimlere göre meydana gelen kazalar.

Şekil 5'te mevsimlere göre D 100-29 yolunda meydana gelen kazaların haritası yapılmıştır. Kışların yoğun ve sert geçtiği Erzurum ilinde bu mevsimde 221 adet kaza meydana gelmiş ve diğer mevsimlere göre ilk sırada yer almıştır. Sonbahar mevsimi 181 kaza ile ikinci sırada yer alırken yaz ve ilkbahar mevsimleri de sırasıyla 148 ve 122 kaza sayılarıyla üçüncü ve dördüncü olarak yer almışlardır.

## Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma da dört şeritli bölünmüş devlet yollarından olan D 100-29 numaralı Erzurum-Horasan yolunda meydana gelen kazalar incelenmiştir. Trafik kaza tutanaklarından belirlenen kaza yerlerinin bilgisayar ortamına aktarılması sonucu CBS kullanılarak trafik kazalarının yerleri, yatay ve düşey kurplara göre ve mevsimlere göre dağılımı başarılı bir şekilde analiz edilmiştir.

Aynı yol üzerinde bulunan düşey kurplarda kazaların yatay kurplara göre daha fazla meydana gelmesi dikkat çekmiştir. Düşey kurpların kazaların oluşumunda belirgin bir faktör olarak karşımıza çıkması tesadüf olmayıp son yıllarda yapılan çalışmalarda ön plana çıkmaktadır. Bunun yanında kış mevsiminde meydana gelen kazaların diğer mevsimlere göre daha fazla olması Erzurum ilinin kışlarının yoğun kar yağışlı ve gecelerin buzlu olmasının doğal sonucudur.

Meydana gelen kazaların daha iyi analiz edilmesi ve kara noktaların doğru tespiti trafik kaza tutanaklarının doğru tutulması ve kusurların tamamen doğru bir şekilde verilmesiyle mümkün olabilecektir. Kar yağışlı, buzlu ve tipili havalarda sürücülerin daha dikkatli olması veya yol üzerine sürücüleri uyarma levhalarının sıklaştırılması gerekmektedir. Bunun yanında düşey kurpların yapılmasından özellikle kış ayları soğuk ve kar yağışlı geçen illerde mümkün olduğunca kaçınılması gerekmektedir.

**Teşekkür** Bu çalışmaya verdikleri destekten dolayı Erzurum Bölge Trafik Denetleme Şube Müdürlüğü personeline ve İstanbul Teknik Üniversitesi Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Ahmet Özgür Doğru'ya teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

Akın D., Eryılmaz Y., (2001) Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Trafik Kaza Analizi. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri / Fatih Üniversitesi / 13-14 Kasım, İstanbul.

Çodur M.Y., (2012) Trafik Kaza Tahmin Modelleri: Erzurum İli Çevre Karayolları İçin Uygulamalar, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Erzurum.

Durduran S., S., Sarı F., Erdi A., Cevdet A. (2011) Web Tabanlı CBS Kullanılarak Trafik Kazalarının Analizi: Konya Örneği. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi. 31 Ekim - 04 Kasım, Antalya.

Güvenal B., Çabuk., A., Yavuz. M., (2005) Trafik Kazaları Verilerine Bağlı Olarak CBS Destekli Ulaşım Planlaması: Eskişehir Kenti Örneği. Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası,

Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu 23-25 Kasım 2005, İTÜ – İstanbul.

Kabakuş N., Tortum A., Çodur M. Y., (2012) Erzurum'un İlçelerinde Meydana Gelen Trafik Kazalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Değerlendirilmesi. Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi Cilt:2,Sayı:2,2012,78-92 Ordu.

Karaşahin M., Terzi S., (2003) Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Isparta-Antalya Burdur Karayolunun Kara Nokta Analizi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 2003 9 (3) 305-311.

Kaygısız Ö., Şebnem H., Akın S., Çelik Y., (2012) Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Trafik Kazalarının Zamansal ve Mekânsal Analizi, ISBN: 978-605-359-573-1 EGM Yayın Katalog Numarası: 695.

Nizam T., Erkenekli F., Çodur M.Y., Uluğtekin N., Doğru A. Ö., (2011) Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Trafik Kaza Analizi. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 31 Ekim - 04 Kasım, Antalya.

Saplıoğlu M., Karaşahin M., (2006) Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımı İle Isparta İli Kent içi Trafik Kaza Analizi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 12 (3) 321-332, ISSN: 1300-7009.

Üstündağ Ö., Duran C., (2009) Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Yardımı İle Şehirlerarası Yollarda Trafik Kazalarının Analizi: Elazığ Örneği. ISSN: 1306-3111 E-Journal Of New World Sciences Academy 2009, Volume: 4, Number: 1, Article Number: 4A0001

WHO. (2013) Global Status Report On Road Safety Report.  
([http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/83789/1/WHO\\_NMH\\_VIP\\_13.01\\_eng.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/83789/1/WHO_NMH_VIP_13.01_eng.pdf?ua=1))

Yılmaz İ., Erdoğan S., Baybura T., Güllü M., Uysal M., (2007) Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla Trafik Kazalarının Analizi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 7(2) 135-150, Afyon.

Yomralıoğlu, T., (2000) Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar. 5.Baskı (2009), ISBN 975-97369-0-X, İstanbul.



# Yapay Sinir Ağları ile Trafik Kazalarının Modellemesi: Erzurum İli Örneği

**Hümevra BOLAKAR**

Arş.Gör., Aksaray Üniversitesi,Mühendislik Fakültesi,İnşaat Bölümü,Aksaray  
E-posta : bolakarhumevra@gmail.com

**Ahmet TORTUM**

Doç. Dr., Atatürk Üniversitesi,Mühendislik Fakültesi,İnşaat Bölümü,Erzurum  
E-posta : atortum@atauni.edu.tr

**Nuriye KABAKUŞ**

Arş.Gör., Atatürk Üniversitesi,Mühendislik Fakültesi,İnşaat Bölümü,Erzurum  
E-posta : nsirin@atauni.edu.tr

## Öz

Bu çalışmada, 2012–2013 yılları arasında Erzurum ilinde meydana gelen trafik kazaları Yapay Sinir Ağları (YSA) ile modellenmiştir. Trafik kazalarına etki eden faktörler; ilçe nüfusu, ilçe yüzölçümü, ilçedeki köy sayısı, kişi başına milli gelir, kayıtlı taşıt sayısı, yol geometrisi, yol uzunlukları, yol genişlikleri, trafik kapasitesi, endüstri kuruluşlarının sayısı, kentleşme seviyesi, trafik hacimleri, kazazedenin eğitim seviyesi, kazazede cinsiyeti, kazazede yaşı, yol yüzey durumu, kaza zamanı, mevsim ve kazaya karışan araç tipi olarak belirlenmiştir. YSA modeli ile çok değişkenli regresyon model sonuçları karşılaştırılmıştır. YSA modeli, çok değişkenli regresyon modeline göre trafik kazalarına etki eden faktörler ile trafik kaza sayısı arasındaki doğrusal olmayan davranışı temsil etmede daha başarılı olduğu görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Trafik Kazaları, Yapay Sinir Ağları.

## Giriş

Ülkemizde meydana gelen trafik kazalarının günden güne artmasının nedenlerinin başında, sorunun çözümü için yapılan araştırma ve çalışmalarda hem disiplinler hem de kurumlar arası yaklaşımlarda belirlenmesi gereken strateji ve hedeflerin tam olarak belirlenememesi, problemin çözümünün de bilimsellik ve özellikle mühendislik çalışması gerektirdiğinin anlaşılabilmesi olmalıdır (Özgan 2003).

Türkiye’de son dönemlerde trafik kazalarının ve bu kazalarda meydana gelen ölümlerin büyük bir artış göstermesi, kazaların meydana gelişine etki eden faktörler ve engelleyici tedbirlerin tespit edilmesi açısından pek çok çalışmanın yapılması gerekmektedir. (Şehirli 2000). Trafik kazalarının temel sebeplerini belirlemeden kazaların engellenmesinde çok başarılı olunmamaktadır. Bu sebeple bu problemin kökenine inen, çok yönlü bir çalışma yapmak ve bu toplumsal hastalığın insan, taşıt, yol ve çevre gibi tüm hastalarını detaylı bir şekilde analiz edip sonra da bilimsel bir kanıya varmak gerekmektedir (Bektaş 2002).

Tüm dünya ülkelerinde karayolu trafik kazalarında her yıl yaklaşık 500 000 insan hayatını

kaybetmektedir. Bu yüksek ölüm rakamı dolayısıyla trafik kazaları dünyanın önemli sorunları arasında yer almaktadır. Türkiye de diğer ülkelere kıyasla trafik kazalarında ölen insan sayısı çok fazladır. Bu durumun oluşmasının en önemli unsuru kaza etmenlerinin saptanamamasıdır. Trafik kazaları yer ve zamana göre farklılık göstermektedir. Buna ek olarak insan etmenini göz ardı etmemek gerekir. Yani farklı sosyo ekonomik çevreden gelmek, farklı eğitime sahip olmak, farklı yaş ve cinsiyete sahip olmak gibi etmenler trafik kazalarının farklı nedenlere bağlılığının bir göstergesidir.

Ülkemizde uygulanmış trafik kaza analizlerinde seçilmiş bir yol kısmında oluşmuş kazalar göz önünde bulundurularak günümüze kadar kaza sebepleri araştırılmıştır. Fakat bu tek taraflı incelemenin yetersizliğinden ötürü kayda değer bir çözüm önerisi elde edilememiştir.

Bu çalışmada, trafik kazalarının tahmini için yeni bir model geliştirilmiştir. Yeni model Yapay sinir ağları (YSA) yaklaşımı kullanılarak elde edilen doğrusal olmayan bir modeldir. YSA yaklaşımı, doğrusal olmayan trafik kazalarına sebep olan değişkenler arasındaki karmaşık ilişkilerin anlaşılmasını sağlar. Model için veriler, Erzurum ilinde 2012-2013 yıllarında meydana gelen trafik kazalarından elde edilmiştir. YSA kullanılarak gerçekleştirilen trafik kaza modellerinden elde edilen sonuçlar; klasik model sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

## **Materiyal Ve Yöntem**

### **Yapay Sinir Ağları**

Yapay Sinir Ağları, beynin fizyolojisinden yararlanılarak oluşturulan bilgi işleme modelleridir. Literatürde 100'den fazla yapay sinir ağı modeli vardır. Bazı bilim adamları, beynimizin güçlü düşünme, hatırlama ve problem çözme yeteneklerini bilgisayara aktarmaya çalışmışlardır. Bazı araştırmacılar ise, beynin fonksiyonlarını kısmen yerine getiren birçok modelleri oluşturmaya çalışmışlardır (Anagün 1999). YSA'ların öğrenme özelliği, araştırmacıların dikkatini çeken en önemli özelliklerden birisidir. Çünkü herhangi bir olay hakkında girdi ve çıktılar arasındaki ilişkiyi, doğrusal olsun veya olmasın, elde bulunan mevcut örneklerden öğrenerek daha önce hiç görülmemiş olayları, önceki örneklerden çağrışım yaparak ilgili olaya çözümler üretebilme özelliği YSA'lardaki zeki davranışın da temelini teşkil eder (Burr 1988). YSA'nın hesaplama ve bilgi işleme gücünü, paralel dağılmış yapısından, öğrenebilme ve genelleme yeteneğinden aldığı söylenebilir. Genelleme, eğitim ya da öğrenme sürecinde karşılaşılmayan girişler için de YSA'nın uygun tepkileri üretmesi olarak tanımlanır. Bu üstün özellikleri, YSA'nın karmaşık problemleri çözebilme yeteneğini gösterir. Günümüzde birçok bilim alanında YSA, aşağıdaki özellikleri nedeniyle etkin olmuş ve uygulama yeri bulmuştur (Tortum 2003, Bolakar 2014).

### **Model Girdileri**

Araştırma materyali, Emniyet Genel Müdürlüğü (EGM), Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Karayolları 12. Bölge Müdürlüğü, Erzurum Trafik Tescil ve Denetleme Şube Müdürlüğü'nden elde edilen istatistiklerden oluşturmaktadır çizelge 1'de verilmiştir. Açıklayıcı değişkenlerin muhtemel kombinasyonları için regresyon analizi ve Yapay Sinir Ağları modelleri oluşturulmuştur. Modellerde kullandığımız değişkenler ve tanımlamaları aşağıdaki gibidir. Bu çalışmada 2012 yılı kesit verileri kullanılarak YSA modeli geliştirilmeye çalışılmıştır. YSA modellerinde, bağımsız değişkenler girdi, bağımlı değişkenler ise çıktı olarak isimlendirilir.

Çizelge 1. Regresyon ve YSA Modellerinde Kullanılan Veri Tabanı

	GSMH	KS	YÖ	YU	YKS	DKS	ŞG	BG	KTS	YOGT	Nüfus	KKOY	YYDKY	KZGY	TKS
AŞKALE	72874	63	1529,79	61	86	106	7	2,5	1320	2738	12.597	76	76	80	21
ÇAT	7982	41	1382,79	53	84	75	7	2,0	2076	2587	4.501	63	100	57	7
HINIS	8698	84	1360,3	68	130	100	7	2,5	1096	1052	9.883	83	33	80	5
HORASAN	12273	77	1662,12	98	145	201	7	2,5	1323	2134	18.246	58	88	79	29
ILICA	88552	49	1677,5	90	150	151	7	2,5	10680	4013	41.069	50	67	100	4
İSPIR	18610	87	2012,46	109	428	211	7	1,5	804	390	6.570	60	92	69	12
KARAÇOBAN	3480	19	552,23	45	30	106	6	1,0	656	350	8.894	33	25	100	6
KARAYAZI	5537	71	2593,76	119	156	161	7	2,5	795	343	5.052	17	40	50	4
KÖPRÜKÖY	7589	38	464,99	96	176	204	7	2,5	684	1906	1.710	57	100	92	13
MERKEZ	132712	13	1340,25	120	108	161	7	2,5	34262	4409	343330	60	65	70	526
NARMAN	12458	41	902,68	59	107	83	7	2,5	957	1037	4.818	50	100	67	3
OLTU	43329	65	1394,09	80	149	111	7	2,5	2357	1010	21.109	62	82	69	29
OLUR	18593	40	797,72	81	165	83	7	2,5	847	708	2.193	50	67	100	2
PASINLER	14253	56	1256,6	46	42	74	7	2,5	1235	3695	13.593	45	42	62	39
PAZARYOLU	10256	35	746,82	58	182	133	7	1,5	322	409	1.524	20	100	100	3
ŞENKAYA	20204	68	1536,08	38	59	61	7	2,5	1372	875	2.705	18	100	100	1
TEKMAN	4056	66	2236,95	81	201	82	7	2,5	1828	350	3.505	14	75	86	7
TORTUM	9028	43	1467,36	64	211	145	7	2,5	2135	2073	3.923	42	64	67	10
UZUNDERE	21475	10	416,41	40	167	82	7	2,0	2751	1382	3.139	17	100	100	4

Bu çalışmada kullanılan modeller için girdiler ve çıktılar aşağıdaki gibidir:

**Bağımlı Değişken (Çıktı)** : Toplam Kaza Sayısı (ölümlü+yaralanmalı)

**Bağımsız Değişkenler (Girdiler)** : Kişi başına Düşen GSMH (bin TL), Köy sayısı, Yüzölçümü (km<sup>2</sup>), Nüfus, Toplam yol uzunluğu (km), Şerit genişliği, Banket genişliği, Yatay kurp sayısı, Düşey kurp sayısı, YOGT, Kayıtlı taşıt sayısı, Yol yüzey durumu kuru %, Kaza zamanı gündüz %, Kazaya karışan otomobil %

### Değişkenler arasında korelasyon analizi

Değişkenlerin doğrusal halde korelasyon matrisleri Çizelge 2’de görülmektedir.

**Çizelge 2.** Korelasyon matrisi

	GSMH	KS	YÖ	YU	YKS	DKS	ŞG	BG	KTŞ	YOGT	Nüfus	KKOY	YYDKY	KZGY	TKS
GSMH	1,00														
KS	-0,25	1,00													
YÖ	0,08	0,71	1,00												
YU	0,36	0,26	0,50	1,00											
YKS	-0,12	0,33	0,30	0,50	1,00										
DKS	0,16	0,18	0,21	0,77	0,58	1,00									
ŞG	0,16	0,34	0,32	0,27	0,33	0,08	1,00								
BG	0,26	0,29	0,32	0,25	-0,18	-0,08	0,68	1,00							
KTŞ	0,85	-0,41	0,05	0,44	-0,11	0,20	0,09	0,18	1,00						
YOGT	0,70	-0,25	-0,01	0,12	-0,32	0,11	0,24	0,39	0,63	1,00					
Nüfus	0,80	-0,38	0,03	0,45	-0,12	0,22	0,06	0,15	0,98	0,57	1,00				
KKOY	0,33	0,26	-0,04	0,22	0,01	0,23	0,15	0,22	0,17	0,41	0,20	1,00			
YYDKY	-0,03	-0,08	-0,19	-0,09	0,29	0,07	0,48	0,03	-0,09	-0,06	-0,12	-0,08	1,00		
KZGY	0,02	-0,32	-0,52	-0,32	-0,07	-0,13	-0,28	-0,26	-0,08	-0,18	-0,14	-0,29	0,16	1,00	
TKS	0,75	-0,38	0,01	0,43	-0,12	0,21	0,07	0,15	0,95	0,54	0,99	0,19	-0,10	-0,19	1,00

Çizelge 2’de, bağımlı değişken toplam kaza sayısı ile açıklayıcı değişkenler arasında pozitif ilişkiler (köy sayısı, yatay kurp sayısı, yol yüzey durumu kuru yüzdesi ve kaza zamanı gündüz yüzdesi hariç) bulunmaktadır. Bazı değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları çoklu doğrusal bağlantıya neden olacak kadar büyüktür.

### Modellerin uygulamaları

#### Doğrusal regresyon modelleri

Modellerde çoklu regresyon analizinden yararlanılmıştır. Modellerin tümünde, parametrelerin anlamlılığı t testi, modelin genel anlamlılığı F testi, %1 önem düzeyinde test edildi. Açıklayıcı değişkenlerin trafiği açıklama derecesi R (Korelasyon Katsayısı) ve R<sup>2</sup> (Belirleme Katsayısı) değerleri ile hesaplandı. İstatistiki analizler Statistica ve SPSS paket program yardımıyla ile yapıldı. Doğrusal regresyon analiz sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir.



**Çizelge 3.** Doğrusal çoklu regresyon sonuçları

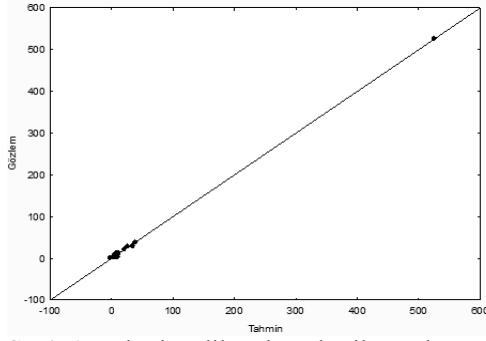
	Beta	Std.Err.	B	Std.Err.	t(4)	p-level
<b>Intercept</b>			20,33343	120,0512	0,16937	0,873724
<b>GSMH</b>	-0,04379	0,034966	-0,00015	0,0001	-1,25245	0,278635
<b>KS</b>	-0,06339	0,050257	-0,3308	0,2622	-1,2614	0,275715
<b>YÖ</b>	0,037681	0,052601	0,0076	0,0106	0,71636	0,513367
<b>YU</b>	-0,02183	0,042879	-0,09977	0,196	-0,50899	0,637553
<b>YKS</b>	0,07601	0,029738	0,10513	0,0411	2,55597	0,062906
<b>DKS</b>	-0,02829	0,036199	-0,0703	0,09	-0,78139	0,478234
<b>ŞG</b>	-0,01218	0,036037	-6,29632	18,6341	-0,33789	0,752433
<b>BG</b>	0,039671	0,028235	10,40201	7,4035	1,40502	0,232716
<b>KTŞ</b>	-0,74874	0,126345	-0,01144	0,0019	-5,92611	0,004063
<b>YOGT</b>	0,08543	0,036337	0,00774	0,0033	2,35106	0,078425
<b>Nüfus</b>	1,713996	0,107393	0,00263	0,0002	15,96008	0,00009
<b>KKOY</b>	-0,02039	0,030869	-0,11568	0,1751	-0,66061	0,544967
<b>YYDKY</b>	0,016919	0,020739	0,08053	0,0987	0,81583	0,460393
<b>KZGY</b>	0,010734	0,028546	0,07632	0,203	0,37602	0,725993

Model incelendiğinde bağımsız değişkenlerin işaretlerinin pozitif olması gerekirken negatif olduğu gözlenmiştir. Modelin kayıtlı taşıt sayısı ve nüfus değişkenleri hariç katsayıları istatistiki test sonuçlarına göre anlamlı değildir. Model'e ait t tablo değeri ( $t_{0,01;17}$ ) olan 2,567, t hesap değerlerinden küçüktür (kayıtlı taşıt sayısı ve nüfus değişkenleri hariç) . Doğrusal çoklu regresyon modelinin varyans analiz tablosu Çizelge 4'de gösterilmiştir.

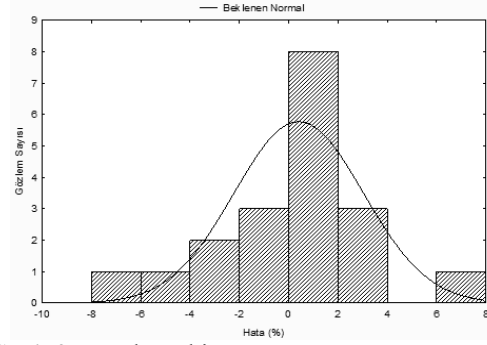
**Çizelge 4.** Doğrusal çoklu regresyona ait varyans analiz tablosu

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	p-değeri
Regresyon	253124,8	14	18080,34	416,312	0,000013
Hata	173,7	4	43,43		
Toplam	253298,5				

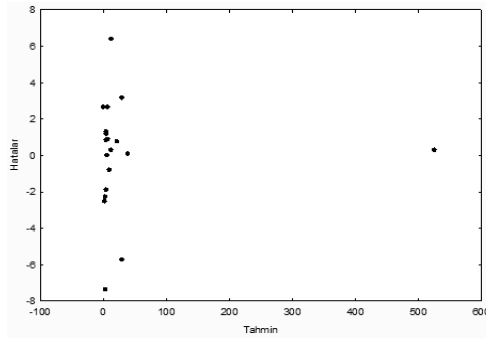
$\alpha=0,01$  önem düzeyi için kritik F değeri (5,04), analiz sonucu elde edilen F değeri (416,312) den küçük olduğundan sıfır hipotezi reddedilmekte ve alternatif hipotez kabul edilmektedir. Bu modelin anlamlı bir model olduğu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca p değerinin 0,01 değerinden küçük olması da modelin anlamlığını ifade etmektedir. Sonuç olarak çoklu doğrusal regresyon modelinin anlamlı bir model olduğu söylenebilir. Modellere ait  $R^2$  (belirleme katsayısı) değerleri yüksek olduğundan, modellerdeki açıklayıcı değişkenlerin bağımlı değişkeni açıklama oranı yeterlidir. Şekil 1-4. incelendiğinde, modelin hatalarının tam normal dağılım gösterdiği, tahmin edilen değerler ile hataların dağılımının 0 (sıfır) çizgisi üzerinde olduğu, hata histogramının sağa ve sola doğru çok açık olmadığı, sıfır hata frekansının yüksek olduğu ve tahmin edilen değerler ile gözlenen değerler arasında iyi bir uyum olduğu görülmektedir.



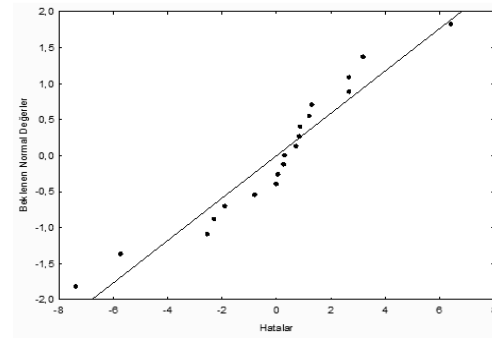
Şekil 1. Tahmin edilen değerler ile gözlenen değerler arasındaki ilişki



Şekil 2. Hataların histogramı



Şekil 3. Tahmin edilen değerler ile hataların dağılımı



Şekil 4. Hataların normal olasılık grafiği

#### 4.3.2. YSA modelleri

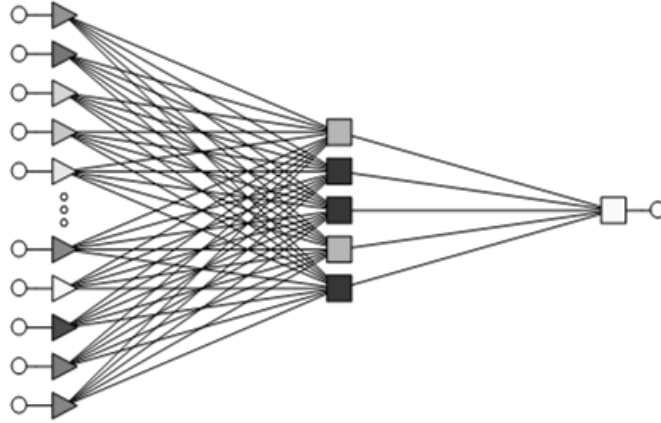
YSA modellerinde, bağımsız değişkenler girdi, bağımlı değişkenler ise çıktı olarak isimlendirilir. YSA modellerinde verilerin yetersizliğine istinaden tek bir gizli tabakaya sahip ağ mimarisi düşünülmüştür. İşlemler STATSTICA 7.0 programı kullanılarak yapılmıştır. Performans kriteri olarak AİC ve RMSE birlikte dikkate alınmıştır.

Değişik mimari, eğitime algoritması, transfer fonksiyonu ve başlangıç ağırlık katsayılarının ataması YSA'nın eğitilmesi sırasında denenmiştir. Böylece, en iyi sonucu veren ağ mimarisi, eğitime algoritması, transfer fonksiyonu belirlenmeye çalışılmıştır. Veri kümesi; eğitime, test ve kontrol kümesi olmak üzere üçe bölünmüştür. Kontrol kümesi, ağın eğitilmesi aşamasında kullanılmaktadır. Eğitime alınan veri kümesinin performansı çok düşük olursa, buna karşılık kontrol kümesinin performansı büyükse bu durumda ağın ezberlemesinden kuşku duyulur. Böyle bir durumda ağın yeniden eğitilmesi gerekir. Eğitime, kontrol, test kümesinin performansı o kümeye ait standart sapma oranıdır (Çelik 2004). Başka bir deyişle, hataların standart sapmasının, gerçek değerlerin standart sapmasına oranıdır ve eğitime aşamasında önemli bir performans kriteridir. En iyi sonucu veren ağ belirlenmiş ve Çizelge 5'te ağa ait bilgiler verilmiştir.

Çizelge 5. En iyi sonuç veren ağların özeti

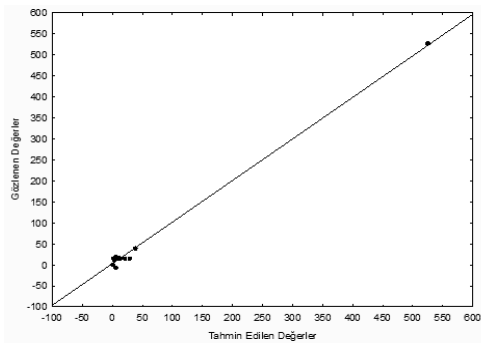
Profile	Train Perf.	Select Perf.	Test Perf.	Train Error	Select Error	Test Error	Inputs	Hidden
MLP 14:14-5-1:1	0,053	0,99766	5,7337	0,01507	0,01859	0,02448	14	5

Ağ eğitilirken, ilk aşamada geriye yayımlı eğitme algoritması, ikinci aşamada ise Levenberg-Marquart algoritması kullanılmıştır. Geriye yayımlı eğitme algoritması kullanılırken öğrenme oranı, ( $\alpha$ )0,005 seçilmiştir. İkinci aşamada, Levenberg -Marquart algoritması uygulanırken 2000 iterasyonla en iyi sonuca ulaşılmıştır. Gizli tabakada hiperbolik tanjant, çıkış tabakasında ise logaritma-sigma transfer fonksiyonu kullanılmıştır. Çıkış tabakasında lineer transfer fonksiyonu kullanılmamasının sebebi, veri aralığı dışında kalan verileri de ağla tahmin etmek içindir. En iyi sonucu veren ağın mimarisi (14x5x1) Şekil 5’de da gösterilmiştir.

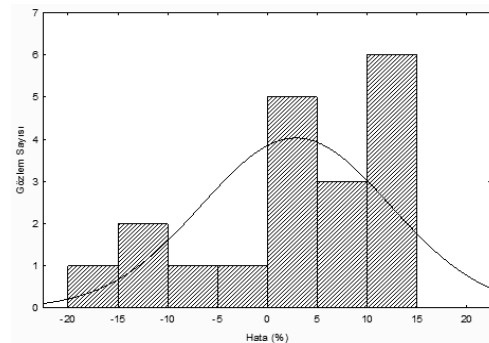


**Şekil 5.** Model 'e ait YSA mimarisi (14x5x1)

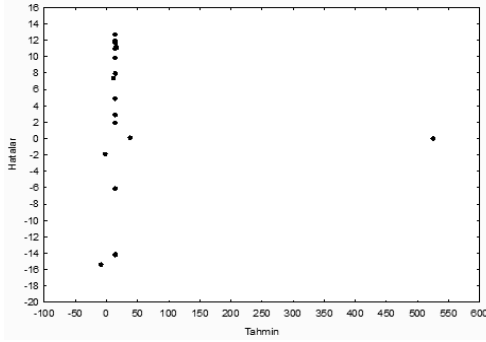
En iyi sonucu veren ağın (14x5x1), tahmin edilen değerler ile gözlenen değerlerin karşılaştırılması Şekil 6.'da, yüzde hataların histogramı Şekil 7.'de, tahmin edilen değerler ile hataların karşılaştırılması Şekil 8.'de ve hataların beklenen normal olasılık grafiği Şekil 9.'da gösterilmiştir. Şekil 6-9 incelendiğinde, hataların normal dağılım gösterdiği, tahmin edilen değerler ile hataların dağılımının 0 (sıfır) çizgisi üzerine yakın bir şekilde olduğu, hata histogramlarının sağa ve sola doğru açık olmasına rağmen sıfır hata frekansının yüksek olduğu ve tahmin edilen değerler ile gözlenen değerler arasında iyi bir uyumun olduğu görülmektedir.



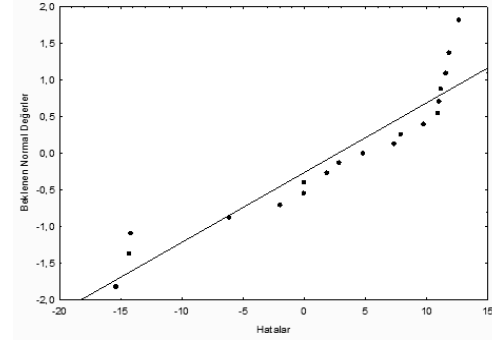
**Şekil 6.** Tahmin edilen değerler ile gözlenen değerler arasındaki ilişki



**Şekil 7.** Hataların histogramı



Şekil 8. Tahmin edilen değerler ile hataların dağılımı



Şekil 9. Hataların normal olasılık grafiği

YSA modelinin (14x5x1) duyarlılık analizi sonucu Çizelge 6'da verilmiştir. Duyarlılık analizi parametrelerin ağdaki etkinliğini araştırır. Bu çizelgeden, en önemli parametrenin kayıtlı taşıt sayısı olduğu, daha sonra sırasıyla; nüfus, gayri safi milli hasıla, köy sayısı, toplam yol uzunluğu olduğu, yüzölçümü, düşey kurp sayısı, yatay kurp sayısı vb. olduğu görülmektedir.

Çizelge 6. (14x5x1) Modelinin duyarlılık analizi sonucu

	GSMH	KS	YÖ	YU	YKS	DKS	ŞG	BG	KTŞ	YOGT	Nfs	KKOY	YYDKY	KZGY
Oran	9,06	8,75	7,26	8,11	3,95	6,73	0,99	2,85	12,22	1,16	12,07	1,05	1,66	1,04
Derece	3	4	6	5	8	7	14	9	1	11	2	12	10	13

Modelin genel denklemi aşağıdaki gibidir.

$$TKS = f_2 \left[ W_2 \right] f_1 \left[ W_1 \right] \begin{bmatrix} GSMH \\ KS \\ YÖ \\ YU \\ YKS \\ DKS \\ ŞG \\ BG \\ KTŞ \\ YOGT \\ N \\ KKOY \\ YYDKY \\ KZGY \end{bmatrix} + [b_1] + [b_2]$$

$W_1$ ,  $W_2$ ,  $b_1$  ve  $b_2$  matrislerinin değerleri ağırlık öğrenme işlemi bittikten sonra alınır. Transfer fonksiyonları da aşağıdaki gibidir. Çizelge 7'deki ağırlık katsayıları ve biaslar, normalleştirilmiş veriler için elde edilen değerlerdir. Trafik kaza sayısını tahmin etmek için, her bir değişkenin çarpım katsayıları ve sabitler kullanılarak normalleştirilmesi gerekmektedir. Daha sonra bu değerlerin denklemde yerine konularak sonucun bulunup, çıkış tabakası için verilen çarpım katsayısı ve sabit değeri kullanılarak ters dönüşüm yapılmalıdır.

$$f_1 = \frac{e^n - e^{-n}}{e^n + e^{-n}}, \quad f_2 = \frac{1}{1 + e^{-n}}$$

**Çizelge 7.** (14x5x1) mimariye sahip ağırlık katsayıları ve biasları

	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1
	<b>b<sub>1</sub></b>					<b>b<sub>2</sub></b>
<b>Bias</b>	-1,59783	0,73685	0,08993	-0,0335	-0,61719	-1,02428
	<b>W<sub>1</sub></b>					
<b>1.1</b>	-0,78363	1,49999	0,80237	0,58144	0,76534	
<b>1.2</b>	-0,41067	0,32907	-1,28882	2,50146	1,45911	
<b>1.3</b>	0,64675	-0,52017	0,98567	-1,17681	-1,10085	
<b>1.4</b>	0,37984	-1,74611	0,19659	1,84229	1,02824	
<b>1.5</b>	-0,20877	0,85718	-1,38426	0,88865	0,53536	
<b>1.6</b>	0,61668	-0,57113	-1,7159	0,08288	-0,4687	
<b>1.7</b>	0,81685	-0,43319	-0,26154	0,18445	-1,28207	
<b>1.8</b>	-0,9968	-0,80315	-0,71822	0,86119	0,57678	
<b>1.9</b>	0,02538	2,30642	-0,34771	0,72994	-1,0217	
<b>1.10</b>	0,03452	1,14362	0,03019	-0,61202	0,73848	
<b>1.11</b>	-0,10677	2,17901	-0,10504	0,01175	0,18633	
<b>1.12</b>	-0,38709	0,37954	-1,86935	1,00844	1,1384	
<b>1.13</b>	-1,81713	-0,57197	0,07995	-0,02541	1,04357	
<b>1.14</b>	-0,70486	-0,65418	0,79725	0,31294	-1,26467	<b>W<sub>2</sub></b>
<b>2.1</b>						-0,46586
<b>2.2</b>						0,93382
<b>2.3</b>						-0,93118
<b>2.4</b>						-1,01161
<b>2.5</b>						-0,47769

### Bilgi Kriterlerine Göre Modellerin Karşılaştırılması

Çalışmada bilgi kriteri olarak Kök Hata Kareler Ortalaması (RMSE: Root Mean Square Error) ve korelasyon katsayısı olmak üzere iki kriter kullanılmıştır. Bunlara ait matematiksel formülasyonlar aşağıda verilmiştir:

$$MSE = 1/N * \sum_{i=1}^n (t_{mi} - t_{gi})^2, \quad RMSE = \sqrt{MSE}$$

Burada; MSE = Hata Kareler Ortalaması,  $t_{mi}$  = i. gözlem değeri,  $t_{gi}$  = i. model değeri

**Çizelge 5.** Modellere ait bilgi kriterleri

<b>Bilgi Kriteri/Modeller</b>	<b>RMSE</b>	<b>R</b>
<b>Regresyon</b>	3,0238	0,9985
<b>YSA</b>	41,6084	0,9969

Çizelge 5’de verilen modellere ait bilgi kriterleri incelendiğinde, regresyon ve YSA modellerinde bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenleri açıklama oranı olan R katsayılarının yüksek olduğu görülmektedir. Modellerin RMSE’lerinin de düşük olması modellerin performansının iyi olduğunun göstergeleridir.

## Sonuçlar

Bu çalışmada trafik kazalarının analizi, Yapay Sinir Ağları (YSA) ve doğrusal regresyon modelleri ile yapılmıştır. Öncelikle, YSA ve regresyon modellerinden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Doğrusal regresyon modellerinin katsayıları istatistiki test sonuçlarına göre anlamlı bulunmamıştır. Bağımsız değişkenlerin işaretlerinin pozitif olması gerekirken negatif olduğu gözlenmiştir. Doğrusal regresyon modelleri trafik kazası ve onu açıklayan değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklayamamıştır. YSA modelinin duyarlılık analizi sonucunda, en önemli parametrenin kayıtlı taşıt sayısı olduğu u, daha sonra sırasıyla; nüfus, gayri safi milli hasıla, köy sayısı, toplam yol uzunluğu olduğu, yüzölçümü, düşey kurp sayısı, yatay kurp sayısı vb. olduğu görülmektedir. YSA modeli, trafik kazası ve onu açıklayan değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklayabilmiştir.

## Kaynaklar

1. **Anagün, A. S.**, 1999. Bilgi Güvelliğinin Sağlanmasında Kullanıcı Özelliklerine Dayalı Bir Yapay Sinirsel Ağ Yaklaşımı. Endüstri Mühendisliği, 10 (4), 3-11.
2. **Anonim, 2012-2013**, Trafik Kaza İstatistikleri, Emniyet Genel Müdürlüğü, Ankara Türkiye (www.egm.gov.tr).
4. **Bektaş, S.**, 2002. Aksaray ili ve çevre karayollarında meydana gelen trafik kazalarının çok yönlü analizi ve kaza tahmin modeli. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
5. **Bolakar, H.**, 2014. Trafik Kazalarının Yapay Sinir Ağları ile Modellemesi: Erzurum ili Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
6. **Burr, D. J.**, 1988. Experiments on Neural Net Recognition of Spoken and Written Text. IEEE Transactions Acoustics, Speech, and Signal Processing, 36 (7), 1162- 1168.
8. **Çelik, S.**, 2004. Zeminlerde Gerilme ve Deformasyon Özelliklerinin Yapay Sinir Ağları İle Modellenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
13. **Özgan, E.**, 2003. Sivas ili çevre devlet karayollarında meydana gelen trafik kazalarının çok yönlü klinik araştırması ve kritiği. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
15. **Şehirli, A.**, 2000. Türkiye’deki trafik kazalarında risk faktörleri ve ölümlerin analizi. Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
16. **Tortum, A.**, 2003. Yapay Sinir Ağları ve Birleştirilmiş Sinirsel Bulanık Sistemler ile Şehirlerarası Yük Taşınması Tür Seçiminin Modellenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

# Takip Mesafesi Algısı, Web Tabanlı Bir Anket Çalışması

**Dr. Leyla ÜNAL, Neşe ÖZDEK**

Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara

Tel: (312) 415 80 67; (312) 415 84 11

E-Posta: lunal@kgm.gov.tr; nozdek@kgm.gov.tr

**Dr. Esra SATICI**

Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara

Tel: (312) 415 84 08

E-Posta: esatici@kgm.gov.tr

## Öz

Ülkemizde 2013 yılında ölümlü yaralanmalı trafik kazalarının %9,28'i arkadan çarpma şeklinde gerçekleşmiştir. Bunun başta gelen nedeni, sürücülerin önlerinde giden taşıtı güvenli bir mesafe bırakmadan takip etmeleri, diğer bir deyişle yakın takiptir. Trafikte seyir halinde olan sürücüler için takip mesafesini korumak trafik güvenliği açısından önemli bir davranış olmakla birlikte algıda yanılsamalar olabileceği gibi bu mesafeyi belirleme konusunda da bilgi eksikliği olabilmektedir. Takip Mesafesini korumak genellikle literatürde yanlış anlaşılan 10 kural kapsamında verilmektedir. Takip mesafesinin bilinerek ihlal edilmesi ise saldırgan davranışlar arasında yer almaktadır.

Takip mesafesinin sürücüler tarafından yanlış anlaşılan ve/veya algılanan, nasıl korunacağı bazı sürücüler tarafından bilinmeyen bir davranış olduğu düşüncesiyle KGM-Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığınca kuruluşun web sayfası üzerinden "Aydın Konusu" anketleri kapsamında ele alınan ilk konu olmuştur. Beklenilenin üzerinde yol kullanıcısı ankete giriş yapmıştır. Anketler en az bir davranış ve bilgi sorusunu içerecek şekilde tasarlanmaktadır. Amaç bir taraftan yol kullanıcılarını bilgilendirirken diğer taraftan bilgi düzeylerini ve sergiledikleri davranışları görmek ve bu çerçevede alanla ilgili iyileştirmeleri sağlama konusunda bilgi ve veri elde etmektir.

Araştırmada amacına uygun olarak nicel (quantitative) veri toplama tekniği ile betimsel araştırma modeli kullanılmıştır. Ankette eşit aralıklı, nominal ve ordinal ölçümler kullanılmıştır. KGM'nin web sayfası üzerinden ankete giriş yapan 6424 kişinin takip mesafesi ile ilgili davranışları ve bilgi düzeyi analiz edilmiş, sürücü profillerine göre kıyaslanmış ve sonuçları paylaşılmıştır. Araştırmanın kapsamında takip mesafesi tutumunun iyi olduğu fakat bilgi yönünden eksiklikler olduğu saptanmıştır. Ayrıca yol yüzeyi işaretlemeleri, taşıtların işaretlenmesi (arka etiket uygulamaları), 2 saniye kuralı gibi takip mesafesi konusunda yol kullanıcılarının yönlendirilmeleri ile ilgili literatür taranarak önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar sözcükler:** Takip Mesafesi, Trafik, Sürücü Davranışı, 2 sn. Kuralı, Yakın Takip

## Giriş

Dünyada 2004 yılında 1.200.000 kişi trafik kazalarında ölmüş 50.000.000 kişi ise yaralanmıştır (Peden ve diğ, 2004). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tahminlerine göre 2020 yılı itibariyle, trafik kazaları Dünya çapında 3.ölüm nedeni olacaktır (Peden ve diğ, 2004). Ülkemizde ise son yıllarda bölünmüş yol çalışmalarının hız kazanarak artması neticesinde ölümler azalsa da yılda 3.500-4.000 kişi yaşamını yitirmektedir (KGM, 2013). Bu rakamlar ise sadece kaza anında ölenleri yansıtmaktadır.

Trafik güvenliği ve insan davranışı söz konusu olduğunda genellikle hızlı araç kullanmak, alkol ve ilaç kullanarak araç kullanmak, yorgun ve uyku halinde araç kullanmak, dikkatsizlik, saldırganlık, emniyet kemeri kullanılmaması, araç kullanırken cep telefonu kullanımı vb. davranışlar üzerinde durulmaktadır (Evans, 1991; Evans, 2004).

Trafik kazalarında önemli ve etkileşim içerisinde olan üç unsur; insan, taşıt ve yoldur. Bununla birlikte kazaların %99'undan sorumlu tutulan diğer bir deyişle kusurlu bulunan insan önemli bir unsur olarak ayrıca incelenmektedir. İnsan faktörü ise sürücü kaynaklı, yaya kaynaklı ve yolcu kaynaklı olmak üzere 3 farklı açıdan ele alınmaktadır. Bu üç farklı insan faktörü içerisinde ise %89 ile en kusurlu olanı sürücülerdir (EGM, 2010). Bu nedenle sürücü davranışlarına ilişkin pek çok araştırma yapılmaktadır.

Sürücü davranışlarına ilişkin yapılan pek çok araştırmanın amacı karayollarında oluşan ölümlü ve yaralanmalı kazaların azaltılmasıdır. “Trafik kazaları sonucu oluşan ölümleri azaltmaktaki geleneksel stratejiler riskli davranışların azaltılması temeline dayandırılmaktadır. Bu stratejiler; eğitim ile farkındalık yaratıp güvenli davranışa yönlendirme, denetim ile riskli davranışların cezalandırılması ve yol ve taşıt tasarımıyla sürücülerin riskli davranışlardan korunmasıdır” (Ünal ve Ünal, 2011). “Takip Mesafesi”nin korunması da bu davranışlar arasındadır.

Bu çalışma kapsamında; başta takip mesafesini belirlemeye yönelik bilgilendirme, çeşitli ülkelerde farkındalığı ve bilgi düzeyini artırmaya yönelik yapılmış araştırma ve uygulamalar ve buna ilişkin literatür özeti verilmiş, ülkemizdeki mevcut durumu saptamaya yönelik yapılan araştırmaya ilişkin yöntem bilgisinden bahsedilmiş, gerçekleştirilen anket kapsamında ortaya çıkan bulgular özetlenerek son bölümde çarpıcı sonuçlar vurgulanmış ve bu araştırmanın sonuçları doğrultusunda önerilerde bulunulmuştur.

## Genel Bilgiler

Ülkemizde 13/10/1983 tarihli ve 2918 sayılı kanunun “Hız Kuralları” ile ilgili başlığının 52.maddesinde araçların diğer aracı izlerken önlerinde güvenli bir mesafe bırakmak zorunda oldukları belirtilmektedir. Ayrıca ilgili maddenin d fıkrasında “Kol ve grup halinde araç kullananlar, araçları arasında yönetmelikte belirtilen esaslara uygun olarak diğer araçların güvenle girebilecekleri açıklıklar bulundurmaları zorundadırlar” denilmektedir (<http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2918.doc>). Bu maddeye uymayan sürücüler ise 2014 yılı trafik cezalarına göre 80 TL trafik cezası ile cezalandırılırlar ([http://www.trafik.org.tr/pdf/2014\\_YILI\\_trafikParaCezaRehberi.pdf](http://www.trafik.org.tr/pdf/2014_YILI_trafikParaCezaRehberi.pdf)). “Takip Mesafesi” karayolunda aynı şeritte birbiri ardına hareket halinde olan iki araç arasındaki mesafe olarak tanımlanmaktadır (<http://www.trafikkurallari.com/takip-mesafesi.php>). “Güvenli Takip



Mesafesi” ise araçların önlerinde seyreden araçla arasındaki mesafenin, herhangi bir nedenle bu aracın durması durumunda ona çarpmadan güvenle durabileceği mesafedir.

Arkadan çarpmalı kazaların büyük bir kısmının nedeni 2918 sayılı trafik kanununun c ve d fıkralarına uymamaktan diğer bir deyişle taşıtları takip ederken güvenli bir mesafe bırakmamaktan kaynaklanmaktadır. KGM, 2013 Yılı Trafik Kazaları Özeti'ne göre ölümlü yaralanmalı trafik kazalarının %88,97'si sürücü faktörü nedeniyle gerçekleşmektedir (KGM, 2013). Sürücü kaynaklı ölümlü yaralanmalı kazaların ise %6,61'inin nedeni arkadan çarpmadır (KGM, 2013). ABD'de ise ölümlü kazaların %5'i arkadan çarpmadır (Evans, 2004). 2000 yılında ABD'de gerçekleşen 1,9 Milyon arkadan çarpmalı kaza toplam kazaların %30'udur (Evans, 2004). Buna ilaveten 2006-2008 yılları arasında ABD'de polis kayıtlarına göre yıllık ortalama 5,9 Milyon kazanın %30,4'ü arkadan çarpmadır ([http://drivingassessment.uiowa.edu/sites/default/files/DA2011/Papers/084\\_WangSong.pdf](http://drivingassessment.uiowa.edu/sites/default/files/DA2011/Papers/084_WangSong.pdf)). Bu tip kazaların maddi hasar etkisi ayrıca düşünülmesi gerekli bir husustur. Araçların trafikte seyrederken takip mesafesini yeterli bırakmaları, karşılaşabilecekleri acil durumlarda güvenle durabilmelerini sağlayacaktır. İntikal mesafesi olarak da adlandırılan bu mesafe aslında sürücülerin yaşam ile ölüm arasında bıraktıkları mesafedir.

Güvenli takip mesafesi yol ve hava koşullarına, taşıt tipleri ve seyahat hızlarına göre değişmektedir. Takip mesafesinin korunması literatürde 2 sn. kuralı olarak da yer almaktadır. Diğer bir deyişle sürücüler normal koşullarda önlerinde giden taşıt ile aralarında en az 2 saniyelik sürüş mesafesi kadar mesafe bırakmalıdırlar. Bu süre yağmur gibi kötü hava koşullarında ve kaygan yollarda veya ağır taşıtın sürülmesi durumlarında 4 saniyeye ve buzlu, karlı hava koşullarında ise 10 saniyeye çıkarılmalıdır. Takip mesafesi kuralı bu nedenle 2 sn. kuralı, 4 sn. kuralı ve 10 sn. kuralı olarak literatürde yerini almaktadır Bazı kaynaklarda ise 2 sn. kuralı, 3 sn. kuralı olarak verilmektedir. Bazı uzmanlar bu kuralın kötü hava koşullarını da kapsayacak şekilde 3 sn. kuralı şeklinde olması gerektiğini söylemektedirler. Kuralın böyle uygulanması kuru yol yüzey koşullarında daha güvenli olmakla birlikte kötü hava koşulları için yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle 2 sn. kuralının ideal koşullarda kullanılması koşulların değişmesi durumunda artırılması tavsiye edilmektedir. (<https://www.arrivealive.co.za/Following-Distances-and-Road-Crashes>).

Bu kuralın sürücüler tarafından algılanması ve belirlenmesi hususunda ise yerli ve yabancı kaynaklar ve sürücü kursları benzer ifadeyi kullanmaktadır. Bu ifade ise; “Yol kenarında bir direk, ağaç vb. bir nesne, bir trafik işareti levhası vb. seçiniz, önünüzdeki araç bu nesne ile aynı hizada iken saymaya başlayınız (İngilizce kaynaklarda “one thousand and one, one thousand and two”) “seksen sekiz, seksen dokuz”, işte bu süre yaklaşık 2 saniyeye tekabül eden süredir” şeklinde verilmektedir Eğer bu süre içinde nesneye yaklaşıldı ise güvenli bir takip mesafesi, geçildi ise güvensiz bir takip mesafesi bırakılmıştır.

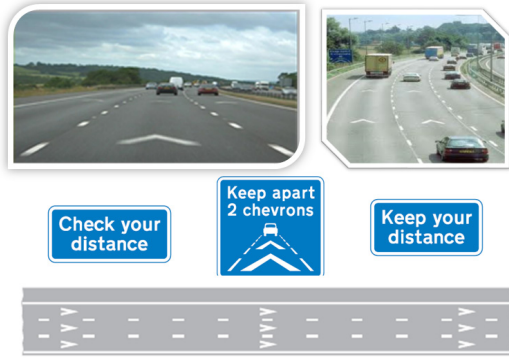
Takip mesafesi yol ve hava koşullarına bağlı olmakla birlikte aracın hızı ve araç cinsine göre de değişmektedir. Bununla birlikte taşıt teknolojisi de sürekli değişmekte ve gelişmektedir. Taşıtların fren kapasiteleri de gelişen teknoloji ile gelişmektedir. Ayrıca Akıllı Ulaşım Sistemleri çerçevesinde geliştirilen akıllı taşıtlar ile önde giden taşıta göre taşıtlar arası iletişim kurularak güvenli takip mesafesi ayarlanıp çarpışma uyarı önleme sistemleri çerçevesinde algılayıcılar vasıtasıyla sürücüler uyarılmakta ve taşıt bu mesafeye göre hızlanıp yavaşlatılabilmektedir (Arem ve diğ., 2006). Ancak bu gibi uygulamalar zaman zaman kullanıcılar tarafından özgürlüklerine ve davranışlarına müdahale şeklinde algılanıp reddedilebilmektedir. Ülkemizde takip mesafesi 2 sn. kuralından çok “Öndeki taşıtı güvenli takip edebilmek için hızınızın yarısı kadar mesafe bırakılmalıdır” şeklinde bilinmektedir.

Bununla birlikte bu mesafenin taşıt tipi, yol yüzeyi, hava koşullar vb. koşullar ile değişmekte olduğu da belirtilmektedir.

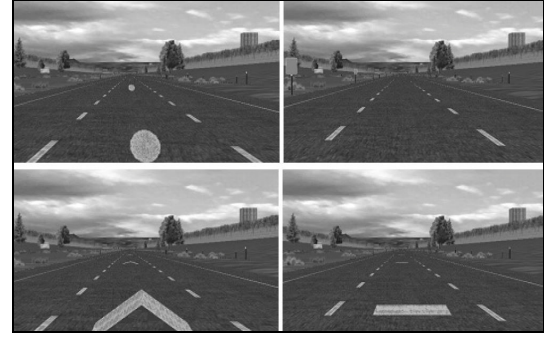
Takip mesafesinin özellikle sürücüler tarafından süre olarak algılanabilmesi ve alıştırılması konusunda ilk uygulamalar İngiltere otoyollarında denenmiş olup yeni bir yol yüzey işaretlemesi olan iç içe aç (chevron) diğer bir deyişle ok işaretlemesi kullanılmaktadır (Şekil 1). Bu işaretleme İngiltere’de arkadan çarpmalı kazaların yaklaşık %56 azalmasını sağlamıştır ([http://drivingassessment.uiowa.edu/sites/default/files/DA2011/Papers/084\\_WangSong.pdf](http://drivingassessment.uiowa.edu/sites/default/files/DA2011/Papers/084_WangSong.pdf), <https://au.news.yahoo.com/thewest/a/24270683/road-markings-to-ease-tailgating/>). Söz konusu işaretleme İngiltere’de bazı otoyollarda yol şeritlerinin ortasına birbirinden 40 m aralıklı okların çizilmesi şeklinde uygulanmıştır. Taşıtların öndeki aracı takip ederken 2 ok bırakmaları istenmiştir. Yatay işaretlemenin haricinde düşey işaretleme olarak sürücüler “Mesafeyi kontrol ediniz”, “İki ok bırakınız”, “Mesafeyi muhafaza ediniz” şeklinde bilgilendirilmektedir ([http://www.direct.gov.uk/prod\\_consum\\_dg/groups/dg\\_digitalassets/@dg/@en/@motor/documents/digitalasset/dg\\_191928.pdf](http://www.direct.gov.uk/prod_consum_dg/groups/dg_digitalassets/@dg/@en/@motor/documents/digitalasset/dg_191928.pdf)). Böylece 70 mph (mil/saat) hızla gidilen bir yolda güvenli takip sağlanmış olmaktadır.

Yakın takibi azaltmak maksadıyla benzer işaretleme yuvarlak şekillerle ABD’de Pensilvanya ve Minnesota eyaletlerinde denenmiş ve 2001 Yılı Ulusal Karayolu Güvenlik ödülünü almıştır. Pensilvanya’da US Route 11 üzerinde denen işaretleme ile yakın takip %60 azaltılmıştır ([http://drivingassessment.uiowa.edu/sites/default/files/DA2011/Papers/084\\_WangSong.pdf](http://drivingassessment.uiowa.edu/sites/default/files/DA2011/Papers/084_WangSong.pdf), Song ve Wong, 2010). Yönlendirici levhalar ve yol yüzeyindeki yansıtıcı yuvarlak işaretler yol kullanıcılarına takip mesafesini algılamalarına ve doğru belirlemelerine yardımcı olmaktadır ([http://drivingassessment.uiowa.edu/sites/default/files/DA2011/Papers/084\\_WangSong.pdf](http://drivingassessment.uiowa.edu/sites/default/files/DA2011/Papers/084_WangSong.pdf), Song ve Wong, 2010). 2006 Yılında benzer mühendislik uygulaması Minnesota’da pilot uygulanmış ve sonuçta arkadan çarpmalı kazalar azaltılmıştır (Song ve Wong, 2010). Bu uygulamanın sonucunda ortalama taşıt aralığı “headway” 2,36 saniyeden 2,62 saniyeye veya 22,89 feet artmıştır (Song ve Wong, 2010). Kısaca yol yüzeyinde yapılan ok (chevron) işaretleme ya da yuvarlak daire işaretleme ve yönlendirici levhaların kullanımının yakın takibi azalttığı görülmüştür ([http://drivingassessment.uiowa.edu/sites/default/files/DA2011/Papers/084\\_WangSong.pdf](http://drivingassessment.uiowa.edu/sites/default/files/DA2011/Papers/084_WangSong.pdf), Song ve Wong, 2010). ABD’de Rhode Island’da yapılan bir araştırmada kullanıcılara uygulanan bir ankette “headway” taşıt aralığı sorulmuş %22,9’u bilmediğini söylemiş, ayrıca takip mesafesini sürekli koruduğunu söyleyenler ankete katılanların %35,7’si ve çoğunlukla koruduğunu söyleyenler ise %54,8’idir. Bu ankette ayrıca takip mesafesi ile ilgili yapılan yol yüzey işaretleme ilişkine ilişkin tercihlerinin şekli sorulmuş %37’3’ü kalın çizgileri, %33,2’si iç içe açığı ve %9,4’ü ise daireyi belirtmiştir (Şekil 2).

Yol kullanıcılarını güvenli takip mesafesine alıştırmak için yol yüzeyine uygulanan yatay işaretleme dışında İngiltere’de ayrıca araçların arkalarına takılan işaret veya etiketler de kullanılmaktadır (Şekil 5) ([http://www.cedr.fr/home/fileadmin/user\\_upload/Publications/2010/e\\_Distance\\_between\\_vehicles.pdf](http://www.cedr.fr/home/fileadmin/user_upload/Publications/2010/e_Distance_between_vehicles.pdf)). Söz konusu etiketlerin üzerinde çeşitli büyüklüklerde uygulanan hız limitleri yazmakta ve arkadaki sürücü öndeki aracın üzerindeki etikette kendi seyahat ettiği hızı okuyabiliyorsa aracı çok yakın mesafeden takip ediyor demektir. ([http://www.cedr.fr/home/fileadmin/user\\_upload/Publications/2010/e\\_Distance\\_between\\_vehicles.pdf](http://www.cedr.fr/home/fileadmin/user_upload/Publications/2010/e_Distance_between_vehicles.pdf)). Buna göre sürücü önlemine alarak takip mesafesini artırmaktadır.



Şekil 1 İngiltere Otoyolları Takip Mesafesi İşaretlemesi.



Şekil 2 Takip Mesafesi Yatayda İşaretleme Tipleri.

İngiltere Karayolu Ajansı araçlara takılan ve yakın takibi uyarıcı etiketlerin etkinliğini ölçmek amacıyla 2014 yılında otoban üzerinde bulunan iki hizmet istasyonunda kendi kendine doldurma yöntemiyle sürücülere anket uygulamıştır ([http://www.cedr.fr/home/fileadmin/user\\_upload/Publications/2010/e\\_Distance\\_between\\_vehicles.pdf](http://www.cedr.fr/home/fileadmin/user_upload/Publications/2010/e_Distance_between_vehicles.pdf)). Araştırmada 227 geçerli anket sonucu analiz edilmiştir. Sürücülerin %70'i söz konusu etiketleri daha önce görmediklerini veya hatırlamadıklarını belirtmiştir ([http://www.cedr.fr/home/fileadmin/user\\_upload/Publications/2010/e\\_Distance\\_between\\_vehicles.pdf](http://www.cedr.fr/home/fileadmin/user_upload/Publications/2010/e_Distance_between_vehicles.pdf)). Bununla birlikte sürücülere etiketin ne anlama geldiği sorulduğunda %26'sı cevap vermemiş, kalanın %92'si ise doğru cevap vermiştir ([http://www.cedr.fr/home/fileadmin/user\\_upload/Publications/2010/e\\_Distance\\_between\\_vehicles.pdf](http://www.cedr.fr/home/fileadmin/user_upload/Publications/2010/e_Distance_between_vehicles.pdf)). Sürücülerin büyük bir çoğunluğu daha önce etiketi görmediği halde amacını doğru algılamıştır. Araştırmada ayrıca etikete ilişkin bilgi verilmeden önce sürücülere nasıl davranmaları gerektiğine dair sorulara da yer verilmiş ve etiket hakkında bilgi verildikten sonra bu sorular tekrarlanmıştır. Bilgiyi almadan önceki kıyasla öğrendikten sonra etiketi okuyabiliyorsa takip mesafesini artıracaklarını söyleyen sürücülerin oranı artmıştır ([http://www.cedr.fr/home/fileadmin/user\\_upload/Publications/2010/e\\_Distance\\_between\\_vehicles.pdf](http://www.cedr.fr/home/fileadmin/user_upload/Publications/2010/e_Distance_between_vehicles.pdf)).



Şekil 3 Yakın Takip Etiketleri.

Avrupa Yol Yöneticileri (direktörleri) 2013 yayınında taşıtlar arasında güvenli mesafe bırakılması konusu ele alınmış ve raporun özeti bazı ülkeler için Tablo 1'de verilmiştir. Bu rapordan ve tablodan görüleceği üzere ilk uygulaması İngiltere otobanlarında başlayan takip mesafesi işaretlemesi konusunda Danimarka'da test noktaları ve Avusturya'da uygulama alanları bulunmaktadır (Delmonte ve diğ., 2014).

Tablo 1 Avrupa Yol Yöneticileri Toplantısı Güvenli Yol Takip Mesafesi Düzenlemeleri Özeti.

Ülke Adı	Mevcut kanun veya düzenleme	Kanun veya düzenlemeler ile belirlenen eşik değer	Yorumlar
Avusturya	<b>Var</b> - Gerekli durumlarda durabilecek mesafe ayarlanmalı - Minimum zaman veya mesafeye dayalı yaptırım	<b>Var</b> - Açıklık (Gap)<0,4 s - Mesafe<50m kamyonlar için	Sürücü okullarında 2 saniye kuralı öğretilmekte ve kaplamada işaretleme kullanılmaktadır.
Danimarka		2 saniye kuralı polisler tarafından kullanılmaktadır.	2 saniye kuralı uygulanmaktadır.
Finlandiya	<b>Var</b> - Gerekli olması durumunda durabilecek mesafe ayarlanmalı - Minimum zaman veya mesafeye dayalı yaptırım	<b>Var</b> - Açıklık (Gap)<1 s; mesafe hızı bağılı - Açıklık<1,5 s kamyonlar için; mesafe hızı bağılı	Temel kural olarak 2 saniye kuralı kullanılmaktadır.
Fransa	<b>Var</b> - Eğer öndeki araç fren yapar veya durursa çarpışmayı önlemek için yeterli mesafe korunmalı	<b>Var</b> - Açıklık (Gap)<2 s - Mesafe<50m 3,5 tondan ağır veya 7 metreden küçük kamyonlar için, şehirlerarası yollarda aynı hızda	Belirli altyapılarda, daha yüksek minimum güvenlik mesafeleri zorunlu kılınmaktadır.
Almanya	<b>Var</b> - Eğer öndeki araç fren yaparsa sürücüler zamanında durabilmeli - 50m kamyonlar için eğer hız>50 km/s	<b>Var</b> - Çeyrek (dörttebir) hız kuralı Cezalar gerçekleşmiş hız ve mesafeye dayalıdır ve çeyrek-hız kuralına uymayan sürücülere uygulanmaktadır.	Sürücüler hızın yarısı kadar olan mesafeden daha fazla mesafeyi veya 2 saniye zaman açıklığını tutmalıdır (her ikisi de ampirik kurallardır fakat mahkeme kararları ile ayrıca onaylanmıştır).
İrlanda	<b>Yok</b> - Kanunlar dikkatli ve tedbirli sürmeyi zorunlu kılmaktadır.	<b>Yok</b>	2- saniye kuralı güvenli duruş mesafesi olarak "Yolların Kuralları"nda yer almaktadır ancak yasal bir zorunluluk değildir.
İtalya	<b>Var</b> - Gerekli durumlarda ve çarpışmayı önlemek için durabilecek mesafe ayarlanmalı	<b>Yok</b>	Cezalar esas olarak çarpışmadan doğan zararlar veya kayıplar ile ilgilidir.
Hollanda	<b>Var</b> - Eğer mesafe<1 s ise ceza uygulaması	<b>Var</b> - Zaman<1 s	2-saniye kuralı uygulanmaktadır.
İsviçre	<b>Var</b> - Öndeki aracın fren yapması durumunda yeterli mesafe korunmalı		Pratikte 2-saniye kuralı veya yarı-hız kuralı uygulanmaktadır.
İngiltere	<b>Yok</b> - Ancak "dikkatli ve tedbirli sürüş" kanununda vurgulanmaktadır.	<b>Yok</b>	2- saniye kuralı güvenli duruş mesafesi olarak "Karayolu Kod Kuralları"nda yer almaktadır ancak yasal bir zorunluluk değildir.

Tablo 1'den görüleceği üzere takip mesafesi konusunda pek çok Avrupa ülkesinde düzenleme veya kanun bulunmaktadır. 2 sn. kuralı ise pek çok ülkede uygulanan bir kuraldır. Taşıtlar arasında güvenli mesafe bırakılması ile ilgili işaretlemenin uygulanması Avusturya'da Pert'de de düşünülmüş ancak hükümet açısından yol kullanıcıları için yeni bir eğitim verilmesi gerekliliği nedeniyle vazgeçilmiş ve "İki Saniye Kuralı"nın daha fazla anlam teşkil ettiği belirtilmiştir (Arem ve diğ., 2006).

Chakrabarty, Gupta ve Bhatnagar tarafından Delhi'de yapılan bir araştırmada ise sürücülerin yol kuralları ile trafik işaretlerine ilişkin farkındalığını tespit etmek amacıyla 20 soru sorulmuştur. Sorulardan biri takip mesafesi ile ilgilidir. Araştırma kapsamında 102 araç sürücüsüne anket uygulanmıştır. Sürücülerin %86'sı 25-45 yaş grubunda ve %48'i 20 yıldan fazla süredir araç kullanmaktadır. Anket sonuçlarına göre sürücülerin %52'si seyahat ederken iki araç arasında minimum mesafeyi korumanın farkında iken %48 gibi yüksek bir oran da farkında değildir (Chakrabarty ve diğ., 2013).

## Yöntem

Araştırmada KGM tarafından “Aydın Konusu Anketi” adı altında kuruluşun web sayfasından kullanıcılara uygulanan anket sonuçları kullanılmıştır. Aydın Konusu Anketleri kapsamında, öncelikle yol kullanıcıları tarafından algılanmasında ve anlaşılmasında sıkıntı olan kurallar ve uygulamalar ele alınmaktadır. Bu kapsamda ele alınan ilk konu “Takip Mesafe”si olmuştur. Aydın Konusu Anketleri kapsamında karayolları ile ilgili bir konu kurumun web sayfasından yapılan bir anket ile ele alınmakta, konuyla ilgili olarak kamunun bilgi düzeyinin ölçülmesi, algı ve bilgideki eksikliklerin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Bu anket kapsamında sorulan bilgi sorusuna doğru cevap verenlere “Doğru bildiniz, teşekkürler”, yanlış cevap verenlere ise yanlış bildikleri bilgisi verilmekle birlikte konuya ilişkin bilgilendirme de yapılmaktadır. Böylece hem kamuoyunun bilgilendirilmesi sağlanmakta hem de kuruma ilişkin herhangi bir olumsuz görüş ya da uygulama var ise kuruluşun çalışmalarının gözden geçirilerek, alanla ilgili iyileştirmelerin yapılması amaçlanmaktadır.

Araştırmanın veri toplama yöntemi birincil veri kaynaklarından biri olan web üzerinden anket uygulamasıdır. Geçmişte araştırma sürecinde ikincil veri toplama kaynağı olarak görülen internetin, günümüzde bilgiye daha hızlı ve kolay erişimi sağlaması ve hızla artan kullanıcı sayısı nedeniyle araştırmalardaki rolü de artmıştır. Araştırmanın amacına uygun olduğu durumlarda internet ortamında anket yoluyla veri toplamak bazı dezavantajları içermekle birlikte göz ardı edilemeyecek avantajları da barındıran bir yöntemdir. Verilerin daha verimli toplanmasının yanı sıra analiz aşamasında sağladığı yararlar nedeniyle de telefon ve posta ile veri toplama yöntemlerine kıyasla güçlü bir alternatif yöntem teşkil etmektedir. Ancak hedeflenen kitlenin hepsinin değil de, bir bölümünün internet üzerindeki ankete erişmesinin mümkün olduğu durumlarda bu yöntemi tek başına uygulamak örneklemin her birimine erişilmediği için örneklemin temsil gücü kısıtlanmaktadır

Bu araştırmada konu ile ilgili yapılan literatür taramasından sonra anket formu tasarlanmış ve test uygulaması yapılmıştır. “Takip Mesafesi” konusuyla başlayan “Aydın Konusu” araştırması için gerekli veriler, web ortamında uygulamaya yönelik olarak tasarlanan ve internet üzerinden doldurulan anket formu ile internet üzerinden toplanmıştır. Araştırmada kullanılan anket soru formu toplam 10 sorudan oluşmaktadır. Böylece web ortamından ankete girenlerin sıkılmadan anketi doldurması sağlanmıştır. Anket, kurumun internet giriş sayfası [www.kgm.gov.tr](http://www.kgm.gov.tr) adresinde 14.05.2014 – 12.08.2014 tarihleri arasında açılır bir pencere (pop-up penceresi) ile kullanıcılara sunulmuş ve kuruluşun web sitesi sunumunda da yer almıştır. KGM web sayfasını ziyaret edenlerin ortalama %0,3-0,4’ü ankete katılmıştır.

Araştırmada amacına uygun olarak nicel (quantitative) veri toplama tekniği ile betimsel araştırma modeli kullanılmıştır. Araştırma için gerekli veriler, KGM resmi web sayfasında üç ay süresince yayınlanan “Takip Mesafesi Anketi” ile internet üzerinden toplanmıştır. Ankette eşit aralıklı, nominal ve ordinal ölçümler kullanılmıştır. Anket cinsiyet, yaş ve eğitim durumları gibi demografik bilgiler, yaşanan il, araç kullanım durumu, araç kullanım süreleri, şehirlerarası seyahat durumu, trafik cezası alma durumları, takip mesafesi bilgi ve davranış soruları olmak üzere toplam 10 sorudan oluşmaktadır. Ankette yer alan davranış sorusuna ilişkin beş seçenek; a) hiçbir zaman, b) nadiren, c) yarı yarıya, d) çoğunlukla ve e) her zaman şeklinde verilmiştir. Bununla birlikte cevabın evet veya hayır olma durumuna göre iki seçeneğe sahip sorular da mevcuttur. Ayrıca takip mesafesi bilgi sorusu için çoktan seçmeli seçenekler verilmiş ve fikrim yok seçeneği de ilave edilmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen verilerin çözümlenmesinde SPSS 17.0 (Statistical Packages for Social Science) paket

programından yararlanılmıştır. Kullanılan betimsel araştırma modeli doğrultusunda veriler tanımlayıcı istatistikler kullanılarak analiz edilmiştir.

## **Bulgular Ve Tartışma**

Karayolları Genel Müdürlüğü internet sayfası üzerinden kullanıcılara sunulmuş olan anketin sonuçları, takip mesafesi konusunda katılımcıların davranışını belirlemeye yönelik analiz edilmiştir. Demografi soruları katılımcı profilini belirlemeye yönelik kendi içinde değerlendirildiği gibi, davranış betimleme açısından da çaprazlanarak ele alınmıştır.

Anketin aktif olduğu dönemde toplam 6.424 kişi ankete giriş yapmıştır. Bunlardan 18 yaşından büyük ve araç kullananların ankete devam etmeleri sağlandığı için, toplam 6.135 kişinin görüşleri bu çalışma kapsamında ele alınmıştır. Anketi geçerli olanların %95'i erkek, %5'i kadındır. Katılımcıların %82'si 25-54 yaş aralığındadır. Bunun yanında yaklaşık %7'si 18-24, %9'u 55-64 yaş aralığında ve %2'si 65 yaş üstü kişilerdir. Ankete katılanların büyük çoğunluğu eğitim seviyesi yüksek kişilerden oluşmaktadır. İlkokul ve ortaokul mezunu kişilerin oranı %5 iken üniversite ve lisansüstü eğitim seviyesine sahip kişilerin oranı yaklaşık %62'dir. Farklı oranlarda olmak üzere 81 ilin tamamından katılım gerçekleşmiştir. Bununla birlikte, İstanbul (%24), Ankara (%17), İzmir (%5), Bursa (%3) ve Antalya (%3) illerinden katılım toplam katılımın %50'sini oluşturmaktadır. Araç kullanım durumları dikkate alındığında katılımcıların büyük çoğunluğunun aktif sürücü olduğu söylenebilir. Buna göre, %64'ü her gün, %21'i haftada 3-4 kez araç kullanan kişilerdir. Ayrıca katılımcıların yaklaşık %47'si 16 yıldan fazla süredir araç kullanmaktadır. Bir yıldan az süredir araç kullananların oranı ise sadece %3'dür.

Katılımcıların şehirlerarası seyahat etme durumları incelendiğinde, son bir yıl içerisinde 10.000 km'den fazla seyahat edenler %24 gibi ciddi bir oranı oluşturmaktadır. Ayrıntılı incelendiğinde bu kişilerin (10.000 km'den fazla seyahat edenlerin) %85'inin her gün araç kullandığı, %11'inin de haftada 3-4 kez araç kullandığı görülmektedir. Yılda 2.500 km'den az ve 2.501-5.000 km seyahat edenlerin oranı eşit olmakla birlikte %26'dır ve katılımcıların %50'sinin son bir yıl içerisinde 5.000 km'den az şehirlerarası seyahat ettiği söylenebilir. Bu sonuçlara göre, ankete katılanlar dikkate alındığında son bir yıl içerisinde şehirlerarası seyahat kilometresinin medyanı 4.852 km, modu 2.597 km olarak hesaplanmıştır. Örneklem planından ötürü bu değerler bu çalışma kapsamında derlenen veriler olarak dikkate alınmalı, Türkiye tahmini olarak değerlendirilmemelidir.

Trafik cezası almanın sürücü davranışını açısından önemli olduğu düşünülerek anket kapsamında bu durum ayrıca sorgulanmıştır. Buna göre, katılımcıların %28'inin son bir yıl içerisinde trafik cezası aldığı gözlenmiştir. Trafik cezası alanların %72'si son bir yıl içinde bir kez, %19'u iki kez, %9'uda ikiden fazla ceza almıştır. Anketin internet ortamında yapılıyor olmasından dolayı kapsamının dar tutulması hedeflendiğinden, bu çalışmada trafik cezası alma nedenleri ayrıca incelenmemiştir. Ankete katılanların %87 gibi büyük çoğunluğu araç sürerken takip mesafesini çoğunlukla koruduğunu, %8'i bazen koruduğunu, %5'ide nadiren veya hiçbir zaman korumadığını belirtmiştir. Trafik cezası alanlar açısından değerlendirildiğinde ise, trafik cezası alanların büyük çoğunluğu (%82) takip mesafesini koruduğunu belirtmiştir. Tüm katılımcıların takip mesafesi ile ilgili tutumları 100 üzerinden değerlendirildiğinde, davranış ortalaması 79,41 standart sapması 20,3'dür.

Çoğunlukla takip mesafesini koruduğunu söyleyenlerin %67'si, takip mesafesi bilgi sorusuna doğru cevap verirken, %29'u yanlış cevap vermiş, %4'ü ise fikri olmadığını belirtmiştir.

Takip mesafesi bilgi sorusuna doğru cevap verenlerin, %88'i çoğunlukla takip mesafesini koruduğunu ifade etmiştir. Anketin geneli dikkate alındığında ise %66'lık bir oranda katılımcının takip mesafesi ile ilgili bilgi sorusunu doğru cevapladığı, %30'unun yanlış cevapladığı, %4'ünün ise fikri olmadığı gözlenmiştir. Bu oran, Ünal ve Ünal (2011) çalışmasında paylaşılan sonuçlar ile farklılık göstermektedir. Sürücü tutum ve sürücü bilgi anketi sonuçlarının verildiği ilgili çalışmada, katılımcıların sadece yaklaşık %28'i takip mesafesi ile ilgili trafik kuralı bilgi sorusunu doğru cevaplamıştır. Cinsiyet dağılımında az bir fark olsa da kullanıcı profilleri birbirine benzemekle birlikte iki araştırmanın sonuçları birbirinden farklıdır. Bunun en önemli nedeni Ünal ve Ünal (2011) yaptıkları çalışmada takip mesafesi bilgi sorusunu farklı yönlendirmişlerdir. Söz konusu çalışmada doğru seçenek 2 saniyelik sürüş mesafesi olarak verilmektedir. Bu noktadan hareketle ülkemizde takip mesafesinin korunması 2 sn. kuralı şeklinde değil aracınızın hızının yarısı kadar mesafe bırakılmalı şeklinde bilinmektedir. Buna ilaveten Ünal ve Ünal (2011) yaptıkları çalışmada da takip mesafesini koruma tutum puanı 82,7 standart sapması 19 olup iki araştırma arasında tutum açısından çok büyük bir fark görülmemektedir. Unutulmaması gereken bir husus ise tutuma ilişkin verilen cevaplar kişilerin kendi bildirimleridir.

Bu çalışmaya katılanlar çerçevesinde, son bir yıl içerisinde trafik cezası alanlar ve almayanların takip mesafesi tutumları ile ilgili puanları açısından bir farklılık olup olmadığı araştırılmış ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuş olsa da ( $p=0,000$ ) bu fark yorum olarak bir katkı sağlamamaktadır. Çünkü ceza alanların ve ceza almayanların takip mesafesi tutum ortalamaları yüksek (trafik cezası alanların takip mesafesi tutum ortalaması 75,46 iken ceza almayanların daha yüksek olup 80,89'dur) yani takip mesafesini koruma yönündedir. Fakat aynı durum kaç kez trafik cezası aldığı konusunda farklılık arz etmektedir. Son bir yıl içerisinde aldığı ceza sayıları arasında takip mesafesi tutum puanları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmakla birlikte ( $p=0,000$ ) son bir yıl içerisinde bir ya da iki kez trafik cezası alanların ortalama tutum puanları 76,76 iken ikiden fazla ceza alanların ortalama tutum puanları 67,86'dır. Alınan trafik cezası sayısı arttıkça tutum puanlarının düştüğü dolayısıyla negatif yönde davranış sergiledikleri söylenebilir. Takip mesafesi bilgisi yönünden trafik cezası alan veya almayanlar arasında doğru bilme oranı bakımından da önemli bir farka rastlanmamıştır. Ceza alanların %65'i, almayanların ise %66'sı bilgi sorusunu doğru cevaplamıştır.

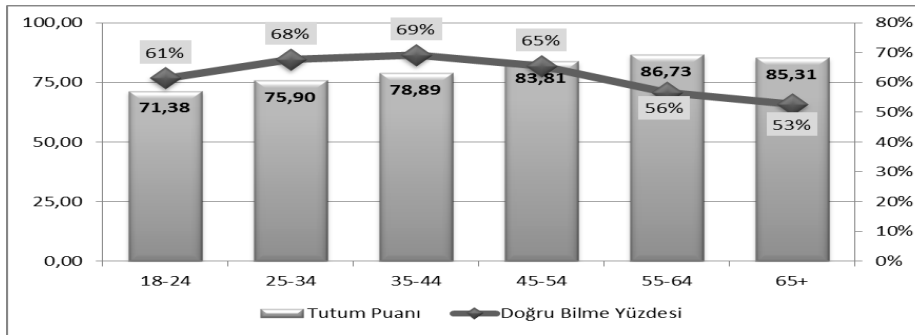
Takip mesafesi bilgi sorusuna doğru cevap vererek takip mesafesine çoğunlukla uymayanların (hiçbir zaman uymayan ve nadiren uyan katılımcılar) oranı %3'dür. Bu kesimin %55'ini 18-34 yaş aralığında kişiler, %63'ünü üniversite ve üstü eğitim seviyesine sahip kişiler oluşturmaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde; ankete katılanlardan 18-34 yaş aralığında olan kişilerin yaklaşık %9'u, 35-44 yaş aralığındaki kişilerin %3'ü, 45-54 yaş aralığındaki kişilerin %2'si, 55-64 yaş aralığındaki kişilerin %1'i takip mesafesini koruma anlamında saldırgan davranış sergilemektedir. Genç sürücülerin riskli araç sürdükleri konusunda literatürde pek çok araştırma bulunmaktadır (Evans, 1991; Evans, 2004; Peden ve diğ., 2004; Ünal N, 2011). Eğitim seviyeleri açısından ise; ilk ve ortaokul mezunu kişilerin %4'ü, lise mezunu kişilerin %3'ü, yüksekokul mezunlarının %2'si, üniversite ve üstü eğitim seviyesine sahip kişilerin %6'sı takip mesafesinin korunması hususunda saldırgan davranış sergilemektedir.

Demografik açıdan katılımcıların takip mesafesi tutumlarını özetlemek gerekirse, genç grupta değerlendirebileceğimiz 18-24 yaş grubundaki kişilerin %26'sı, 65 yaş üstü kişilerin ise %62'si takip mesafesini her zaman koruduğunu ifade etmiştir. Çalışmaya katılan erkeklerin %36'sı, kadınların ise %45'i takip mesafesini her zaman koruduğunu belirtmiştir.

Eğitim seviyelerine göre ise, niversite ve üstü mezun kişilerin %34', ilkokul mezunlarının %45'i, ortaokul mezunlarının %50'si, lise mezunlarının %39'u, ksekokul mezunlarının %40'ı her zaman takip mesafesini koruduğunu belirtmekle birlikte, bu çalışma kapsamında takip mesafesi tutumu açısından eğitim seviyeleri arasında yoruma değer anlamlı bir farka rastlanmamıştır.

Aynı durum araç kullanım sıklığı içinde geçerlidir. Her gün araç kullananların takip mesafesi tutumu ile ayda bir kereden daha seyrek araç kullanan kişilerin tutumları arasında bir fark gözlenmemiştir. Kaç yıldır araç kullandığı ile takip mesafesi tutumunda farklılık gözlenmekte, araç kullandığı yıl yani tecrübe arttıkaa takip mesafesini daha çok koruma yönünde tutum geliştiği gözlenmiştir. Bir yıldan az süredir araç kullananların %9'u negatif, %81'i pozitif yönde tutum sergilerken yirmi yıldan daha uzun süredir araç kullananların %3' negatif %92'si pozitif yönde tutum sergilemektedir. Aynı durum son bir yıl içerisinde şehirlerarası seyahat edilen kilometre için geçerli değerdir. Seyahat edilen kilometre arttıkaa tutumda bir değeriklik gözlenmemiştir.

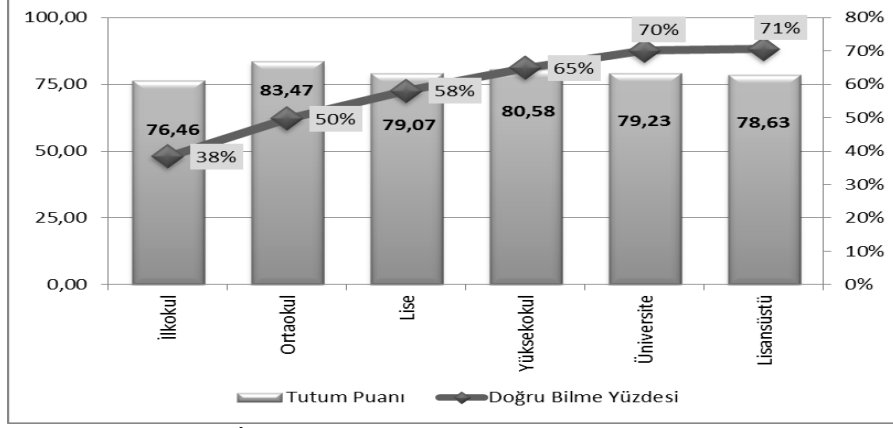
Takip mesafesi ile ilgili bilgi sorusuna verilen cevapların dağılımları incelendiğinde, yaş grupları açısından doğru bilme oranlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. 18-24 yaş grubunun %61'i, 25-34 yaş grubunun %68'i, 35-44 yaş grubunun %69'u, 45-54 yaş grubunun %65'i, 55-64 yaş grubunun %56'sı, 65 yaş üstü kişilerin %53' takip mesafesi bilgi sorusunu doğru cevaplamıştır. şekil 6'da yaş gruplarına göre takip mesafesi ortalama tutum puanları ve bilgi sorusuna verilen doğru cevap oranları birlikte verilmiştir. Bu grafikten görüldüğü üzere yaş ilerledikçe takip mesafesinin korunması yönünde davranış sergilenmektedir.



şekil 6 Yaş Gruplarına Göre Takip Mesafesi Ortalama Tutum Puanları ve Bilgi Sorusu Doğru Cevap Oranları.

Eğitim seviyeleri açısından ise aynı durum söz konusu değerdir. Eğitim seviyesi arttıkaa doğru bilme oranının arttığı görülmektedir. Buna göre; ilkokul mezunlarının %38'i, ortaokul mezunlarının %50'si, lise mezunlarının %58'i ve niversite ve üstü eğitim seviyesine sahip kişilerin yaklaşık %70'i doğru cevaplamıştır. şekil 7'de eğitim seviyeleri itibariyle takip mesafesi ortalama tutum puanları ve bilgi sorusuna verilen doğru cevap oranları birlikte verilmiştir.





Şekil 7 Eğitim Seviyeleri İtibariyle Takip Mesafesi Ortalama Tutum Puanları ve Bilgi Sorusu Doğru Cevap Verme Oranları.

Buna göre, takip mesafesi bilgi sorusunu doğru cevaplama eğitimi seviyesinin etkin olduğu tutumda ise fark etmediği söylenebilir. Araç kullanım sıklığı, kaç yıldır araç kullandığı ve şehirlerarası seyahat ettiği kilometre açısından da takip mesafesi bilgi sorusuna doğru cevap verme oranlarının birbirine çok yakın olduğu görülmüştür.

## Sonuç ve Öneriler

Araştırma kapsamında anketi değerlendirilenlerin takip mesafesi ortalama tutum puanları 79,41 ile iyi durumdadır. Tutum puanları açısından yaş grupları; 18-24 yaş grubu birinci grup, 25-44 yaş grubu ikinci grup ve 45 ve üzeri yaş grubu üçüncü grup olmak üzere üç homojen grupta toplanabilmiştir. Buna göre yaş arttıkça tutumun pozitif yönde arttığı, takip mesafesini daha çok korumaya yönelik davranış sergilendiği görülmüştür. Bunun yanında tutum açısından eğitimin etkin bir neden olmadığı göze çarpmaktadır. Aynı şekilde araç kullanım sıklığı da tutum açısından etkin bir neden olarak belirlenmemiştir. Bununla beraber, çalışma kapsamında değerlendirilen katılımcıların kaç yıldır araç kullandığı yani tecrübeleri arttıkça takip mesafesini koruma yönünde bir tutum sergiledikleri gözlenmiştir. Fakat takip mesafesini koruduğunu ifade edenlerin yaklaşık %30'unda bu konuyla ilgili trafik bilgisinde eksiklikler olduğu saptanmıştır. Son bir yıl içerisinde ceza almış olması ya da olmamasından daha çok, aldığı trafik ceza sayısının tutum üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür. Yıl içerisinde alınan trafik cezası sayısı arttıkça takip mesafesi tutuma da kötüleşmektedir.

Araştırma kapsamında katılımcıların %66'sı takip mesafesi ile ilgili bilgi sorusunu doğru cevaplamıştır. Yaşın, araç kullanma ve seyahat durumunun bilgi yönünden bir fark yaratmadığı, bu konuda eğitimin etkin olduğu, eğitim seviyesi arttıkça doğru bilme oranının ciddi oranda arttığı gözlenmiştir. Ankete katılanlar arasında, takip mesafesini bilerek uygulamayan bu konuda saldırgan davranış sergileyen sürücülerin oranı %3'dür. Bu grubun büyük çoğunluğunu eğitilmiş ve 18-34 yaş aralığında kişiler oluşturmaktadır. Gençler daha riskli araç kullanmaktadırlar.

Sonuç olarak, ankete katılanlar çerçevesinde doğru bilme ve tutum puanı arasında ilişki olup olmadığı araştırılmış ve soruyu doğru cevaplayanlar ile doğru cevaplayamayanlar arasında tutum puanları açısından istatistiksel olarak bir fark olmadığı ( $p=0,846$ ) görülmüştür. Dolayısıyla buradan, bilgi düzeyinin tutum üzerinde bir etkisi olmadığı yorumu yapılabilir.

Araştırmanın kapsamında takip mesafesi tutumunun iyi olduğu fakat bilgi yönünden eksiklikler olduğu saptanmıştır. Bu konuda yapılacak gerek işaretleme, uyarı vb. gerekse yazılı (bilgi notu, haber vb.) veya görsel (kamu spotu gibi) bilgilendirmeyi ve farkındalığı artırmaya yönelik düzenlemelerle, mevcut bilgi eksikliğinin giderilerek olumlu olan tutumun doğru uygulanmasına katkı sağlayacağı ve böylelikle takip mesafesine bağlı trafik kazalarının önlenmesine yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Bu kapsamda, birçok ülkede 2 sn. kuralı olarak verilen güvenli takip mesafesi ölçümünün ülkemizde “sensesekiz seksendokuz” şeklinde uygulanan belirleme yönteminin 2 saniye kuralı şeklinde adlandırılarak yaygınlaştırılması önerilmektedir. Ayrıca ilk olarak İngiltere otoyollarında kullanılan takip mesafesi yatay ve düşey işaretlemesi ülkemiz otoyollarında da denenebilir.

Bu araştırma, kapsamında uygulanan anketin internet üzerinden KGM ana sayfasından gerçekleştiriliyor olmasından dolayı, takip mesafesi algısı ve tutumu üzerinde etkili olabilecek, araç cinsi, takip mesafesinin önemi gibi sorular hariç bırakılarak dar çerçevede yürütülmüştür. Anketin web tabanlı bir anket olması nedeniyle ankete çoğunlukla eğitim seviyesi yüksek sürücüler katılım sağlamıştır. Çalışmanın Türkiye sürücü profiline uygun bilgi sağlama amacıyla anketin Karayolları Genel Müdürlüğü sürekli sayım istasyonlarının olduğu noktalarda veya Emniyet Genel Müdürlüğü radarlarının yer aldığı sahalarda hem sürücülere durdurularak anket uygulanabilir hem de bu istasyonlardan headway, gap gibi eş zamanlı verilere ulaşılarak, çalışmanın yukarıda bahsedilen tüm darboğazları giderilerek ve kapsamı genişletilerek Türkiye ölçeğinde gerçekleştirilebilir. Anketin böyle uygulanıyor olması durumunda hem sürücü profili temsili yükselir hem de bir davranış anketi olması nedeniyle bildirimleri ve sahadan elde edilen bilgiler birlikte analiz edilebilir.

## Kaynaklar

Arem, B., Cornelia, J. G., Visser, R. (2006) The Impact of Cooperative Adaptive Cruise Control on Traffic-Flow Characteristics. IEEE Transactions On Intelligent Transportation Systems, Vol. 7, No. 4, December 2006, <http://doc.utwente.nl/58157/1/Arem06impact.pdf>, Erişim Tarihi: 5 Eylül 2014.

Chakrabarty, N., Gupta, K., Bhatnagar, A. (2013) A Survey on Traffic Safety among Drivers in Delhi, India. The SIJ Transactions on Industrial, Financial & Business Management (IFBM), Vol. 1, No. 2, May-June 2013.

Delmonte, E., Reeves, P., Husband, P. (2014) Effectiveness of Close Following Deterrents. Transport Research Laboratory. <http://www.highways.gov.uk/knowledge/publications/effectiveness-of-close-following-deterrents/>, Erişim Tarihi: 5 Eylül 2014.

Emniyet Genel Müdürlüğü (EGM) ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2010) Trafik Kaza İstatistikleri Karayolu 2008, TÜİK Matbaası, Ankara.

Evans, L. (1991) Trafik Safety and the Driver, New York: Van Nostrand Reinhold.

Evans, L. (2004) Traffic Safety. Bloomfield Hills, MI: Science Serving Society.

Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM). (2013) Trafik Kazaları Özeti, Ankara, KGM Matbaası.

Lertworawanich, P. (2006) Safe-Following Distances Based on The Car-Following Model. PIARC International Seminar on Intelligent Transport System (ITS) in Road Network Operations, 14-16 August, Kuala Lumpur, Malasia.

Peden, ve diğ. (editors), (2004) World Report on Road Traffic Injury Prevention: Summary. Geneva, Switzhzerland: World Health Organization.

Song, M., Wang, J.H. (2010) Studying the Tailgating Issues and Rexploring Potential Treatment. Journal of Transportation Research Forum, Vo. 49, No. 3. Fall 2010.

Ünal, N. Ünal, L. (2011) Sürücü Tutum Anketleri ve Ülkemizde Trafik Kültürüne İlişkin Yapılan Anket Çalışması. 2. Karayolu Ulusal Karayolu Kongresi, 11-13 Ekim, Bildiriler Kitabı, YTMK; Ankara: KGM Matbaası.

Ünal, N. (2011) Toplumda Bazı sürücülerde Trafik Kültürü. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

[http://drivingassessment.uiowa.edu/sites/default/files/DA2011/Papers/084\\_WangSong.pdf](http://drivingassessment.uiowa.edu/sites/default/files/DA2011/Papers/084_WangSong.pdf), Erişim Tarihi: 5 Eylül 2014.

[www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2918.doc](http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2918.doc), Erişim Tarihi: 5 Eylül 2014.

[http://www.cedr.fr/home/fileadmin/user\\_upload/Publications/2010/e\\_Distance\\_between\\_vehicles.pdf](http://www.cedr.fr/home/fileadmin/user_upload/Publications/2010/e_Distance_between_vehicles.pdf), CEDR, Conference of European Directors for Roads, (2010) Safe Distance Between Vehicles. Erişim Tarihi: 5 Eylül 2014.

[http://www.direct.gov.uk/prod\\_consum\\_dg/groups/dg\\_digitalassets/@dg/@en/@motor/documents/digitalasset/dg\\_191928.pdf](http://www.direct.gov.uk/prod_consum_dg/groups/dg_digitalassets/@dg/@en/@motor/documents/digitalasset/dg_191928.pdf) Motorways Signs, Signals and Road Markings. Erişim Tarihi: 5 Eylül 2014.

<http://www.trafikkurallari.com/takip-mesafesi.php>, Erişim Tarihi: 5 Eylül 2014.

<https://au.news.yahoo.com/thewest/a/24270683/road-markings-to-ease-tailgating/>, Erişim Tarihi: 1 Eylül 2014.

<https://www.arrivealive.co.za/Following-Distances-and-Road-Crashes>, Erişim Tarihi: 5 Eylül 2014.



# Şehiriçi Yollarda Üstyapı Bozulma Değerlendirmeleri ve Ülkemizde Karşılaşılan Zorluklar

Ufuk KIRBAŞ<sup>1</sup>, Mustafa KARAŞAHİN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 55139, Atakum/SAMSUN, Tel: (362) 312 19 19 / 1056  
E-Posta: ufukkirbas@gmail.com

<sup>2</sup> İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 34320, Avcılar/İSTANBUL, Tel: (212) 473 70 70 / 17936  
E-Posta: mkarasahin@istanbul.edu.tr

## Öz

Üstyapı yönetimi; en geniş anlamda planlama, programlama, tasarım, yapım, bakım, onarım ve yenileme işlemlerinin tamamını içeren çalışma programının genel adıdır. Bir üstyapı yönetim sistemi (ÜYS) verilen bir periyot süresinde karar vericiler için en uygun bakım ve onarım takviminin belirlenmesinde kullanılacak araçların ve yöntemlerin ayarlanmasını sağlar.

Ülkemizde, insanların ağırlıklı olarak yaşadığı belediye sınırlarında, ülke genelinde yılda yaklaşık 2 milyar 800 milyon TL asfalt yatırımının yapıldığı göz önüne alındığında, şehiriçi yolların üstyapılarını yöneten sistemin ya da sistemlerin bulunması zorunluluğu kaçınılmazdır. Bu maksatla, dünyada muhtelif şehirlerde ÜYS'lerin kurulduğu ve aktif bir şekilde çalışmaya devam ettiği bilinmektedir. Üstyapıların yönetimini sağlamak amacıyla kurulan bir sistemde en zor olan adımın üstyapıların mevcut performansını belirlemek olduğu bilinmektedir. Bu amaçla, bir ÜYS oluşturulmasında, mevcut üstyapı performansını belirlemek amacıyla deformasyonlar, düzgünsüzlük, yüzey bozulmaları ve yüzey kayma sürtünmesi olmak üzere dört başlık altında veri yığınları araziden okunmakta ve değerlendirilmektedir. Ülkemizde, şehiriçi yollarda, yolların geometrik standartlarının düşük olması, trafik hacimlerinin yüksek oluşu, ölçüm yapmak amacıyla kesimlerin kapatılamaması, arazide yaşanan zorluklar vb. nedenlerden dolayı şehiriçi yol ağında bir ÜYS kurulmasında en avantajlı veri yığınının 'Yüzey Bozulmaları' olduğu bilinmektedir. Yüzey Bozulmaları, dünyada çeşitli otoritelerce farklı ölçütlerde sınıflandırılmıştır. Söz konusu sınıflandırmalar, gerek standart ölçütlerinde gerekse tanımlama kılavuzları şeklinde yayınlanmıştır.

Çalışmada, Bitümlü Sıcak Karışım (BSK) üstyapılara sahip bir karayolunda ÜYS kurulmasında kullanılmak amacıyla, farklı otoritelerce kabul edilmiş yüzey bozulma tanımlamaları ve çalışan ÜYS sistemleri özet halinde açıklanmıştır. Bozulmaların arazide tespit edilmelerine ilişkin yaşanan zorluklar ile ülkemizde rastlanılan ve yüzey bozulmaların standart açıklamalarına herhangi bir şekilde uymayan bozulmalar örneklerle tasvir edilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Üstyapı Yönetim Sistemi, PCI, Paver Sistemi, Yüzey Bozulmaları, Bozulma Kılavuzları

## Giriş

Ulaşım, insan yaşamının zorunlu ihtiyaçları arasında yer almaktadır ve artık modern ulaşım sistemleri olmaksızın yaşamın sürdürülebilmesi düşünülemez durumdadır. Ülkemizde hızlı nüfus artışı, köylerden kentlere doğru nüfus hareketliliği, çarpık kentleşme, altyapı yetersizliği ve insanların gelir düzeylerinin artmasına paralel olarak, ulaşım ve trafik problemleri de büyümüş ve özellikle büyükşehirlerimizin en önemli sorunlardan biri haline gelmiştir.

Ülkemizde şehiriçi ve şehirlerarası yollarda en temel ulaşım ağı olarak karayolu ağları kullanılmaktadır. Karayolu ağlarında güvenlik ve konforu sağlayan en önemli unsur karayolu üstyapısı olarak görülmektedir. Ülkemizdeki gelişmelere paralel olarak ortaya çıkan karayolu ihtiyacının artması ve yollardaki üstyapıların zamanla bozulmaya başlaması, daha fazla kaynağın üstyapı bakım ve onarım işlerine aktarılmasını zorunlu kılmıştır.

Üstyapı, ulaştırma şebekesinin ucuz olmayan bir parçasıdır. Amerika'da yalnızca Bitümlü Sıcak Karışım (BSK) kaplamalı yollarda yapılan yatırımın yıllık ortalama 500 milyon ton, Avrupa ülkelerinde ise toplam 300 milyon ton civarında olduğu bilinmektedir. Ülkemizde bu rakamın Asfalt Müteahhitleri Derneği verilerine göre 2013 yılında 46,2 milyon ton olduğu ve yalnızca şehiriçi yollarda bu rakamın 21,1 milyon ton olduğu bilinmektedir. Yukarıda atfedilen rakamlardan da anlaşılacağı üzere üstyapıların düzenli bir şekilde yönetilmesi, kullanıcılara konforlu ve güvenli bir seyahat sunmanın yanında temelde topluma ait bütçenin en iyi şekilde değerlendirilmesini de sağlayacaktır.

## Üstyapı Yönetim Sistemi Kavramı

Üstyapı Yönetim Sistemi (ÜYS), sistem genelindeki tüm işlemlerin koordineli bir şekilde ayarlanarak, temelde topluma ait olan bütçenin en uygun harcamalarla düzgün, güvenli ve ekonomik olarak üstyapıların işletimini sağlamayı amaçlayan çalışmaların tamamına verilen isimdir (Haas ve diğ., 1994).

İyi bir üstyapı yönetimi sistematik yaklaşımli ve organize edilmiş bir şekilde düşünmeyi gerektirmesinin yanında işlerin günü gününe yapılmasını da sağlayan bir sistemin bütünüdür. Üstyapı yönetimi en geniş anlamda planlama, programlama, tasarım, yapım, bakım, onarım ve yenileme işlemlerinin tamamını içeren çalışma programıdır (Kırbaş, 2007).

Bir ÜYS'de bulunması gereken özellikler şu şekilde sıralanabilir;

- Yeni bilgi ve daha iyi modeller elde edildiğinde kolaylıkla sistem güncellenebilmeli ve düzenlenebilmelidir,
- Alternatif stratejilerin tamamı hesaba katılabilmelidir,
- Optimum alternatifler veya stratejiler tanımlanabilmelidir,
- Tanımlanan özellikler, kriterler veya kısıtlar ile birlikte temel kararlar gerçekçi yaklaşımlara dayandırılabilir,
- Kararların karşılaştırılması sonucunda elde edilen yorumlar bilgi olarak kullanılabilir (Haas ve diğ., 1994).

## Üstyapılarda Görülen Bozulmalar ve Sınıflandırmaları

Birçok üstyapı yönetiminden sorumlu kurum/kuruluş yetki alanları içindeki üstyapıların durumunu görmek için periyodik olarak bozulma değerlendirmeleri yapmaktadır. Bozulma anketleri çeşitli tiplerde, önem derecelerinde ve yoğunlukta bozulmaların boyutları ölçülerek yapılmaktadır. Kullanılan yöntemler arasında farklılıklar olsa da genellikle ölçülen faktör veya bileşenler bakımından birbirleriyle benzerlik gösterirler. Ölçülen bu faktörler;

1. Yüzey kusurları,
2. Sürekli deformasyonlar,
3. Çatlaklar,
4. Yamalar, şeklinde sınıflandırılmaktadır (Shahin, 2002).

Dünyada üstyapıların yönetimi ile ilgilenen uzmanlara kolaylık sağlaması ve bozulma tanımlamalarının ve değerlendirmelerinin belli kısıtlar altında yapılması amacıyla bozulma tanımlama kılavuzları geliştirilmiştir. Günümüzde kullanılan üstyapı yüzeyi bozukluğu tanımlama kılavuzu örnekleri ve teknik özellikleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1 Bozulma tanımlama kılavuzlarının karşılaştırılması.

Kılavuz	Bozulmaların tanımlanması	Veri toplama yöntemi	Ölçüm bilgileri	Üstyapı performans göstergesi	Bozulma tamir önerileri
ASTM (2011)	Sayısal kısıtlar ve fotoğraflar	Arazi ölçümleri	Metrik birimler	PCI	Yok
FHWA (2003)	Sayısal kısıtlar ve fotoğraflar	Arazi ölçümleri	Metrik birimler	Yok	Yok
British Columbia Ministry of Trans. & Inf. (2012)	Sayısal kısıtlar ve fotoğraflar	Arazi ölçümleri	Bozulma oranları (%)	Yok	Yok
PASER (2002)	Sayısal kısıtlar ve fotoğraflar	Arazi görsel değerlendirmeleri	Bozulma oranları (%)	Yok	Var
Washington State DOT	Sayısal kısıtlar ve fotoğraflar	Arazi görsel değerlendirmeleri	Bozulma oranları (%)	Yok	Yok
Minnesota DOT (2000)	Sayısal kısıtlar	Arazi görsel değerlendirmeleri	Metrik birimler	PQI, PCR, SR	Var
Colorado DOT (2004)	Sayısal kısıtlar ve fotoğraflar	Arazi ölçümleri	Metrik birimler	Yok	Yok
Texas DOT (2009)	Fotoğraflar	Arazi görsel değerlendirmeleri	Bozulma oranları (%)	Yok	Yok
Nebraska DOR (2002)	Sayısal kısıtlar ve fotoğraflar	Arazi görsel değerlendirmeleri	Bozulma oranları (%)	Yok	Var
Oregon DOT (2010)	Sayısal kısıtlar ve fotoğraflar	Arazi görsel değerlendirmeleri	Yok	Yok	Yok
Utah DOT (2009)	Sayısal kısıtlar ve fotoğraflar	Arazi görsel değerlendirmeleri	Bozulma oranları (%)	Yok	Yok

Tablodan görüldüğü üzere dünyada birçok otorite tarafından geliştirilen yüzey bozulma tanımlama kılavuzlarında, yüzey bozulmaları metrik kısıtlarla birlikte sözel olarak ifade edilmekle beraber tanımlar fotoğraflarla da desteklenmiştir. Bu durum, arazide değerlendirme yapan operatörün hafızasında bahsedilen bozulmanın canlanması amacıyla kabul görmüştür.

Söz konusu bu kılavuzların bir çoğunda bozulmalar çok benzer sınıflar altında toplanmış neredeyse aynı sayısal kısıtlarla yoğunluk tanımlamaları yapılmıştır. Bu maksatla çalışmada, FHWA tarafından ve ASTM tarafından kabul görmüş bozulma tanımlama kılavuzlarında bahsedilen bozulma türleri ve özellikleri aşağıda verilmiştir.

*Uzun dönemli Üstyapı Performans Çalışması (Long-Term Pavement Performance - LTPP) Bozulma Kılavuzu*

Amerika’da 1993 yılında tamamlanan Stratejik Yollar Araştırma Programı (Strategic Highway Research Program – SHRP) tarafından yürütülen LTPP çalışması sonucunda oluşturulmuş bozulma tanımlama kılavuzunun bozulma sınıfları Tablo 2’de görülmektedir.

Tablo 2 LTPP bozulma sınıflandırmaları (Miller J. ve Bellinger W., 2003).

Bozulma Tipi	Ölçüm Birimi	Yoğunluk Düzeyi Tanımlama
<b>A.Çatlaklar</b>		
1. Yorulma Çatlağı	Metre kare	Evet
2. Blok Çatlak	Metre kare	Evet
3. Kenar Çatlağı	Metre	Evet
4a. Tekerlek İzi Boyuna Çatlak	Metre	Evet
4b. Tekerlek Alanı Dışı Boyuna Çatlak	Metre	Evet
5. Yansıma Çatlakları		
Enine Yansıma Çatlakları	Ölçülmez	Belirsiz
Boyuna Yansıma Çatlakları	Ölçülmez	Belirsiz
6. Enine Çatlaklar	Sayı, Metre	Evet
<b>B. Yamalar ve Oyulmalar</b>		
7. Yama/ Yama Bozulmaları	Sayı, Metre kare	Evet
8. Oyulmalar	Sayı, Metre kare	Evet
<b>C. Yüzey Deformasyonu</b>		
9. Tekerlek İzi	Milimetre	Hayır
10. Toplanma	Sayı, Metre kare	Hayır
<b>D. Yüzey Kusurları</b>		
11. Kusma	Metre kare	Hayır
12. Cilalanma	Metre kare	Hayır
13. Sökülme	Metre kare	Hayır
<b>E. Çeşitli Bozulmalar</b>		
14. Şerit-Banket Düşüklükleri	Ölçülmez	Belirsiz
15. Yağış Oyulmaları	Sayı, Metre	Hayır

*Amerika Test ve Malzemeler Birliği Standartı (Amerikan Society Testing and Materials – ASTM) Bozulma Kılavuzu*

Yollar ve park alanları için tanımlanan üstyapı bozulma kılavuzu ASTM tarafından 2011 yılında D 6433-11 kodu ile yayınlanmıştır. Ayrıca yayınlanan bu kılavuzda bozulma türleri oluşma nedenleri bakımından yük, iklim ve diğer olmak üzere üç başlık altında toplanmıştır.

Bir yoldan beklenenden çok trafiğin geçmesi veya standart dingil yüküne göre projelendirilenden daha ağır dingil yüklerine sahip taşıtların geçmesi yolda yükten kaynaklanan bozulmaların oluşmasına neden olur. Ayrıca, gün içerisinde veya mevsimler arasında sıcaklık farkı da üstyapılarda iklimden kaynaklanan bozulmalar oluşmasına neden



olur. Bunlardan başka, yapım hataları, bakım hataları, malzeme özellikleri, kaplama üzerinde seyreden taşıtlardan mazot, benzin, yağ gibi kimyasal maddeler damlaması, soğuk iklime sahip bölgelerde buzlanma ile mücadele amaçlı olarak yola tuz serilmesi gibi diğer nedenlerle de üstyapılar zaman içinde bozulurlar. ASTM bozulma tanımlama kılavuzu ve bozulma tiplerinin oluşma nedenleri Tablo 3’de görülmektedir (Shahin, 2002).

Tablo 3 ASTM bozulma sınıflandırmaları (ASTM D6433-11).

Kod	Bozulma Tipi	Ölçüm Birimi	Yoğunluk Düzeyi	Bozulma Nedeni
1	Timsah Sırtı Çatlak	Metre kare	Evet	Yük
2	Kusma	Metre kare	Evet	Diğer
3	Blok Çatlak	Metre kare	Evet	İklim
4	Kabarma ve Oturma	Metre	Evet	Diğer
5	Ondülasyon	Metre kare	Evet	Diğer
6	Çökme	Metre kare	Evet	Diğer
7	Kenar Çatlağı	Metre	Evet	Yük
8	Yansıma Çatlağı	Metre	Evet	İklim
9	Kenar/Banket Düşüklüğü	Metre	Evet	Diğer
10	Boyuna ve Enine Çatlak	Metre	Evet	İklim
11	Yama	Metre kare	Evet	Diğer
12	Cilalanma	Metre kare	Hayır	Diğer
13	Oyulma	Sayı	Evet	Yük
14	Demiryolu Geçişi	Metre kare	Evet	Diğer
15	Tekerlek izi	Metre kare	Evet	Yük
16	Toplanma	Metre kare	Evet	Diğer
17	Tabaka Kayması Çatlağı	Metre kare	Evet	Diğer
18	Şişme	Metre kare	Evet	Diğer
19	Soyulma ve Sökülme	Metre kare	Evet	İklim
20	Ayrışma	Metre kare	Evet	İklim

### Ülkemizde Yüzey Bozulma Verilerinin Toplanması

Ülkemizde, özellikle şehiriçi yollarda yüzey bozulma verileri toplanırken toplumun alışkın olmadığı bir çalışma yapıldığından dolayı çeşitli zorluklarla karşılaşılabilir. Özetle sahada karşılaşılan zorluklar maddeler halinde şu şekilde açıklanabilir;

- Operatörlerin gerek fotoğraf gerekse yazılı belge olarak veri toplaması sırasında dükkanı yakında bulunan esnafın maliye, belediye zabıtası vb. bir memur zannederek cezai işlem uygulayacağı düşüncesi ile tepki göstermesi,
- Özellikle yanlış yere park etmiş araç sahiplerinin operatörleri polis memuru zannederek aceleyle araçlarını almaları ve cezai işlem yapılmaması için operatörleri ikna etmeye çalışmaları,
- Dikkatsiz ve/veya trafik kurallarına riayet etmeyen sürücüler sebebiyle yol üzerinde değerlendirme yapan operatörlerin kazaya karışma ihtimalleri,
- Özellikle trafik polislerinin oluşabilecek trafik kazalarına engel olma amacıyla operatörleri çalışmak istememeleri,
- Çalışma yapan operatörlere karşı yapılan işlemi merak ettiklerinden dolayı halkın yoğun ilgisinin oluşması.

Tüm bu sebepler göz önüne alındığında, operatörler için zaten yorucu olan arazi çalışmalarının daha da zorlaştığı tartışılmaz bir gerçektir.

### **Ülkemizde Karşılaşılan ve Bozulma Tanımlama Kılavuzlarına Uymayan Üstyapı Bozulma Çeşitleri**

Ülkemizde, üstyapıları imal eden kurum veya kuruluşlarca dikkatlerden kaçarak yapılan herhangi bir üstyapı bozulma tanımlama kılavuzunda karşılığı bulunmayan değişik tiplerde bozulmalarla da karşılaşılmaktadır. Bu durum üstyapıların değerlendirilmesinde karşılaşılan çok önemli bir zorluktur. Genel itibari ile imalat hatası olarak tanımlanabilecek bu bozulma çeşitleri maddeler halinde fotoğraflarla birlikte şu şekilde ifade edilmektedir.

#### *Drenaj Kanalları*

Yüzeysel yağmur sularının yol üstyapısından uzaklaştırılması amacıyla yol kenarlarına drenaj sistemleri (hendek, kanal vb.) tasarlanmaktadır. Ayrıca, yol platformuna enine eğim verilerek suretiyle yüzeysel sular söz konusu bu sistemlere drene edilmektedir (Yayla, 2004). Ülkemizde boyuna doğrultuda diğer bir deyişle yol eksenini dik kesen doğrultuda, tüm yüzeysel suların toplanması ve drenajı amacıyla ızgara drenaj sistemleri bozulma tanımlama kılavuzlarında kabul edilen herhangi bir bozulma çeşidine karşılık gelmemektedir. Bahsi geçen sistemler fotoğraflarla Şekil 1’de görülmektedir.



Şekil 1 Ülkemizde imal edilen ızgara drenaj sistemi örnekleri.

#### *Rijit Malzeme ile Üstyapı Tamirleri*

Karayolu üstyapılarında özellikle şehiriçi yol ağlarında yolun enine doğrultusunda su, elektrik vb. hatların geçirilmesi amacıyla yaklaşık 50-70 cm genişliğinde üstyapıların kazıldığı uygulamaların olduğu bilinmektedir. Uygulama sonrası zarar verilen üstyapı kendi malzemesi ile yenilenmesi gerekirken ülkemizde farklı malzemelerle tamiratların yapıldığı göze çarpmaktadır. Örneğin BSK bir üstyapı Portland çimentosu kullanılan beton imalat ile tamir edilmektedir. İlgili tamir örnekleri Şekil 2’de görülmektedir.



Şekil 2 Rijit malzeme ile üstyapı tamiri örnekleri.

### *Rögar Kapaklarının Yol Kırmızı Kotuna Göre Düşük Oluşu*

Altyapı tesisleri özellikle şehirleşmenin çok olduğu bölgelerde karayollarının altından geçirilmektedir. Bu durumda tesislerde herhangi bir bakım veya tadilat ihtiyacında kullanılması amacıyla karayolu üzerinde rögar kapakları tesis edilmesi zorunlu olmaktadır. Bahsi geçen rögar kapaklarının zaman zaman taşıt tekerlek yörüngeleri ile çakışması söz konusudur. İmal edilen rögar kapaklarının yolun kırmızı kotundan düşük kotta tesis edilmesi ile bozulma tanımlama kılavuzlarında kabul edilen herhangi bir bozulma çeşidine karşılık gelmeyen bir çeşit bozulma oluşmuş olmaktadır. Bu durum sürücülere son derece konforsuz bir yuvarlanma yüzeyi sağlamakla birlikte araçların maddi hasarlarına da sebep olabilmektedir. Bahsi geçen rögar kapaklarının yol kotuna göre düşük kotta yapılan imalat örnekleri Şekil 3’de görülmektedir.



Şekil 3 Rögar kapaklarının yol kotuna göre düşük kotta yapılan imalat örnekleri.

### *Rögar Kapaklarının Yol Kırmızı Kotuna Göre Yüksek Oluşu*

Bir önceki alt başlıkta sözü edilen rögar kapaklarının, yolun kırmızı kotuna göre yüksek kotta tesis edilmesi ile bozulma tanımlama kılavuzlarında kabul edilen herhangi bir bozulma çeşidine karşılık gelmeyen bir çeşit bozulma oluşmuş olmaktadır. Bu durum sürücülere son derece konforsuz bir yuvarlanma yüzeyi sağlamakla birlikte araçların maddi hasarlarına da sebep olabilmektedir. Ayrıca rögar kapaklarının altında kalan bölgede herhangi bir betonarme altyapı bacası imal edilmesi durumunda ilgili bacanın bir kısmı üstyapıda görülmektedir. Bahsi geçen rögar kapaklarının yol kotuna göre yüksek kotta yapılan imalat örnekleri Şekil 4’de görülmektedir.





Şekil 4 Rögär kapaklarının yol kotuna göre yüksek kotta yapılan imalat örnekleri.

#### *Yol Yüzeyine Dökülen Kalıntılar*

Karayolları her türlü yük taşımacılığının yapıldığı yol ağlarıdır. Bu sebeple taşıma esnasında yol yüzeyine istenmeyen yabancı maddelerin dökülmesi ve bu maddelerin zaman içerisinde rijit bir form alarak bir tabaka oluşturması beklenen bir sonuçtur. Özellikle gelişmekte olan bölgelerde devam eden inşaatlara transmikserler ile taşınan portland çimentolu beton karışımlar bu durumun en spesifik örnekleridir. Transmikserlerden dökülen ve zaman içerisinde prizini alarak yol üst yapısına yapışan beton kalıntıları bir tabaka oluşturarak taşıtların yuvarlanma yüzeylerinde istenmeyen bir durum oluşturmaktadır. Bu tip kalıntılar bozulma tanımlama kılavuzlarında kabul edilen herhangi bir bozulma çeşidine karşılık gelmemekle beraber yolu kullanan sürücü ve yolcuların sürüş esnasında konfor ve güvenliklerinin azalmasına sebep olmaktadır. Söz konusu kalıntı örnekleri Şekil 5’de görülmektedir.



Şekil 5 Yol yüzeyine dökülen kalıntı örnekleri.

#### *İş Makinelerince Oluşturulan Hasarlar*

Üstyapının altından herhangi bir altyapı hattı geçişi aşamasında veya ağır yüklerin transferini sağlamak amacıyla paletli iş makineleri kullanılabilir. Gerek iş makinesinin hareketinden gerekse kazı ve dolgu işleminde kazıcı başlığın verdiği zararlardan dolayı üstyapı sathından kalıcı zararlar oluşabilir. Bu zararlar üstyapının kesitinin azalmasına sebep olmakla beraber yol kullanıcıları için sürüş konforunun azalmasına sebep olmaktadır. Söz konusu bu hasarların örnek gösterimleri Şekil 6’da görülmektedir.



Şekil 6 İş makinelerince oluşturulan hasar örnekleri.

### *Yol Yüzeyinde Oluşturulan Kesikler*

Genellikle üstyapının altından bir altyapı tesisi geçirmek amacıyla belirli bir genişlikte açılacak bir kazı alanına öncelik olması amacıyla üstyapılar kesilir. Normal şartlar altında planlanan imalatın tamamlanmasından sonra kaldırılan üstyapı kesiminde aynı tasarımda bitümlü karışım ile yama yapılması beklenir. Fakat, zaman zaman üstyapıların kesilmesinden sonra değiştirilen kararlar sonucu veya planlanmayan gereğinden fazla açılan kesikler yüzünden üstyapıların bu noktalarda önemli performans kayıplarına maruz kaldığı görülmektedir. Ayrıca, bu noktalardan yüzeysel suların üstyapı gövdesine ve hatta altyapıya geçtiği tahmin edilmektedir. Bozulma tanımlama kılavuzlarında kabul edilen herhangi bir bozulma çeşidine karşılık gelmeyen bu bozulmanın örnekleri Şekil 7’de görülmektedir.



Şekil 7 Yol yüzeyinde oluşturulan kesiklerin örnekleri.

Yukarıda bahsedilen bozulma çeşitlerinin daha da çoğaltılabileceği açıktır. Fakat, üstyapıların yönetiminde görevli olan kurum/kuruluşlarca yapılan çok kaba imalat hataları olarak kabul edilebilecek bu bozulmalara ülkemizin farklı bölgelerinde rastlanıldığı bilinmektedir.

## **Sonuç**

Yapılan bu çalışmada öncelikli olarak, farklı otoritelerce kabul edilmiş üstyapılar için yüzey bozulmaların tanımlandığı kılavuzlar özet olarak açıklanmıştır. Akabinde dünyada başlıca iki eser olan ASTM ve FHWA (LTPP) kılavuzlarında esas kabul edilen bozulma tipleri tablolar halinde belirtilmiştir. Daha sonra, ülkemizde muhtelif bölgelerde farklı hizmet sınıflarındaki yollarda karşılaşılabilecek, tanımlanması konusunda oldukça zorlanılan bozulmalar ve oluşma nedenleri fotoğraflarla örneklenerek açıklanmaya çalışılmıştır.

İmalat hatası olarak tanımlanabilecek bu bozulmaların yolun kullanıcılarına sağladığı sürüş konforunun ve güvenliğinin azalmasına sebep olmasının yanında yolların mevcut performansını değerlendirmek amacıyla yüzey bozulma verilerini inceleyen arazi operatörlerinin de çaresiz

kalmasına sebep olmaktadır. Çok basit olarak çeşitli kaynaklarda açıklanan mühendislik kısıtlarına ve hassasiyetlerine uyulması halinde bu türde bozulma tanımlama kılavuzlarında kabul edilen herhangi bir bozulma çeşidine karşılık gelmeyen bozulmalarla karşılaşmayacağı ve yol kullanıcılarına daha güvenli, aynı zamanda konforlu hizmet veren üstyapıların sürdürülebilir bir şekilde ikame ettirileceği açıkça görünen bir gerçektir.

Yapılan bu çalışma ile üstyapıların işletimi konusunda biraz da olsa farkındalık yaratılmaya çalışılmıştır. Basit önlem ve dikkatli çalışma ile aynı yatırımı yaparak daha güvenli ve konforlu yollarda seyahat edebileceğimiz gerçeği unutulmamaya çalışılmıştır.

## Kaynaklar

ASTM Standart D 6433-11, (2011) Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys.

Haas R., Hudson W.R., Zaniewski J., (1994) Modern Pavement Management, Krieger Publishing Company, Florida, USA.

Kırbaş, U., (2007) Üstyapı Yönetim Sistemi ve Beşiktaş İlçesi Örneğinde Uygulama Olanaklarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kırbaş, U., (2013) Şehiriçi Yollarda Üstyapı Bakım Yönetim Sistemi Kurulması, Türkiye Örneği, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Miller, J.S., Bellinger, W.Y., Federal Highway Administration (2003) Distress identification manual for the long-term pavement performance program.

Shahin, M.Y., (2002) Pavement Management For Airports, Roads and Parking Lots, Kluwer Academic Publishers, Boston, London, U.K.

Yayla, N. (2004), Karayolu Mühendisliği, Birsen Yayınevi, İstanbul.

# İstanbul'daki T-Kavşaklarda Üçgen Görüş Alanlarının İrdelenmesi

**Gürcan SARISOY<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat  
Fakültesi, Ulaştırma Anabilim Dalı, İstanbul  
Tel: (0532) 486 66 57  
E-Posta: gurcansarisoy@gmail.com

**Mazdak SADEGHPOUR<sup>2</sup>**

<sup>2</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat  
Fakültesi, Ulaştırma Anabilim Dalı, İstanbul  
Tel: (0539) 567 40 63  
E-Posta: mazdak.sg@gmail.com

**Kemal Selçuk ÖĞÜT<sup>3</sup>**

<sup>3</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, Ulaştırma Anabilim Dalı, İstanbul  
Tel: (0543) 795 4310  
E-Posta: oguts@itu.edu.tr

## Özet

Ülkemizde nüfusun artması ve gelir düzeyinin yükselmesiyle insanların araç kullanımı artmakta, talepteki bu artışın, trafik yönetimi teknikleri ile karşılanması gerekmektedir. Bu tekniklerden biri de mevcut karayolu ağının en verimli ve güvenli kullanımının sağlanmasıdır. Karayollarında, kavşaklar güvenliliğin azaldığı bölgeler olup buralarda hareketlilik ve güvenlik birbiriyle uyumlu olmalıdır. Kavşaklarda güvenliğin sağlanması için, belli tasarım ölçütlerine uyulmalıdır. Bu tasarım ölçütlerinden biri de yeterli üçgen görüş alanlarının sağlanmasıdır. Üçgen görüş alanlarının içinde araç sürücülerinin kavşağı kullanan diğer araçları görmesini engelleyecek nesnelere bulunmaması gerekmektedir.

Bu çalışmada, İstanbul'da çeşitli bölgelerden 35 tane T-kavşak belirlenmiş ve bu kavşakların üçgen görüş alanları açısından uygunluğu incelenmiştir. Bu kavşaklardan 22 tanesi dur kontrollü, 13 tanesi yol ver kontrollü kavşak olarak seçilmiştir. Seçilen kavşak sayısı, çalışma ekibinin büyüklüğü ve çalışma süresi dikkate alınarak belirlenmiş olup, İstanbul'daki T-kavşakların sayısı tam olarak bilinmediğinden belli bir yüzdeyi göstermemektedir. T-kavşaklarda üçgen görüş alanlarının içinde sürücülerin kavşağı kullanan diğer taşıtları görmesini engelleyecek cisimlerin varlığı irdelenip, kavşağın üçgen görüş alanı bakımından güvenliliği araştırılmıştır. Üçgen görüş alanlarının standartları, Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından 2005 yılında yayınlanan Karayolları Tasarımı El Kitabı'ndan (KGM, 2005) elde edilmiştir. Çalışmada ayrıca, dur ve yol ver levhalarının sahadaki varlığı, konumu ve üçgen görüş alanında görüşü engelleyen nesnelere neler olduğu da değerlendirilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Üçgen görüş alanı, kavşak güvenliği, dur kontrollü kavşak, yol ver kontrollü kavşak.



## Giriş

Trafikte oluşan gecikmelerin arttığı, kapasite ve güvenliğin azaldığı alanların başında kavşaklar gelmektedir. Trafik akımının birbiri içinden geçerek yönsel olarak dağılımının sağlandığı alanlar olan kavşaklar, trafiğin yönetilmesi için vazgeçilmez elemanlardır. Eşdüzey kavşaklar ışık kontrollü ve ışık kontrolsüz kavşaklar olarak ikiye ayrılırlar. Trafik hacminin yüksek olduğu kavşaklarda çoğunlukla ışık kontrol sistemine başvurulmasına karşın, kırsal alanlar ve trafik hacminin düşük olduğu kentsel bölgelerde ışık kontrolsüz kavşaklar yaygın şekilde tercih edilmektedir. Işık kontrolsüz kavşaklarda, ana yol ve yan yolun mevcut olması durumunda kavşak genellikle dur ya da yol ver kontrollü olarak işletilmektedir.

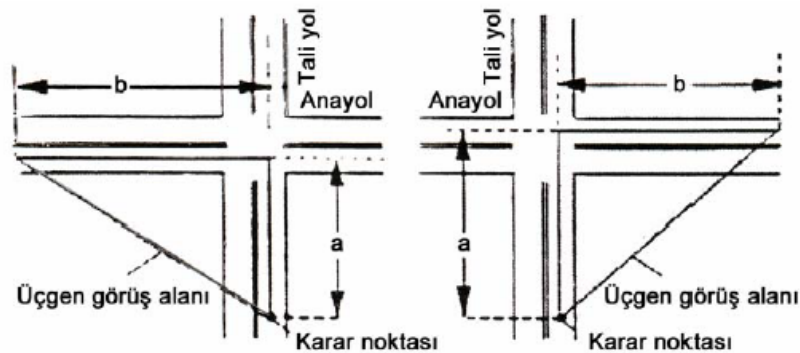
Işık kontrolsüz kavşaklarda güvenliği sağlamak ve meydana gelebilecek kazaları önlemek amacıyla, kavşak tasarımında kullanılan tasarım ölçütlerinden biri de üçgen görüş alanlarının içinde görüşü engelleyecek bir cismin olmamasıdır. Her türlü eşdüzey kavşak tasarımında üçgen görüş alanları düzenlenmesinin yapılması gerekmektedir.

Ülkemizde ışık kontrolsüz kavşaklarda, özellikle dur kontrollü ve yol ver kontrollü olarak tasarlanmış olanlar için, tasarım ölçütlerinin incelenmesi ve sorunların çözülmesi gerekmektedir. Bu kapsamda İstanbul ilinde 35 adet T-kavşak belirlenmiş, belirlenen 22 dur kontrollü ve 13 yol ver kontrollü kavşaklarda yerinde inceleme yapılmış, inceleme sonucunda dikey ve yatay işaretlemenin varlığı, levha konumu ve özellikle üçgen görüş alanlarının sağlanma durumu araştırılmıştır.

### Çalışmada Kullanılan Yöntem

Eşdüzey kavşakların en basiti üç kollu T-kavşaklardır. T-kavşaklarda yan yolun ana yola dike yakın ( $60^\circ$ 'den büyük) açıyla bağlanması kavşak güvenliği açısından son derece önemlidir. Çalışmada seçilen dur kontrollü ve yol ver kontrollü T-kavşaklarda bu özelliğin sağlanmasına dikkat edilmiştir.

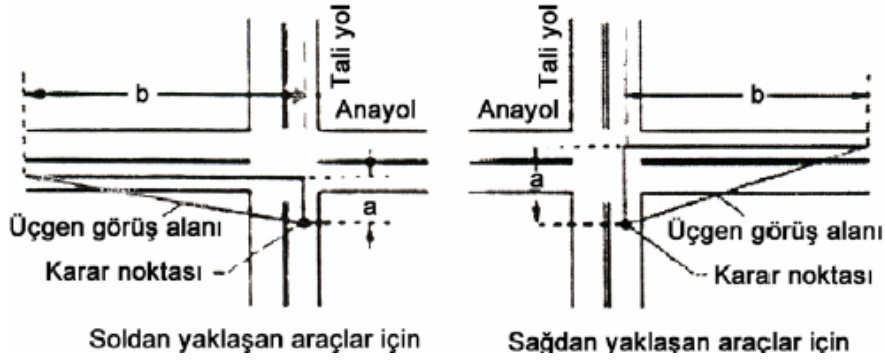
Üçgen görüş alanı ikiye ayrılmaktadır. Bunlardan ilki, yan yoldan gelen araç sürücüsünün kavşağa yaklaşırken ana yolu kontrol etmesi durumunda oluşacak üçgen görüş alanı olup, "yaklaşım üçgen görüş alanı" olarak tanımlanmaktadır. Bu görüş üçgeninin yan yol üzerindeki köşesi karar noktası olarak adlandırılıp, sürücünün burada ana yoldaki araç varlığına göre durma ya da yola devam ederek kavşaktan geçme kararını vermesi gerekmektedir. Yaklaşım üçgen görüş alanının eşdüzey kavşaklardaki durumu Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Eşdüzey Kavşaklarda Yaklaşım Üçgen Görüş Alanı (KGM, 2005)



İkinci üçgen görüş alanı, “ayrılış üçgen görüş alanı” olarak adlandırılıp, yan yolda duran bir araç sürücüsünün ana yoldaki araçların varlığına göre durmaya devam etmesi ya da kavşaktan geçmesi kararını verebilmesi için sağlanması gereken güvenli görüş uzunluğunu içeren üçgen görüş alanıdır. Ayrılış üçgen görüş alanının eşdüzey kavşaklardaki durumu Şekil 2’de gösterilmektedir.



Şekil 2. Eşdüzey Kavşaklarda Ayrılış Üçgen Görüş Alanı (KGM, 2005)

Dur kontrollü kavşaklarda üçgen görüş alanı, ayrılış üçgen görüş alanına uymaktadır. Bu tip kavşaklarda yan yoldan gelen sürücüler mutlaka tam duruş yapmalı, daha sonra ana yoldaki aracın varlığı kontrol edilmelidir. Dur kontrollü kavşaklarda; yan yoldan sağa dönüş yapılması durumu, yan yoldan sola dönüş yapılması durumu ve yan yoldan doğru gidilmesi durumu olmak üzere 3 farklı durumu için hesaplanan görüş üçgeni boyutları değişmektedir.

Yol ver kontrollü kavşaklarda üçgen görüş alanı, ayrılış üçgen görüş alanına uymakta olup, yan yoldan gelen sürücülerin kavşak girişinde durmaları zorunlu değildir. Yol ver kontrollü kavşaklarda, hesaplanan görüş üçgeni boyutları, yan yoldan doğru gidilmesi durumu ve yan yoldan sağa/sola dönülmesi durumu olmak üzere 2 farklı durum için değişiklik göstermektedir.

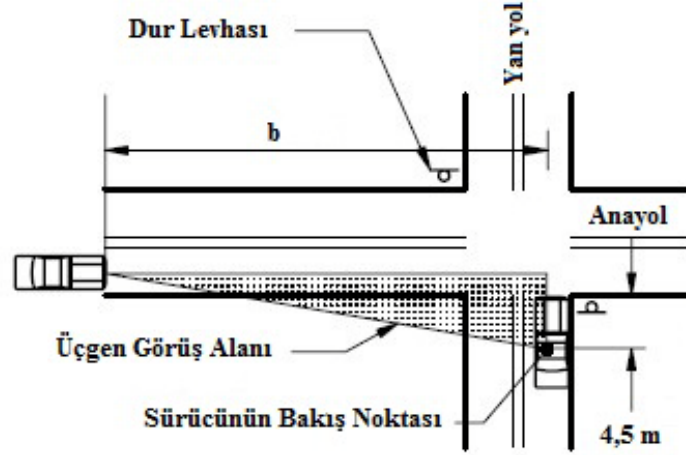
Üçgen görüş alanları hesabında kullanılacak standartlar Karayolları Tasarım El Kitabı (KGM, 2005)’dan alınmış olup, bu kitapta yer alan bilgiler, “*A Policy on Geometric Design of Highway and Streets*” (AASHTO, 2001) adlı kitaptan tercüme şeklindedir.

Üçgen görüş alanının bulunması için, Şekil 1 ve Şekil 2’de görülen üçgen kenar uzunlukları olan  $a$  ve  $b$ ’nin hesaplanması gerekmektedir. Bu hesaplamada yapılacak ilk işlem tasarım taşıtı ve tasarım hızının seçilmesidir. Bu bağlamda yapılan çalışmanın şehiriçi yollarda yapıldığı göz önüne alınarak tasarım taşıtı otomobil; tasarım hızı, kavşak yaklaşımında incelenen yol üzerinde herhangi bir hız sınırlaması varsa o hız değeri, yoksa 50 km/sa alınmıştır. Buna karşın kavşak kollarında yer alan hız sınırları 20-30 km/sa gibi çok küçük değerlerdir. Bu hız sınır levhaları, çoğu zaman daha yüksek hızlara göre tasarlanmış ancak trafik kazalarına yol açacak şekilde önemli bazı tasarım kriterlerinin göz ardı edildiği kavşaklarda veya yol kesimlerinde uygulamacılar (KGM veya belediyeler) tarafından yerleştirilen levhalardır.

### Yan Yol Üzerindeki Görüş Üçgeni Kenar Uzunluğu ( $a$ )

Görüş üçgeninin yan yol üzerindeki uzunluğu ( $a$ ) yol ver kontrollü kavşaklarda doğru giden araçlar için tasarım hızına göre değişmekte olup, yan yol tasarım hızının 20-130 km/sa değerleri için  $a$  uzunluğu 20-205 m arasındadır. Yan yoldan sağa ve sola dönülmesi durumunda ise yol ver kontrollü kavşaklarda  $a$  uzunluğu 25 m olarak belirlenmiştir (AASHTO, 2001).

Dur kontrollü kavşaklarda yan yol üzerindeki uzunluk, yan yolda duran aracın ön tamponundan, kavşak başlangıcına kadar olan uzunluk artı 4,4-5,4 m olarak önerilmektedir (Illinois Dept. of Transp., 2006). Bu uzunluk (4,4-5,4 m) şoförün aracının ön tamponuna olan uzaklığı ile ana yoldaki şeridin yarı genişliğidir (Şekil 3). Bu çalışma kapsamında, yan yolda yaya geçidi olmaması durumunda a uzunluğu 4,5 m alınmıştır.



Şekil 3. Görüş Üçgeni Kenar Uzunluğu a Değeri (Illinois Dept. of Transp., 2006)

### Ana yol Üzerindeki Görüş Üçgeni Kenar Uzunluğu (b)

Görüş üçgeninin b kenar uzunluğu Denklem (1) yardımıyla hesaplanır.

$$b = v \times t_g \quad (1)$$

Burada;

- b : Görüş üçgeni kenar uzunluğu (m)
- v : Ana yoldaki tasarım hızı (m/sn)
- $t_g$  : Kritik aralık (sn)

Kritik aralık, yan yoldaki taşıtın ana yola güvenli girmesi için gerekli süreyi göstermektedir. Kritik aralık; tasarım taşıtı, ana yol eğimi, ana yoldaki şerit sayısı ve orta ayırıcı varlığına göre değişkenlik göstermektedir.

Kritik aralık:

- ◆ Dur kontrollü kavşakta otomobil için sağa dönüş ve doğru gidiş durumlarında 6,5 sn
- ◆ Dur kontrollü kavşakta otomobil için sola dönüş durumunda 7,5 sn
- ◆ Yol ver kontrollü kavşakta otomobil için sağa/sola dönüş durumunda 8,0 sn'dir.

Dur kontrollü kavşakta,

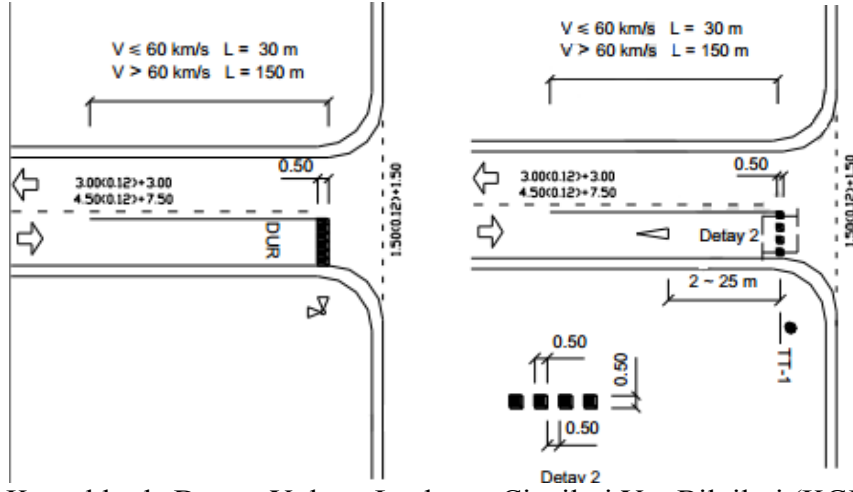
- ◆ Kritik aralığa, yan yol eğiminin %3'den fazla olduğu durumlarda her %1 eğim fazlalığı için sağa dönüş durumunda 0,1 sn ve sola dönüş durumunda 0,2 sn eklenir.
- ◆ Kritik aralığa, çok şeritli yollarda 2. şeritten sonra şerit başına 0,5 sn eklenir.

Yol ver kontrollü kavşakta,

- ◆ Kritik aralıkta yan yol eğimi nedeniyle düzeltme yapılmasına gerek yoktur.
- ◆ Kritik aralıkta, çok şeritli ana yollarda sağa dönüşte düzeltme yapılmazken, sola dönüşte 2. şeritten sonra şerit başına 0,5 sn eklenir (KGM, 2005).

## Yatay ve Düşey İşaretlemelerin Standartları

Dur ve yol ver kontrollü kavşaklarda yatay ve düşey işaretlemenin standartları, KGM tarafından 2004 yılında yayımlanan Trafik İşaretleri El Kitabı'ndan (KGM, 2004) alınmıştır. Buna göre Şekil 4'te dur ve yol ver kontrollü kavşaklar için gerekli işaretleme görülmektedir.



Şekil 4. Kavşaklarda Dur ve Yol ver Levha ve Çizgileri Yer Bilgileri (KGM, 2004)

Trafik İşaretleri El Kitabı'nda (KGM, 2004) dur ve yol ver çizgilerinin ve trafik levhalarının yaya geçidi olmaması durumunda kavşaktan ne kadar içeride olması gerektiğine ait bilgi bulunmamaktadır.

## Çalışma Verileri

Çalışma kapsamında ilk olarak yol ver ve dur kontrollü T-kavşaklar, çalışmada incelenecek sayıdan daha fazla sayıda kavşak harita üzerinde belirlenmiştir. Daha sonra bu kavşaklar yerinde incelendiğinde bir kısmının, özellikle Avrupa Yakası'nda bulunanların, trafik hacminin artması nedeniyle ışık kontrollü kavşağa dönüştürüldüğü görülmüştür.

İncelenecek kavşaklarda görüş üçgenlerinin kenar uzunlukları (a ve b) sahada ölçüme başlamadan önce her kavşağın özelliklerine (tasarım hızı, şerit sayısı, boyuna eğim, orta ayırıcının varlığı) göre belirlenmiştir. Sonrasında incelenecek kavşaklara sırayla gidilerek bu değerler kavşak üzerinde bulunmuş ve üçgen görüş alanının sağlanabilirliği irdelenmiştir. Bu irdeleme, yan yol ve ana yolun kesiştiği noktadan, yan yol üzerinde 'a' kadar ileri giden bir gözlemci ve ana yol üzerinde 'b' kadar ileri giden ikinci gözlemcinin buldukları noktalardan birbirlerini görmelerinin mümkün olup olmadığı şeklinde yapılmış, bu sırada gözlemcilerin birbirlerini görmeleri mümkün değil ise nelerin görüşü engellediği kaydedilmiştir. Ayrıca kavşakta trafik levhası, yatay işaretleme ve levha konumu da incelenmiştir. İncelenen dur kontrollü ve yol ver kontrollü kavşaklar için Tablo 1 ve Tablo 2'de hesaplanan a ve b değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 1. Dur Kontrollü Kavşakların Geometrik Özellikleri

No	İlçe	Ana Yol	Yan Yol	Ana Yol				Yan Yol Eğimi (%)	“a” (m)	“b”	
				Tasarım Hızı (km/sa)	Toplam Şerit Sayısı	Trafik Yönü	Orta Ayırıcı			Sağa dönüş (m)	Sola dönüş (m)
1	Üsküdar	Üçpınarlar Cd.	Kapıağı Sk.	30	2	Çift Yönlü	Yok	4,5	54,2	62,5	
2		Libadiye Cd.	Ünalan Cd.	30	3	Tek Yönlü	Yok	4,5	58,3	Dönüş yok	
3		Ünalan Cd.	G. Birgöl Cd.		30	2	Çift Yönlü	Yok	4,5	54,2	62,5
4	Ataşehir	Libadiye Cd.	Tahralı Sk.	50	2	Tek Yönlü	Yok	4,5	90,3	Dönüş yok	
5		K. Çiftlik Yolu	Tahralı Sk.	50	2	Çift Yönlü	Yok	4,5	90,3	104,2	
6		Fevzi Çakmak	Haçı Bekir	30	4	Çift Yönlü	Var	8	56,7	70,4	
7		F. Çakmak Cd.	G. Yazıcı Cd.	30	4	Çift Yönlü	Var	8	54,2	67,9	
8	Kadıköy	Mandıra Cd.	Küme Sk.	30	2	Çift Yönlü	Yok	8	54,2	62,5	
9	Maltepe	Sanayi Cd.	Fener Sk.	30	2	Çift Yönlü	Yok	4,5	54,2	62,5	
10		R. Tongsir Cd.	Ali Reis Sk.	50	2	Tek Yönlü	Yok	4,5	90,3	Dönüş yok	
11		Atatürk Cd.	Koop. Cd.		30	2	Çift Yönlü	Yok	4,5	54,2	62,5
12		İnönü Cd.	Hasret Sk.		20	2	Çift Yönlü	Yok	4,5	36,1	41,7
13		İnönü Cd.	Buğra Sk.		20	2	Çift Yönlü	Yok	8	36,1	41,7
14		Atatürk Cd.	Kaktüs Sk.		50	2	Tek Yönlü	Yok	4,5	90,3	Dönüş yok
15		Büyükdere Cd.	Yazarlar Sk.		50	3	Tek Yönlü	Yok	4,5	90,3	Dönüş yok
16	Şişli	Büyükdere Cd.	Müselles Sk.	50	3	Tek Yönlü	Yok	4,5	56,7	Dönüş yok	
17		Fulya Cd.	Bahçeler Sk.	30	2	Tek Yönlü	Yok	4,5	56,7	Dönüş yok	
18		Mecidiyeköy Cd.	Lokum Sk.		30	3	Tek Yönlü	Yok	4,5	54,2	Dönüş yok
19	Beşiktaş	Büyükdere Cd.	G-44 Sk.	50	3	Tek Yönlü	Yok	4,5	90,3	Dönüş yok	
20		Levent Cd.	Lale Sk.	30	2	Tek Yönlü	Yok	4,5	54,2	Dönüş yok	
21		Levent Cd.	Yeni. Sk.	30	2	Çift Yönlü	Yok	4,5	55,4	63,8	
22		Büyükdere Cd.	Levent Cd.		50	4	Tek Yönlü	Yok	4,5	90,3	Dönüş yok

Tablo 2. Yol Ver Kontrollü Kavşakların Geometrik Özellikleri

No	İlçe	Ana Yol	Yan Yol	Ana Yol				Yan Yol Eğimi(%)	“a” (m)	“b” Sağa/Sola dönüş(m)
				Tasarım Hızı (km/sa)	Toplam Şerit Sayısı	Trafik Yönü	Orta Ayrıcı			
1		Soyak Siteleri Cd.	G. Birgöl Cd.	30	2	Çift Yönlü	Yok	< 3	25	66,7
2	Üsküdar	Libadiye Cd.	Soyak Siteleri Cd.	30	2	Tek Yönlü	Yok	< 3	25	66,7
3		Libadiye Cd.	Şht. Cahar Dudaşev Cd.	50	3	Tek Yönlü	Yok	< 3	25	111,1
4		Hızırbey Cd.	Küme Sk.	30	2	Çift Yönlü	Yok	< 3	25	66,7
5	Kadıköy	Hızırbey Cd.	Karaman Sk.	30	2	Çift Yönlü	Yok	< 3	25	66,7
6		Bayar Cd.	Sarı Kanaryalar Sk.	30	2	Çift Yönlü	Yok	< 3	25	66,7
7		Bayar Cd.	Rıfki Bey Sk.	30	2	Çift Yönlü	Yok	< 3	25	66,7
8	Ataşehir	D-100	Kayıdağ Cd.	80	4	Tek Yönlü	Yok	< 3	25	177,8
9		Sanayi Cd.	Sakarya Sk.	30	2	Çift Yönlü	Yok	< 3	25	66,7
10	Maltepe	Rıfki Tongsır Cd.	Avcılar Sk.	30	2	Tek Yönlü	Yok	< 3	25	66,7
11		Atatürk Cd.	Yücelen Sk.	30	2	Tek Yönlü	Yok	< 3	25	66,7
12	Kartal	Özmen Sk.	Kani Paşa Cd.	30	2	Çift Yönlü	Yok	< 3	25	66,7
13	Şişli	Büyükdere Cd.	Matbuat Sk.	30	2	Tek Yönlü	Yok	< 3	25	66,7

Düşey ve yatay işaretleme varlığı, üçgen görüş alanının sağlanma durumu ve sağlanmıyorsa nedeni Tablo 3 ve Tablo 4’de dur kontrollü ve yol ver kontrollü kavşaklar olarak ayrı ayrı görülmektedir.

Tablo 3. Dur Kontrollü Kavşaklarda Ölçüm Sonuçları.

No	Levhanın Varlığı	Yatay İşaretleme Varlığı	Üçgen Görüş Alanı		Üçgen Görüş Sağlanmama Nedeni
			Sağa dönüş	Sola dönüş	
1	Var	Yok	Sağlanmıyor	Sağlanmıyor	Yapı
2	Var	Yok	Sağlanıyor	Sola dönüş yok	-
3	Var	Yok	Sağlanıyor	Sağlanmıyor	Yapı
4	Var	Yok	Sağlanıyor	Sola dönüş yok	-
5	Var	Yok	Sağlanıyor	Sağlanmıyor	Yapı
6	Var	Var*	Sağlanmıyor	Sağlanmıyor	Yasak Parklanma
7	Yok	Var*	Sağlanmıyor	Sağlanıyor	Yanlış Park Cebi
8	Yok	Var*	Sağlanmıyor	Sağlanmıyor	Yasak Parklanma
9	Var	Yok	Sağlanıyor	Sağlanıyor	-
10	Var	Yok	Sağlanmıyor	Sola dönüş yok	Yasak Parklanma
11	Var	Yok	Sağlanmıyor	Sağlanmıyor	Yasak Parklanma
12	Var	Yok	Sağlanmıyor	Sağlanmıyor	Yasak Parklanma
13	Var	Var*	Sağlanıyor	Sağlanmıyor	Yapı
14	Var	Yok	Sağlanmıyor	Sola dönüş yok	Ağaç
15	Var	Yok	Sağlanıyor	Sola dönüş yok	-
16	Var	Yok	Sağlanıyor	Sola dönüş yok	-
17	Var	Yok	Sağlanmıyor	Sola dönüş yok	Durak
18	Var	Yok	Sağlanmıyor	Sola dönüş yok	Yapı
19	Var	Yok	Sağlanmıyor	Sağlanmıyor	Yapı
20	Var	Yok	Sağlanmıyor	Sola dönüş yok	Yanlış Park Cebi
21	Var	Yok	Sağlanmıyor	Sola dönüş yok	Yasak Parklama
22	Var	Yok	Sağlanmıyor	Sola dönüş yok	Yapı

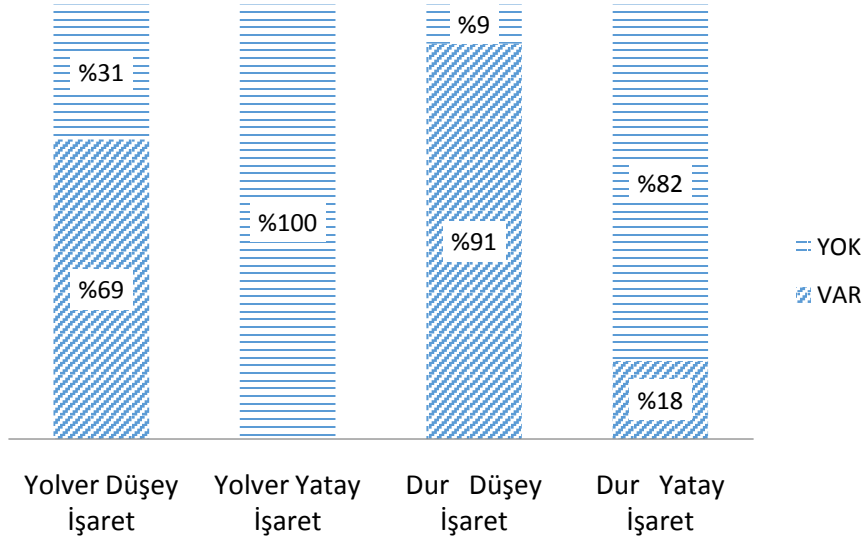
\*Yaya geçidine ait yatay işaretleme.

Tablo 4. Yol ver Kontrollü Kavşaklarda Ölçüm Sonuçları.

No	Levhanın Varlığı	Yatay İşaretlerin Varlığı	Üçgen Görüş Alanı		Üçgen Görüş Sağlanmama Nedeni
			Sağa dönüş	Sola dönüş	
1	Var	Yok	Sağlanmıyor	Sağlanmıyor	Yapı
2	Var	Yok	Sağlanmıyor	Sola dönüş	Yapı
3	Var	Yok	Sağlanıyor	Sola dönüş	-
4	Var	Yok	Sağlanmıyor	Sağlanmıyor	Yapı
5	Var	Yok	Sağlanmıyor	Sağlanmıyor	Yapı
6	Var	Yok	Sağlanıyor	Sola dönüş	-
7	Yok	Yok	Sağlanmıyor	Sağlanmıyor	Yapı
8	Yok	Yok	Sağlanmıyor	Sağlanmıyor	Yapı
9	Yok	Yok	Sağlanıyor	Sağlanıyor	-
10	Var	Yok	Sağlanıyor	Sola dönüş	-
11	Var	Yok	Sağlanıyor	Sola dönüş	-
12	Var	Yok	Sağlanmıyor	Sağlanmıyor	Yapı
13	Yok	Yok	Sağlanmıyor	Sola dönüş	Yapı

İncelenen yol ver kontrollü kavşaklarda %69, dur kontrollü kavşaklarda %77 oranında üçgen görüş alanının sağlanmadığı görülmüştür. Yol ver kontrollü kavşaklarda üçgen görüş alanının sağlanamamasının nedeni bu kavşakların tümünde yapı engelleridir. Dur kontrollü kavşaklarda ise sağlanamamasının en önemli nedenleri %48 yasak parklanma ve yanlış park cebi uygulaması, %41 oranında yapı engelleridir. Ayrıca kavşak kolunda 20-30 km/sa gibi hız sınırlamasının olduğu kesimlerde bu hız sınırlarına sürücüler tarafından uyulmadığı belirlenmiştir.

Gözlem yapılan yol ver ve dur kontrollü kavşaklarda düşey ve yatay işaretlerin varlığı Şekil 5' te gösterilmektedir.



Şekil 5. Yol ver ve Dur Kontrollü Kavşakların Düşey ve Yatay İşaretlerin Varlığının Yüzdesele Gösterimi.

## Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında İstanbul'da dur ve yol ver kontrollü kavşaklarda üçgen görüş alanı incelenmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda, incelenen dur kontrollü kavşaklarda düşey işaretleme %91, yatay işaretleme %18 oranında sağlanmaktadır. Bu yatay işaretleme tümünün yaya geçidine ait olduğu görülmektedir. Dur kontrollü kavşaklarda düşey işaretleme, yatay işaretleme tarafından yeterince desteklenmemektedir. Üçgen görüş alanı ise, bu kavşakların ancak %23'ünde sağlanmaktadır.

Yol ver kontrollü kavşaklarda düşey işaretleme %69 oranında sağlanmakta olup, bu kavşakların hiçbirinde yatay işaretleme bulunmamaktadır. Bu kavşaklarda üçgen görüş alanı ancak %31 oranında sağlanmaktadır.

Yol ver ve dur kontrollü kavşaklarda üçgen görüş alanı sağlanmama nedenleri; yasak parklanma, yanlış park cebi uygulaması ve yapı engelleri olarak görülmektedir. Özellikle yasak parklanma sebebi araştırma yapılan kavşakların çoğunda görülmüş olup, önemli bir sıkıntıyı gözler önüne sermektedir. Bu konuda, Karayolları Trafik Yönetmeliği'nde 'kavşaklar, tüneller, rampalar, köprüler ve bağlantı yollarında ve buralara, yerleşim birimleri içinde 5 metre ve yerleşim birimleri dışında 100 metre mesafede park etmek yasaktır'

(KGM,1997) ifadesi yer almaktadır. Ancak bu kanunda belirtilen 5 m'lik mesafenin yalnızca yaya hareketleri için gerekli olduğu, kavşaklarda güvenli üçgen görüş alanının sağlanması açısından yeterli olmadığı açıktır.

Bu durumda kavşak bölgesinde yapılan yasak parklanmalarının engellenmesi, hatalı olarak yapılan park ceplerinin kaldırılması gerekmektedir. Kavşak bölgesinde, taşıtların yol kenarına parklanmasını engelleyecek şekilde kaldırımın genişletilmesi, bu konuda yapılabilecek ucuz, basit ve buna karşın etkin bir çözümdür. Ayrıca yol kenarı park alanlarının ciddi bir geometrik düzenlemeye gereksinim duyulmaktadır.

Sürücülerin trafik levhaları hakkında yeterince bilgi sahibi olmadığı, kavşak çevresinde nasıl davranışlar sergileyeceklerinin bilincine varamadıkları, ölçümler esnasında görülen yasak parklanma, levhalara uyma eksikliği gibi davranışlarda açıkça görülmüştür. Bu yüzden yalnızca yatay ve düşey işaretlemenin tamamen doğru uygulanmasının yanı sıra sürücülere bu konunun önemi vurgulanmalı ve gerekli denetimler sıklaştırılmalıdır. Ancak denetimlerin kavşakların geometrik olarak üçgen görüş alanlarını sağlayacak şekilde düzenlenmesinden sonra yapılması şarttır.

## Kaynakça

AASHTO (2001), American Association of State Highway and Transportation Officials, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, Washington, D.C.

HCM (2000), Transportation Research Board, National Research Council, Highway capacity manual , Washington, D.C.

Illinois Department of Transportation, (2006), Bureau of Local Roads and Streets Manual

KGM (1997), Karayolları Genel Müdürlüğü, KarayollarıTrafik Yönetmeliği

KGM (2004), Karayolları Genel Müdürlüğü, Trafik İşaretleri El Kitabı

KGM (2005), Karayolları Genel Müdürlüğü, Karayolları Tasarım El Kitabı



# Ülkemiz Karayollarında Kar ve Buz Mücadelesi Yönetimi İçin Yeni Bir Maliyet Hesabı Önerisi

**Ahmet Fatih KIĞILI**  
KGM Yol Yapım Dairesi Başkanlığı  
İnönü Bul. No: 14 08100, Çankaya,  
Ankara  
Tel: (312) 415 70 00/8696  
E-Posta: afkigili@kgm.gov.tr

**Mustafa Sinan YARDIM**  
YTÜ İnşaat Fak. İnşaat Müh. Böl.  
Davutpaşa Kampüsü, 34210, Esenler-  
İstanbul  
Tel: (212) 383 51 83  
E-Posta: yardim@yildiz.edu.tr

## Öz

Karayolları Genel Müdürlüğünde kış mücadelesi maliyetleri halihazırda Bakım Bilgi Formları (*BBF*) yardımıyla hesaplanmakta olup, ödenekler de buna göre çıkmaktadır. Yüksek ödenek miktarlarına rağmen istenilen verim alınamamaktadır. Bu çalışma kapsamında maliyetleri azaltmak için, kış mücadelesinin yüklenici firmalar tarafından yapılmasının maliyetleri düşüreceği düşüncesiyle, Birim Fiyat Teklifi (*BFT*) ihale yönteminin uygulanması önerilmiştir. Bunun için, KGM 18. Bölge Müdürlüğü Tesisler ve Bakım Başmühendisliğindeki Kars ve Ardahan şubelerine ait kışlık bakım bilgi formlarında kar ve buz mücadelesinde oluşan maliyetler incelenmiştir. Her iki yöntemde oluşan maliyet birbiriyle kıyaslanmıştır. 2010-2013 yıllarını kapsayan dört yıllık ortalama maliyet azalması %24 olarak bulunmuştur.

**Anahtar sözcükler:** Kar ve buz mücadelesi (KBM), KBM maliyeti, KBM ihalesi, Bakım Bilgi Formları (*BBF*), Birim Fiyat Teklifi (*BFT*).

## Giriş

Kar yağışı ve buzlanma karayollarında trafik seyri ve güvenlik bakımından önemli sorunlara sebep olmaktadır. Kar ve buzun etkili olduğu bölgelerde sürtünme kuvveti azalmakta, can ve mal kayıplarına sebep olan trafik kazaları meydana gelmektedir. KBM çalışmaları, günümüzde özellikle soğuk iklim şartlarının hâkim olduğu bölgelerdeki yol ağlarının hizmete açık tutulması için önem arz etmektedir.

Ülkemizde her yıl karayollarının bakımına küçümsenmeyecek tutarlar harcanmaktadır. Bu harcamalar gerek yeni yol imalatı, gerekse yolların kışlık bakımlarının sağlanması için yapılmaktadır. Ülkemizde her ne kadar dört mevsimin aynı anda yaşandığı söylenebilir de, kış şartlarının zorlu geçtiği coğrafi bölgelerimiz de bulunmaktadır. Bu bağlamda, 2011 kış döneminde Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) tarafından KBM için ülke genelinde 20 milyon lira civarında ödenek ayrılmıştır (Kıgılı, 2014).

Karayolları ve havalimanlarında, buzlanmayla mücadele amacıyla birçok yöntem geliştirilmiştir. Mekanik yöntemler, küreme, tuzlama, kum ve kimyasal madde uygulanmasıdır. Karayollarında buz çözücüler katı veya sıvı halinde uygulanarak yol üzerinde oluşan buzun erimesini sağlayan ve trafik seyrini normal hale getiren ürünlerdir. Havaalanlarında ise KBM’de uygulanan yöntemlerden birisi; ısıtmalı kaplama sistemleridir. Bu

sistem, kaplama tabakaları arasına yalıtılmış elektrik iletkenli asfalt ile sandviç yapı oluşturmaktadır. Yalıtkan tabaka üzerinde yerleştirilen kablolar üzerine elektrik iletkenliği artırılmış grafit uygulanır ve üzeri asfalt kaplanarak sistem oluşturulur. Yağış öncesi veya yağış sırasında, hem kaplama yüzeyinin kar tutmasını engelleyip temiz kalması sağlanır, hem de yağış sonrası uygulandığında kaplamaya yapışık halde bulunan kar ve buz çözer (Ahmedzade ve diğ. , 2007). Ancak günümüzde KBM'nin sadece bir takım malzemeleri kullanmaktan ibaret olmadığı, konunun yönetim ve işletme boyutlarının da önem kazanmakta olduğu unutulmamalıdır.

KGM'de halihazırda kış mücadelesi maliyetlerinin hesaplanmasında *BBF* yardımıyla bir hesaplama yapılmaktadır. Ödenekler de bu maliyet hesaplarına göre çıkmaktadır. Kurum, işleri kendisi yaptığı için yüksek ödeneklere rağmen istenilen verim alınmamaktadır. Maliyetleri azaltmak için, bu mücadelenin yüklenici firmalar tarafından yapılmasının maliyetleri düşüreceği düşüncesiyle, çalışma kapsamında *BFT* ihale yönteminin KBM işlerinde uygulanması önerilmiştir. Ülkemizde bu yöntem henüz uygulanmamaktadır.

Karayollarında kış mevsiminde yol bakım görevleri yüklenici bir firmaya verildiğinde çalıştırılan işçi maliyetlerinde azalma olacaktır. Kış bakımında kullanılacak malzemelerin toplam bedelinde de maliyet azalacaktır. Bunun yanı sıra şubelerde veya bakımevlerinde sürekli olarak ödenen elektrik, su ve doğalgaz vb. gibi faturaların maliyetleri düşecektir. Bu bildiriye, KGM 18. Bölge Müdürlüğü Tesisler ve Bakım Başmühendisliğinden elde edilen iki şubeye ait (Kars ve Ardahan) kışlık bakım bilgi formlarında kar ve buz mücadelesinde oluşan maliyetler incelenmiştir. Şubelerde kar ve buz mücadelesinde kullanılacak olan makinelerin günlük ortalama çalışma süreleri baz alınarak şubelerde yapılan bu çalışmaların yüklenici firma tarafından yapıldığında kış ayları için maliyeti hesaplanmıştır. Her iki durumda oluşan maliyet birbiriyle kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlar hem idare açısından hem de yüklenici açısından değerlendirilmiştir.

## **Kar Mücadelesi**

Yollarda ilk kar temizliği 1906 yılında, ABD'de Michigan eyaletinde, Dickenson Country'de yapılmıştır (Legault, 1960). Ülkemiz karayollarında ise ilk düzenli kar mücadelesi faaliyeti 1930 ile 1935 yılları arasında yapılmıştır. Ağır tipilere maruz kalan Erzurum-Trabzon şehirlerarası yolu, 1947 yılına kadar el aletleri kullanan ekiplerle açık tutulmaya çalışılmıştır (Kıgılı, 2014).

Yağan kar, yolda zamanla tehdit oluşturmaya başlar. Kar, soğuk havayla birleştiğinde kaplama tabakasında buz meydana gelir; bu da yolda büyük tehlikeler oluşturur. Kar mücadelesi, ileride karın yolda oluşturacağı tehlikeleri önlemek için çok önemlidir ve buz mücadelesinin tamamlayıcısı rolündedir. İyi bir kar mücadelesi sonucunda buz mücadelesine gerek kalmayabilir veya çok az bir buz mücadelesi faaliyeti ile yol tehditlerden arındırılabilir. Kar kontrolü programı; gerekli görülen yerlere kar siperleri yapılması sayesinde karın yol platformunda birikmesinin engellenmesini ve yağan karın kar makinalarıyla yol yüzeyinden mekanik olarak uzaklaştırılmasını içermektedir.

Mümkün olduğu takdirde şehir içi geçişlerinde kar, kamyonlara yüklenerek uzak mesafelere taşınmalıdır. Gelişmiş ülkelerde özellikle çok şeritli yollarda kar kürüme uygulamaları, arka arkaya sıralanmış, kademeli veya şaşırtmalı dizilmiş kar mücadele araçlarıyla yapılmaktadır. Karın yolda birikmesini önleyecek en önemli husus; kar siperleridir (Şekil 1). Bu mücadele,

yol dışında yapılırsa, hem ekonomik olacak hem yoldaki bozulmalar daha az olacak, hem de buzlanma azalacaktır. Kar siperlerinin çalışması esası, kar taşıyan (sürüyen) rüzgârların hızını düşürerek hareketli olan karı, kar siperlerinin önünde ve arkasında biriktirmektir (KGM, 1998).

Kar siperleri, yolda en fazla kar birikmesinin muhtemel olduğu kesimlere dikilir. Birikinti oluşan yol kesimleri dikkatli bir kontrole tabi tutulmalı, arazinin özelliklerini ve hâkim rüzgâr yönlerini tespit ederek, alınacak önleyici tedbirler bu verilere dayandırılmalıdır. Kar siperinin önünde ve arkasında biriken kar uzunluğu ve derinliği kar siperinin şekline ve ölçütlerine bağlıdır (KGM, 1998; Josiah ve Majeski, 2002).



Şekil 1 Enine şeritli kar siperleri, Kanada.

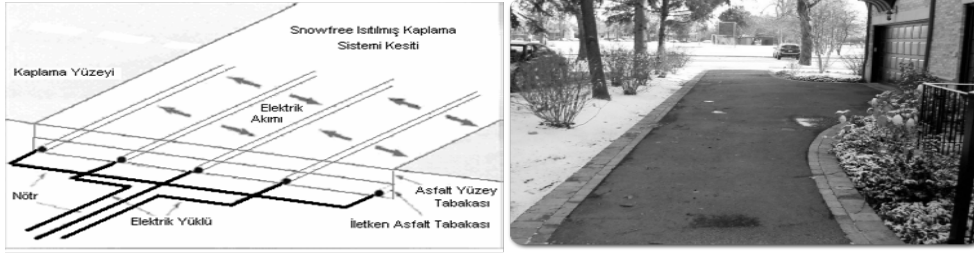
## Buz Mücadelesi

Buzlanma, kaplama üzerindeki karın trafik altında sıkışarak sulu kar haline geldikten sonra sıcaklığının düşmesi veya kaplama üzerindeki nemin ya da suyun donmasıyla oluşmaktadır. Buzlanmanın önlenmesi ana hatlarıyla; kurulan elektronik, mekanik ve haberleşme sistemleri ile, yol yüzeyi buz tutmadan önce müdahale edilerek trafik seyrini aksamadan sürdürebilmeyi içeren tedbirlerden oluşur (Kuloğlu ve Kök, 2005).

İki farklı buzla mücadele yöntemi vardır: kaplama üzerindeki oluşmuş buzun çözülmesi (de-icing) ve kaplamanın buz tutmasının önlenmesi (anti-icing). Buzun çözülmesinde, mevcut buzun aşındırıcılar ve/veya kimyasallar kullanarak çözmek ya da yol ile bağlantısını koparmak amaçlanmaktadır. Buzlanmanın önlenmesi, kar yağışından önce ya da kar yağışı esnasında karın yüzeye yapışmasını ve buzlanma oluşumunu önlemeye yönelik çalışmalardır.

Kar ve buz ile daha hızlı, etkili ve ekonomik bir şekilde mücadele etmek amacıyla teknolojik gelişmelerden faydalanılarak “Otomatik Buzlanma Önleyici Sprey” ve “Elektrik İletkenli Asfalt Kaplama Sistemi (Snowfree®)” olarak adlandırılan sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemlerin tam olarak uygulanabilmesi için hava ve kaplama durumu ile ilgili verilerin doğru ve hızlı bir şekilde uygulama merkezlerine iletilmesi gerekmektedir. Kaplama ve hava ile ilgili verilerin toplanması amacıyla Yol Meteoroloji Bilgi Sistemleri (RWIS) geliştirilmiştir.

Grafit, asfalt ve elektrik kullanılan Snowfree® Sistemi, asfalt karışımının elektrik iletkenliğini arttırarak, uygulanan elektriğin ısı enerjisine dönüştürülmesi ve bu ısı ile kaplama yüzeyindeki kar ve buzun eritilmesi prensibine dayanmaktadır (Şekil 2). Kablo'lara elektrik yükü uygulanması ile elektrik yüklü kablolardan nötr kablolara doğru bir elektrik akımı meydana gelmekte ve akım iletken kaplamadan geçerken iletken kaplamanın iç direnci sayesinde ısı oluşmaktadır. Oluşan bu ısı iletken kaplamanın üzerinde bulunan normal asfalt kaplama tabakasını ısıtarak yüzeyde bulunan kar ve buzun erimesi sağlanmaktadır (Derwin ve diğ., 2003).



Şekil 2 Snowfree sistemi enkesiti ve uygulamayla karın eritilmesi (Goodwin, 2003)

## Kar ve Buz Mücadelesinde Kullanılabilecek İhale Yöntemleri

Karayollarında KBM ihaleleri, yapılacak imalatın miktarının ve zamanının baştan tam olarak belli olmadığı ihalelerdir. Tablo 1 de gösterilen ihalelerin avantajları ve dezavantajları göz önüne alındığında KBM ihalelerinin açık ihale ve birim fiyat usulü olarak yapılması uygun olacaktır. KBM işleri KGM’de, bölge müdürlüklerine bağlı şube müdürlükleri tarafından yürütülmektedir. KGM’nin yaptığı işler çok büyük kapsamlı işler olduğundan bu ihale türü ile kesin bir son maliyet vermekten kaçınılmıştır. Böylece yüklenici zor durumda bırakılmamıştır. Ayrıca yapılan işler çok yüksek değerde olduğundan Maliyet + Kâr usulü ihaleden de kaçınılmıştır. Böylece yüklenicilerin fazladan gereksiz işler yapıp haksız bir fazla maliyet çıkmasına engel olunmuştur.

Tablo 1 İhale çeşitlerinin önemli avantajları ve dezavantajları (Kıgılı, 2014)

İhaleler	Avantajları	Dezavantajları
Birim Fiyat	Proje kapsamı ve miktarları kolayca ayarlanabilir. Fiyat kırımları fazla olabilir.	Son maliyet kesin olarak belli değildir. % 20 fazla ödeme yapılabilir.
Anahtar Teslim	Başlangıçta maliyetin ne kadar olacağı kesin olarak bilinir. İşverenin riski, başlangıçta maliyet belli olduğundan düşüktür.	Bu ihale türünde son maliyet değişmeyeceğinden yüklenici aksaklıklardan meydana gelen maddi farkları kendi ödemek zorundadır.
Maliyet + Kâr	Maliyet + kâr usulü ihalede, kâr oranı önceden belirlenmiş olduğundan, maliyeti azaltarak kârı artırma yönündeki eğilimlerin önüne geçilmiş olmaktadır.	Kâr miktarını artırmak amacıyla suni maliyet artışlarına neden olacak gereksiz harcamalar yapma eğilimi ve malzeme israfı artabilir.

Soğuk iklim kuşaklarında veya yakınındaki Fransa, İtalya, Almanya, Kanada, Rusya ve Norveç gibi ülkelerde ise KBM devlet yollarında ilgili idareler tarafından yapılmakta iken otoyollarda yüklenici firmalara yaptırılmaktadır (Kıgılı, 2014). Bu ülkelerde karayollarında KBM, eyalet içi yol bağlantılarında veya şehir sınırları içerisinde ilgili yerel yönetimler (belediyeler) tarafından, şehirlerarası yollar ise ilgili bakanlıklar tarafından yapılmaktadır. Otoyollarda kar ve buzla mücadele ilgili idareler tarafından ihale edilmektedir. Bu ihalelere açık ihale usulü olarak çıkmaktadır. Açık ihale usulü tercih edildiğinden, bu ihalelere, davet edilen ya da edilmeyen bütün firmalar katılabilmektedir.

Kar ve buzla mücadele ihaleleri, hizmet alım ihalesidir. En uygun fiyatla en iyi hizmeti almak için çıkılan ihalelerdir. Trafik yüksek hızda seyrettiğinden otoyollarda buzlanmayı önlemek ciddi maliyet getirmekte ve sürekli bir çalışma gerektirmektedir. İlgili idareler, bu ihalelerde yüklenici firmaya yapmış oldukları hizmet karşılığında yıllık otoyol gelirinin belirli bir

yüzdesini vermeyi vaad etmektedir. Özel teknik şartnameler ve makine teknik şartnameleri ise çok sıkı değildir. Çünkü asıl amaç, yolun üzerinin beyaz bir renk almamasıdır. Şartnamede de temel madde budur. Yani kar kaplamanın üzerine düştüğü anda kimyasal maddeler ve tuzlarla müdahale edilmelidir. Bu şartı yerine getirmeyi kabul eden ve en uygun fiyatı veren firmalar ihaleyi kazanacaktır. Şartı yerine getirmeyen firmalar ise çeşitli yaptırımlara ve cezalara maruz kalmaktadır (Kıgılı, 2014).

## Kar ve Buz Mücadelesinde Yeni Bir Maliyet Hesabı Önerisi

Şube müdürlükleri KBM'yi yürütmeye maliyetleri belirlemek için *BBF* çıkarmaktadır. Bu bildiriye, KBM maliyetlerini bulurken, *BBF* maliyetleri ile, işi yüklenici firmanın yapması halinde oluşacak *BFT* maliyetleri kıyaslanacaktır. Bunun için maliyet azalmasının mevcut duruma oranı aşağıdaki gibi t. yıl için hesaplanır.

$$MAO_t = (M_{BBF, kar-buz} - M_{BFT, kar-buz}) / (M_{BBF, kar-buz}) \quad (1)$$

$M_{k, BBF}^p$ : p. şubede k. altı aylık dilim içerisinde toplam *BBF* maliyeti [TL/altı ay]

$M_{k, BFT}^p$ : p. şubede k. altı aylık dilim içerisinde toplam *BFT* maliyeti [TL/altı ay]

Beklenen maliyet azalma oranı ( $MAO_t$ ) 0 ile 1 arasında pozitif bir rasyonel sayıdır. Bu çalışmada kar ve buz mücadelesinin fazla olduğu 18. (Kars) Bölgeye bağlı 181. (Kars) ve 183. (Ardahan) şubelerinin maliyetleri dikkate alınmıştır (Kıgılı, 2014).

### Mevcut Yöntem: Bakım Bilgi Formuyla (*BBF*) Maliyet Hesabı

KGM'de şubelerde kar ve buzlanma olaylarında bakım maliyetlerini çıkarmak için öncelikle kullanılacak her bir makinenin ayrı ayrı saatlik maliyeti hesaplanmaktadır. Daha sonra *BBF*'de mevcut her bir makinenin miktarı ile şube şefliklerinden teyit edilen günlük ortalama saatlik çalışması temin edilmektedir. Sonrasında ise araç miktarı, çalışma süreleri dikkate alınarak ilgili makinenin o döneme ait maliyeti hesaplanmaktadır.

Karayollarındaki bakım çalışması maliyetleri, altı aylık *BBF*'de kayıt altına alınmaktadır. Bu formlar yıllık 1 Ocak-30 Haziran ve 1 Temmuz-31 Aralık tarihleri arasında düzenli olarak tutulmaktadır. Bu bilgi formlarında brüt personel giderleri, yedek parça ve inşaat malzemesi giderleri, tuz maliyeti, agrega maliyeti, asfalt maliyeti, doğalgaz, mazot ve yağ giderleri, telefon, elektrik ve su giderleri bulunmaktadır (Şekil 3'te Kars (181)\* şubesine ait form verilmiştir). Formlardaki maliyetler, şubelerin bakım için yaptıkları çalışmaların toplam maliyetlerini oluşturmaktadır. Asfalt maliyetinin, KBM maliyetiyle ilgisi olmadığı için bu maliyetler toplam maliyete dahil edilmeyecektir. *BBF*'de ayrıca bakım ağında bulunan yollar ve kar mücadelesi yapılan yolların ayrıntıları verilmiştir. Bu formlarda şubenin sahip olduğu makine parkı ise liste halinde bulunmaktadır. Karayollarında şubelerin yapmış oldukları bakım çalışmalarında ortaya çıkan maliyetlerin hepsi *BBF*'de

\* 1 Ocak 2011-30 Haziran 2011 döneminde Kars (181. Şube) 18. Bölge Müdürlüğü bünyesinde değil 12. Bölge Müdürlüğü bünyesinde olduğundan bu dönemde 124. Şube olarak gözükmektedir.

ŞUBE BAKIM BİLGİ FORMU									
12. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ - 124. ŞUBE ŞEFLİĞİ									
DÖNEM 1 OCAK 2011-30 HAZİRAN 2011									
ŞUBENİN KURULUŞ TARİHİ : 1955	BAKIM AÇIĞINDA OLAN YOLLAR			KAR MUCADELESİ YAĞLARI YOLLAR			BAKIM EVLERİ		
ŞUBE ŞEFLİ : Sermet GÜNEŞ	YOL AÇIĞI	SATHI KAPLAMA	GEÇT VERMEZ	STABİLİZE	TOPLAM (Km)	Daimi Açık Tutulan Yollar (Km)	İmken Bulunmakta Agilen Yollar (Km)	Mücadele Diği Yollar	TOPLAM (Km)
MAKİNA İKMAL MÜHENDİSİ : Aslıhan ÇOLAK	DEVLET YOLU	273	-	-	273	273	-	-	273
BÜRO MEMURU : Deniz OTLU	İL YOLU	137	15	22	174	74	63	37	174
BAKIM VETRAFIK TEK GÖR. : Şençuk ÖZTÜRK	TOPLAM	410	15	22	447	347	63	37	447
BAKIM VETRAFIK TEK GÖR. : Fulya OLGUN									
BAKIM VETRAFIK TEK GÖR. : Mehmet OKUR									
BAKIM VETRAFIK TEK GÖR. : Şevgi DOLAR OKUR									
BAKIM VETRAFIK TEK GÖR. : M. Ahsen ÖNAL									
İŞLETME BELGE NO : 1957 / 50									
MAKİNA PARKI									
S/Ş PERSONEL LİSTESİ									
ŞUBENİN YAPTIĞI HARCAMALAR ( TL )									
MAKİNA MÜH. : .../.../2011									
ŞUBE ŞEFLİ : Sermet GÜNEŞ									
BAKIM BAŞMÜH. : .../.../2011									

Şekil 3 Kars 181. Şubede birinci altı aylık bakım bilgi formu

ayrı ayrı belirtilmiştir. Her şube bu belgeyi ayrı ayrı tutmak zorundadır. *BBF*'den yararlanarak maliyet analizi aşağıdaki formülasyon yardımıyla yapılır. Altı aylık bakım bilgi formunun tümünün KBM maliyeti:

$$M_k^P_{BBF, kar-buz-TÜM} = M_k^P_{BBF} + M_k^P_{tuz} + M_k^P_{agrega} \quad (2)$$

$M_k^P_{BBF, kar-buz-TÜM}$ : p. şubede k. altı aylık dilim içerisinde tüm KBM maliyeti [TL/altı ay]

$M_k^P_{BBF}$ : p. şubede k. altı aylık dilim içerisinde toplam *BBF* maliyeti [TL/altı ay]

$M_k^P_{tuz}$ : p. şubede k. altı aylık dilim içerisinde toplam tuz maliyeti [TL/altı ay]

$M_k^P_{agrega}$ : p. şubede k. altı aylık dilim içerisinde toplam agrega maliyeti [TL/altı ay]

Toplam *BBF* maliyeti aşağıdaki, brüt personel (memur ve işçi) gideri, yedek parça ve inşaat malzemesi gideri, yakıt (fuel-oil, gaz, mazot, benzin) ve yağ gideri, telefon-elektrik-su (TES) giderlerinden oluşan dört ana grubun maliyetini içermektedir.

$$M_k^P_{BBF} = M_k^P_{personel} + M_k^P_{yedek-inşaat} + M_k^P_{yakıt-yağ} + M_k^P_{TES} \quad (3)$$

$$M_k^P_{TES} = M_k^P_{telefon} + M_k^P_{elektrik} + M_k^P_{su} \quad (4)$$

$M_k^P_{personel}$ : p. şubede k. altı aylık dilim içerisinde toplam brüt personel gideri [TL/altı ay].

$M_k^P_{yedek-inşaat}$ : p. şubede k. altı aylık dilim içerisinde toplam yedek parça ve inşaat malzemesi gideri [TL/altı ay].

$M_k^p$  yakıt-yağ: p. şubede k. altı aylık dilim içerisinde toplam yakıt ve yağ gideri [TL/altı ay].

$M_k^p$  TES: p. şubede k. altı aylık dilim içerisinde toplam telefon, elektrik ve su faturası tutarı [TL/altı ay]

Tuz ve agrega maliyetleri ise, bu malzemelere ait birim fiyatların kullanılan miktarla çarpımı olarak aşağıdaki şekilde bulunur:

$$M_k^p \text{ tuz} = X_k^p \text{ tuz} \cdot b_{\text{tuz}} \quad (5)$$

$$M_k^p \text{ agrega} = X_k^p \text{ agrega} \cdot b_{\text{agrega}} \quad (6)$$

$X_k^p \text{ tuz}$ : p. şubede k. altı aylık dilimde kullanılan toplam tuz miktarı [ton/altı ay]

$b_{\text{tuz}}$ : Tuz birim fiyatı [TL/ton]

$X_k^p \text{ agrega}$ : p. şubede k. altı aylık dilimde kullanılan toplam agrega miktarı [ $m^3$ /altı ay]

$b_{\text{agrega}}$ : Agrega birim fiyatı [TL/ $m^3$ ]

Altı aylık bakım bilgi formlarında birinci altı aylık bilgi formunda kış mücadelesinde fiilen çalışılan Ocak, Şubat ve Mart ayları dikkate alınmıştır. İkinci altı aylık bakım bilgi formunda ise fiilen çalışılan Ekim, Kasım ve Aralık ayları dikkate alınmıştır. Bu yüzden bakım bilgi formlarında toplam maliyetten asfalt maliyeti çıkarıldıktan sonra, her iki formda da fiilen çalışılan üç aylık kısmı bulmak için, maliyetin yarısı alınır (Bu maliyet 2'ye bölünür). Bu durumda, p. şubede k. altı aylık dilim içerisinde *BBF* yöntemiyle en son hesaplanan toplam kış mücadelesi maliyeti,

$$M_k^p \text{ BBF,kar-buz} = M_k^p \text{ BBF,kar-buz-TÜM} / 2 \quad (7)$$

şeklinde hesaplanır. Bir bölgede n adet KBM yapılan şube bulunduğu varsayılırsa, bölgenin yıllık toplam kış mücadelesi maliyeti [TL/yıl], aşağıdaki şekilde hesaplanabilir.

$$M_{\text{BBF,kar-buz}} = \sum_{\substack{p=1 \\ k=1,2}}^n M_k^p \text{ BBF,kar-buz} \quad (8)$$

### Önerilen Yöntem: Birim Fiyat Teklifiyle (BFT) Maliyet Hesabı

Bilindiği gibi, bu ihale yönteminde, yapılan işlerin bedeli belirlenirken birim fiyatları esas alınmaktadır. Müteahhide yapılacak ödemenin tutarı belirlenirken, önce o dönemdeki işlerin metrajı çıkartılmaktadır. Takiben, her iş kaleminin miktarı, kendi birim fiyatı ile çarpılmakta ve elde edilen değerler toplanmaktadır. Her bir birim fiyatın ise, malzeme, işçilik, masraflar ve yüklenici kârını içerecek şekilde belirlendiği unutulmamalıdır. Ayrıca bu sayede maliyetlerin düşmesinin yanı sıra, verilen hizmetlerdeki kalite standartlarının da yükseleceği beklenmektedir. Nitekim, kar ve buzla mücadele çalışmalarında kış aylarında soğuktan ve yolların kaygan olmasından dolayı birçok sorun yaşanabilmektedir. Meselâ greyderin veya kamyonun arızalanması durumunda devlet malı olduğunda bu araçların tamirinin yapılması beklenir. Fakat; kendi malı olduğunda müteahhit sözleşme gereği işin aksamaması için araçların yedeklerini ya olay yerinde bulundurmalıdır ya da aksaklık olduğunda aracı temin etmek zorundadır (Kıgılı, 2014).

Karayollarında kar ve buzla mücadele için kullanılan araçlar, greyder, lastik tekerlekli yükleyici, kamyon, rotatif kamyon olarak dört grupta toplanır. İlk altı aylık dilimde oluşacak toplam kar ve buz maliyeti, söz konusu araçların bu süre içerisinde çalışmasıyla oluşan

maliyetlerin toplamı alınarak hesaplanacaktır. Bu araçların günlük ortalama çalışma süreleri, genellikle bölge ve buldukları şube şartlarına göre değişmektedir. Bu çalışma kapsamında incelenen şubelere ait değerler, şube şefleri ve Tesisler ve Bakım Başmühendisliğinden alınan bilgiler doğrultusunda belirlenmektedir. Söz konusu günlük ortalama çalışma süreleri; greyder için 5 saat/gün, lastik tekerlekli yükleyici için 3 saat/gün, kamyon için 7 saat/gün, rotatif kamyon için 3 saat/gün olarak belirlenmiştir.

KGM bu işlerin yapılmasını müteahhit firmalara verdiği zaman, bu işe dair hazırlamış olduğu birim teklif cetvelleriyle işin yaklaşık maliyetini belirler. Bu yaklaşık maliyet KGM'nin veya Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın hazırlamış olduğu birim fiyatlara göre belirlenmektedir. Burada değişik pozların alt pozları veya rayiçleri olabilmektedir. Alt pozların toplam maliyeti, o poza ait maliyeti göstermektedir. Birim fiyatların her yıl yenileri çıkarılmaktadır. İş hangi yıl yapılacaksa o yılın birim fiyatlarına göre toplam maliyet belirlenmektedir.

İşi şubenin yaptığı durumdaki maliyetlerle (*BBF*), müteahhit firmanın yaptığı durumdaki maliyetleri (*BFT*) kıyaslamak için, şubenin altı aylık zaman dilimlerinde sahip olduğu makine parkı listesine göre şubede kaç tane araç varsa o kadar aracın çalıştırılacağı öngörülmektedir. Ayrıca yukarıda değinildiği gibi, şube şefleriyle yapılmış görüşmelerle her bir aracın günlük ortalama çalışma süreleri baz alınacaktır. Sonuç olarak, tüm makinelerin maliyetleri toplandığında, birinci altı aylık dilim içerisinde KBM'yi müteahhit yaptığı ortaya çıkan maliyet belirlenmiş olacaktır. Önerilen yöntemin bir diğer avantajı ise yapılan hesaplamaların daha hassas olmasıdır. Nitekim *BBF* yönteminde 6 aylık dilim içindeki kış mücadelesi yapılan ayların (meselâ Ocak, Şubat, Mart) maliyetini bulmak için formun toplam maliyetinin kabaca yarısı hesaba katılmaktadır. Önerilen yöntemde ise, işin ucu belli olmadığı ve hava şartlarına göre değiştiği için, kaç gün çalışıldığı açık olarak ortaya konmaktadır. Böylece çözüm yöntemi, iki taraf (idare ve müteahhit) için de daha hakkaniyetli olmaktadır (Kıgılı, 2014).

*BFT*'den yararlanarak maliyet analizi aşağıdaki formülasyon yardımıyla yapılacaktır. Altı aylık *BFT* cetveli ile yapılan KBM maliyeti aşağıdaki gibi üç parçadan meydana gelmektedir:

$$M_k^p_{BFT, kar-buz} = M_k^p_{BFT} + M_k^p_{tuz} + M_k^p_{agrega} \quad (9)$$

$M_k^p_{BFT}$ : p. şubede k. altı aylık dilim içerisinde toplam *BFT* maliyeti [TL/altı ay]

$M_k^p_{tuz}$ : p. şubede k. altı aylık dilim içerisinde toplam tuz maliyeti (eşitlik 5'deki gibi hesaplanır) [TL/altı ay]

$M_k^p_{agrega}$ : p. şubede k. altı aylık dilim içerisinde toplam agrega maliyeti (eşitlik 6'daki gibi hesaplanır) [TL/altı ay]

p. şubede k. altı aylık dilim içerisinde toplam *BFT* maliyeti,  $M_k^p_{BFT}$  ise, p. şubedeki i türü bütün iş makinelerinin k. altı aylık dilimdeki çalışma maliyetlerinin toplamı [TL/altı ay] olup aşağıda ifade edilmiştir:

$$M_k^p_{BFT} = \sum_{i=1}^n M_{i,k}^p \quad (10)$$



p. şubedeki  $N_{i,k}^p$  adet i türü iş makinesinin k. altı aylık dilimdeki toplam çalışma maliyeti [TL/altı ay] ise, aşağıdaki şekilde, i türü iş makinesinin toplam saatlik birim fiyatı ile p. şubede i türü iş makinesinin k. altı aylık dilimdeki toplam çalışma süresinin çarpımlarının toplanmasıyla bulunur.

$$M_{i,k}^p = M_i^{s,b} \cdot T_{i,k}^p \quad (11)$$

i türü iş makinesinin toplam saatlik birim fiyatı, aşağıda ifade edildiği şekilde, “i türü iş makinesinin toplam saatlik maliyeti” ve “i türü iş makinesi için taşeron kârı ve genel masraf miktarı”nın toplamında oluşur:

$$M_i^{s,b} : M_i^s + M_i^t \quad (12)$$

$M_i^{s,b}$  : i türü iş makinesinin toplam saatlik birim fiyatı [TL/sa]

$M_i^s$  : i türü iş makinesinin toplam saatlik maliyeti [TL/sa]

$M_i^t$  : i türü iş makinesi için taşeron kârı ve genel masraf miktarı [TL/sa]

i türü iş makinesinin toplam saatlik maliyeti ise, rayiçlerinin yani alt pozuna konu olan kalemlerin miktarı ve bu rayiçlere ait birim fiyat cinsinden aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$M_i^s = \sum_{j=1}^m (X_{ij} \cdot b_{ij}) \quad (13)$$

$X_{ij}$  : i türü iş makinesinin j. rayicinin saatlik miktarı [kg/sa; kişi/sa]

$b_{ij}$  : i türü iş makinesinin j. rayicinin birim fiyatı [TL/kg; TL/kişi]

Bilindiği gibi KBM’de dört tür iş makinesi ( $i=4$ ) kullanılmaktadır. Bu makinelerle yapılan işlerin özelliklerine göre, bulundukları alt pozların (rayiçlerin) türü ve sayısı da değişebilmektedir. Greyder 1. iş makinesi ( $m=4$  adet alt poz var), lastik tekerlekli yükleyici 2. makine ( $m=5$  adet alt poz var), kamyon 3. makine ( $m=3$  adet alt poz var) ve rotatif kamyon 4. makine ( $m=3$  adet alt poz var) şeklinde adlandırılıp, bunlara ait toplam saatlik maliyetler, rayiçlerine göre şöyle yazılır:

$$M_1^s = X_{11} \cdot b_{11} + X_{12} \cdot b_{12} + X_{13} \cdot b_{13} + X_{14} \cdot b_{14} \quad (14a)$$

$$M_2^s = X_{21} \cdot b_{21} + X_{22} \cdot b_{22} + X_{23} \cdot b_{23} + X_{24} \cdot b_{24} + X_{25} \cdot b_{25} \quad (14b)$$

$$M_3^s = X_{31} \cdot b_{31} + X_{32} \cdot b_{32} + X_{33} \cdot b_{33} \quad (14c)$$

$$M_4^s = X_{41} \cdot b_{41} + X_{42} \cdot b_{42} + X_{43} \cdot b_{43} \quad (14d)$$

i türü iş makinesi için taşeron kârı ve genel masraf miktarı ise, i türü iş makinesinin toplam saatlik maliyetinin belirli bir yüzdesidir:

$$M_i^t = M_i^s \cdot \alpha \quad (15)$$

$\alpha$  : Tüm iş makineleri için taşeron kârı ve genel masraf yüzdesi.

*BFT* hesap yönteminde p. şubede i türü iş makinesinin k. altı aylık dilimdeki toplam çalışma süresi; p. şubedeki KBM için kullanılan araçların k. altı aylık dilim içindeki çalışma süresi, ilgili dilimde şubedeki araç sayısı ve bunların ortalama günlük çalışma süresine bağlıdır. Hesaplama aşağıdaki gibi yapılır:

$$T_{i,k}^p = t_k^p \cdot N_{i,k}^p \cdot S_i \quad (16)$$

$T_{i,k}^p$  : p. şubede i türü iş makinesinin k. altı aylık dilimdeki toplam çalışma süresi [saat/altı ay]  
 $t_k^p$  : p. şubedeki KBM için kullanılan araçların k. altı aylık dilim içindeki çalışma süresi [gün/altı ay]  
 $N_{i,k}^p$  : p. şubede k. altı aylık dilim içerisinde i türü araç sayısı [adet]  
 $S_i$  : i türü iş makinesinin günlük ortalama çalışma süresi [sa/gün]

Sonuç olarak, bir bölgede n adet KBM yapılan şube bulunduğu varsayılırsa, *BFT* yöntemiyle bölgenin yıllık toplam kış mücadelesi maliyeti [TL/yıl], aşağıdaki şekilde hesaplanabilir.

$$M_{BFT, kar-buz} = \sum_{\substack{p=1 \\ k=1,2}}^n M_k^p \quad (17)$$

Maliyet azalmasının yıllık TL bazlı toplam değerlerden etkilenmeden ortaya konulabilmesi için, daha önce değinildiği gibi oran olarak ifade edilmesi gerekmektedir. Hesaplanan yıllık maliyet azalma oranı ( $MAO_t$ ) şubelerin toplamı olarak Tablo 2’de verilmiştir. Buna göre hesaplama yapılan 4 yıl için de *BFT* maliyeti yöntemi, *BBF* maliyeti yöntemine göre daha avantajlı sonuçlar vermiştir. Yapılan hesaplama göre önerilen yöntemin kullanılması durumunda 2010-2013 yılları arasında toplam 6.791.166,46 TL tasarruf etme imkânı söz konusudur (Tablo 2). 2012 yılı fiyatlarına göre yapılan hesaplamada, azalma oranı en yüksektir (%31,4) 2012 yılı bölgede kış hem sert geçmiştir, hem de işçilik maliyetleri (özellikle 183. şubede) yüksektir.

Tablo 2 Yıllara göre toplam maliyet azalma oranları

Yıllar	Şubeler Toplamı			$MAO_t$ ( $M_{BBF} - M_{BFT} / M_{BBF}$ )
	$M_{BBF}$ (TL/yıl)	$M_{BFT}$ (TL/yıl)	$M_{BBF} - M_{BFT}$ (TL/yıl)	
2010	6.784.651,74	4.895.512,40	1.889.139,34	0,278
2011	4.789.312,14	3.466.170,06	1.323.142,08	0,276
2012	9.182.106,76	6.297.043,40	2.885.063,36	0,314
2013	7.685.345,28	6.991.523,60	693.821,68	0,090
Toplam	28.441.415,92	21.650.249,46	6.791.166,46	$MAO_t^{Ortalama} = 0,240$

2013 yılında beklenen maliyet azalma oranı %9 düzeyindedir. Önceki yıllara göre daha düşük de olsa kabul edilebilir bir düzeydedir. 2013 yılı birim fiyatlarındaki artışlar ve her bir makinenin çalışma süresinin hesaplanmasında dikkate alınan değerlerin güvenli tarafta kalmak için yüksek tutulması dolayısıyla,  $MAO_{2013}$  değerinin diğerlerine göre daha düşük olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir.

## Sonuç

Dört yıllık maliyet azalmalarının ortalaması hesaplandığında ise  $MAO_t^{Ortalama} = \% 24$  bulunmuş olup, çalışmanın başında ortaya konulan hipotez ispatlanmış olmaktadır. Bu durumda farklı yıllardaki verilere dayanarak da, kar ve buz mücadelesinin yüklenici firmaya yaptırılmasının daha ekonomik olduğu görülmektedir.

*BFT* usulünde idarenin kârlı çıkacağı görülmüştür. Fakat kar ve buz mücadelesinde idare için en uygun olan ihale *BFT* olsa da, müteahhitler için zaman zaman kış şartlarının zorluğuna bağlı olarak cazip bir ihale usulü olmaktan çıkabilir. Yüklenici ihalede teklif etmiş olduğu

miktarın en çok %20 fazlasına kadar keşif artışı ücreti alabilecektir. Bunun yanında ihalede konulan şartlardan dolayı yolları sürekli açık tutmak zorundadır. Zorlu kış şartlarında yaptığı harcama %20 keşif artışı limitinin üzerine ne kadar çıksa da bunu idareden alamayacaktır. Birim fiyat usulü rekabetin fazla olduğu bir ihale usulüdür. Bu yüzden yüklenicilerin, rekabeti artırırken teklif ettikleri fiyatın en fazla %20 fazlasını alacakları gerçeğini unutmamaları gerekmektedir.

Yolun kapalı kaldığı herhangi bir durumda yüklenici firma, ihale şartnamesinde bulunan şartlara bağlı olarak idare tarafından cezalandırılacaktır. Cezalar yolların kapalı olduğu saat veya gün sayısına göre değişiklik göstermektedir. Yüklenici firmaların bu cezalardan korunması için sistemli bir şekilde çalışması gerekmektedir.

KGM bünyesinde bulunan araçlar bu türlü bakım çalışmalarında arızalandıklarında veya araçlarla ilgili sorun oluştuğunda çalışmalar durma noktasına gelmekte ve işler aksamaktadır. Yüklenici firmalar ise yapılan ihale öncesinde şartlar belirtilerek araçlarda sorun olduğu takdirde de başka araçları bulundurmamak zorunda olduğundan, yapılacak çalışmalar aksamayacaktır. Yani bu durumda hem kalite standartları artacaktır hem de maliyet azalacaktır. Bu sonuç yolların kışlık bakımı için yapılan çalışmaların yüklenici firmaya verilmesinin mantıklı olduğunu göstermektedir. Nitekim, KGM'nin 2013-2014 yıllarında, Doğudaki bölgelerde uygulamaya koymaya başladığı *BFT* maliyeti yöntemiyle kış mücadelesinde, kapalı yol sayısının azaldığı dolayısıyla kullanıcı memnuniyetinin arttığı gözlenmiştir. Bu yöntemin henüz kullanılmadığı Batı bölgelerinde ise sert geçen mevsim şartlarında yolların kapalı kalmasından dolayı, yol danışma hattını aramaların ve şikayetlerin arttığı dikkati çekmiştir. Kış şartlarının en sert geçtiği ve maliyetlerin oldukça yüksek bir şekilde ortaya çıktığı bir bölge örneğiyle sunulan model önerisi, Türkiye'nin diğer bölgeleri de dikkate alınıp genişletilebilir. Bu durumda ortaya çıkan maliyet azalmasının ve kullanıcı memnuniyetindeki artışın düzeyi de daha iyi anlaşılacaktır.

## Kaynaklar

Ahmedzade, P., Yılmaz, M., ve Yılmaz, M., (2007) Kar ve Buz ile Mücadele Etmek Amacıyla Geliştirilen Daha Etkili ve Ekonomik Yeni Yöntemler. 7. Ulaştırma Kong., İstanbul.

Derwin, D., Booth, P., Zaleski, P., Marsey, W., Flood W., (2003) Snowfree® Heated Pavement System to Eliminate Icy Runways, SAE Technical Paper, pp. 358-364.

Goodwin, L.C., (2003) Best Practices for Road Weather Management. Road Weather Management Program Office of Transportation Operations Federal Highway Administration, FHWA-OP-03-081, 130 p. Washington.

Josiah S., and Majeski M., (2002) Living Snow Fences. University Of Minnesota Extension Service, 30 p.

KGM, (1998) Karayolları Bakım El Kitabı, KGM Ankara, s. 284-296.

Kıgılı, A., F. (2014) Karayollarında Kar ve Buz Mücadelesi Yönetiminde Yeni Bir Maliyet Hesabı Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kuloğlu N. ve Kök B.V., (2005) Karayollarında Kar ve Buz Mücadelesinde Kullanılan Tuzun Beton Asfalt Kaplamaya Etkisi. FÜ Fen ve Müh. Bilimleri Der., 17(1), s. 87-96.

Legault A.R., (1960) Highway and Airport Engineering, Prentice-Hall Civil Engineering and Engineering Mechanics Series, 483 s.



# Korumasız Yol Kullanıcılarının Güvenliği

**Selim DÜNDAR, Özgün ARIN**

Okan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi 34959 Akfırat/İstanbul

Tel: (216) 677 16 30

E-Posta: selim.dundar@okan.edu.tr, ozgun.arin@okan.edu.tr

## Öz

Karayolu trafik kazaları tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de sürekli kamuoyunun gündeminde bulunan konulardan bir tanesidir. Merkezi ve yerel yönetimlerin tüm çabalarına karşın ülkemizdeki trafik kazaları ve bu kazalar sonucu ölen ve yaralanan kişi sayısı her geçen yıl artmaktadır. Korunmasız yol kullanıcısı olarak adlandırılan yayalar ve iki tekerlekli taşıt sürücülerinin karıştıkları kazalar çok daha olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Bu nedenle tüm dünyada korunmasız yol kullanıcılarının güvenliğinin artırılması için gerek bilimsel çalışmalar gerekse de yasal düzenlemeler yapılmaktadır.

Bu çalışma kapsamında, öncelikle korunmasız yol kullanıcılarının karayolu trafiğinde karşılaştıkları sorunlar olası nedenleriyle birlikte incelenmektedir. Daha sonra bu sorunlara dünya üzerindeki farklı uygulamalar da göz önünde bulundurularak çözüm önerileri getirilmektedir. Korunmasız yol kullanıcılarının karşılaştıkları sorunlar temel olarak karayolu türleri arasında yer alan 'otoyol' ve 'kent içi yollar' olmak üzere iki yol tipi üzerinde incelenmektedir. Sorunlar temel olarak, motorlu taşıt-yaya-bisikletli/motosikletli üçgeni çevresinde oluşturulan bir ilişki ekseninde, fiziksel (mühendislik yönüyle yol tasarımı-karayolu peyzajı ve genel kapsamda yola ait mekân dizileri) açıdan irdelenerek alternatif güvenlik önlemlerinin oluşturulması için önerilerde bulunmaktadır.

**Anahtar sözcükler:** Karayolu trafik güvenliği, Korunmasız yol kullanıcıları, Yayalar, Bisikletliler, Motosikletliler.

## Giriş

Karayolu trafik kazaları tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de en büyük toplumsal sorunlardan bir tanesidir. Her yıl meydana gelen trafik kazalarında çok sayıda yurttaşımız hayatını kaybetmekte, çok daha fazlası da yaralanmaktadır. Trafik kazalarının olabildiğince engellenebilmesi için merkezi ve yerel yönetimler gerek yasal düzenlemeler, gerekse de karayollarının hizmet kalitesini arttıracak çeşitli yatırımlar yapmaktadır. Ancak, ne yazık ki bu çalışmalar trafik kazalarının sayısının her geçen yıl daha da artmasının önüne geçememiştir.

Karayolu kullanıcılarının tamamı trafik kazasına karıştığı takdirde ölüm ya da yaralanma riski taşımaya karşın, farklı kullanıcı gruplarının ölüm ve yaralanma oranları farklılık göstermektedir. AB’ne dahil olan ülkelerin başkentlerinde 2004-2006 yılları arasında gerçekleşen kazalar sonucunda meydana gelen ölümlerin %43’ünü yayalar, %5’ini bisiklet kullanıcıları, %21’ini motosiklet ya da motorlu bisiklet kullanıcıları, %26’sını ise araç

kullanıcıları oluşturmaktadır (OECD, 2009). Korumasız yol kullanıcıları olarak adlandırılan yayalar ve iki tekerlekli taşıt kullanıcıları, araç kullanıcılarına kıyasla daha büyük bir risk altındadır ve kazaya karışıklarında da daha ağır sonuçlarla karşılaşmaktadır. Düşük ve orta gelirli ülkelerde meydana gelen trafik kazalarında korumasız yol kullanıcılarının ölüm oranı çok daha yüksektir. Örneğin Delhi'deki trafik kazalarında ölümlerin %80'ini korumasız yol kullanıcıları oluşturmaktadır (Mohan ve Bawa, 1985).

Karayolu trafiğinde risk, dört temel bileşenin bir fonksiyonu olarak tanımlanmıştır. Bunlardan birincisi ya belirli bir nüfus yoğunluğu tarafından gerçekleştirilen hareketlerin ya da seyahatlerin miktarına bağlı olarak, sistem kullanıcılarının kazaya maruz kalma riskidir. Diğer bileşenler kaza olasılığı, kaza gerçekleştiğinde yaralanma olasılığı ve yaralanmanın seviyesidir (WHO, 2004). Diğer yol kullanıcılarıyla kıyaslandığında, korumasız yol kullanıcıları bedenlerinin çevresinde koruyucu bir ortam bulunmadığından, kaza gerçekleştiğinde yaralanma olasılıkları çok daha yüksektir. Ayrıca korumasız yol kullanıcıları karışıklı kazaların neticesinde çok daha ciddi yaralanmalar geçirmekte ve aynı zamanda ölüm oranları da daha yüksek olmaktadır.

Çocuklar, yaşlılar ve engelliler korumasız yol kullanıcıları arasında kaza riski en yüksek gruplardır. Fiziki becerileri ve/veya akli yetileri yeterli olmadığından diğer korumasız yol kullanıcılarına kıyasla oldukça kırılgandırlar. Bu nedenle trafik kaza istatistiklerinde oldukça önemli yer tutmaktadırlar.

Karayolu, kendine özgü bir arazi kullanım biçimi olarak, "tesis edildiği çevrenin doğasına aykırı bir yerleşim ve yapı gösterir" (Bayraktar 1980). Bu nedenle, karayollarının içinden geçtiği peyzaj dokusu ile bütünlük sağlayarak doğal ve yapılı çevreye en az ölçüde zarar vermesi gerekir. Kırsal ve kentsel alanların peyzaj karakterini belirleyen elemanların başında yer alan ulaşım hatları, geçtikleri yerlerde yapılan bitkilendirme çalışmaları ile taşıt-yaya ilişkisinin belirginleştiği dokulardır. Günümüzde kırsal ve kentsel dokunun bir parçası haline gelen karayollarının çevresindeki peyzaj ile oluşturduğu bütünlük sonucunda ortaya çıkan 'karayolu peyzajı' kavramı, en önemli bileşeni olan bitki kompozisyonları ile yol kullanıcılarının güvenliğini önemli ölçüde etkilemektedir.

Alan tasarımı ölçeğinde duyuşal, bedensel ve duyuşal etkiler sağlayan bitkilerin tasarımda üstlendikleri roller; ekolojik/mühendislik, mimari ve estetik fonksiyonlar olmak üzere üç sınıfa ayrılmıştır (Booth, 1996; Leszczynski, 1999). Bitkilerin ekolojik/mühendislik işlevleri arasında; iklim kontrolü, ışık kontrolü, gürültü kontrolü, kirli havayı temizleme, erozyon kontrolü ve trafik kontrolü vardır. Ulaşım konusunda ağaç ve çalıların sahip oldukları işlevler; araç trafiğini ayırma, yaya trafiğini yönlendirme, trafikten korunmak üzere fiziksel engel oluşturma, doğrusal aksları, köşe ya da birleşim noktalarını vurgulamaktır (Evyapan ve Tokol, 2000). Bitki seçimi, yerleşimi ve kapladığı alan büyüklüğü araç ve yaya hareketini etkileyen faktörlerdir. Yayalar için düşünüldüğünde, çok gövdeli ve kitleye sahip çalılarla oluşturulacak çitler, dolaşımı yönlendirici bir etki sağlamaktadır (Leszczynski, 1999). Otoyol kenarlarında yapılan bitkisel düzenlemeler özellikle sürücülerin algılarını yönlendiren etkiye sahiptir. Işık, gürültü ve görüş açısını etkileyen bitki kompozisyonları sürücü ve yaya güvenliğini etkilemektedir. Kentin erişilebilirliğini sağlayan yol, toplumsal yaşamın en canlı ortamıdır. Kent içi yeşil alanlar içerisinde bitkilendirilmiş yollar, işlevsel ve görsel etkileri ile önemli birçok role sahiptirler. (Yıldırım, 2000). Kent içerisindeki yol ağaçlamaları trafik tekniği yönünden; yönlendirme, kimi noktaların vurgulanması, sürücünün ilgi alanını sınırlama, duran trafiğin gölgelenmesi, yayaların güvenliği, dikey ve yatay yöndeki olumsuz görünüşleri önleme, yol boyunca yapı ve mekanları bağlama/ayırma konularında işlevler

üstlenirler. Araç ve yaya trafiğini ayırmada kullanılan, özellikle çalı türündeki bitkiler herhangi bir kaza anında yoldan çıkabilecek olan araçların hızını keserek, yayalar açısından güvenlik unsuru oluştururlar (Aslanboğa, 1986).

Özellikle ölüm ya da yaralanma ile sonuçlanan trafik kazalarında oldukça önemli bir yer tutan korumasız yol kullanıcılarının güvenliği tüm dünyada önemli bir sorun olarak görülmekte ve bilimsel çalışmaların popüler konularından bir tanesi olmaktadır. Bu kapsamda bir sonraki bölümde, ülkemizde korumasız yol kullanıcılarının karayolu trafiğinde karşılaştığı sorunlar irdelenmektedir. Takip eden bölümde bu sorunların en aza indirilebilmesi için alınabilecek önlemlere değinilmektedir.

## **Korumasız Yol Kullanıcılarının Trafikte Karşılaştığı Sorunlar**

### **Yayaların Trafikte Karşılaştığı Sorunlar**

Hangi tür(ler) kullanılacak olursa olsun, yolculukların tümü yaya olarak başlamakta ve yaya olarak sonlanmaktadır. Bu nedenle, tüm karayolu kullanıcılarının temelde birer korumasız yol kullanıcısı olduğu iddia edilebilir. Dolayısıyla yayalar, karayolu trafik güvenliği açısından birincil önceliğe sahip yol kullanıcısı grubu olmaktadır. Özellikle yayalar başta olmak üzere tüm yol kullanıcılarının güvenliğinin arttırılabilmesi için, öncelikle trafikte karşılaştıkları, güvenliklerini tehlikeye atan sorunların irdelenmesi ve bu sorunların mümkün olduğunca giderilmesi gerekmektedir.

Yaya hareketleri taşıtların gündelik hayata girdiği zamanlardan beri, taşıt trafiğinden tamamen yalıtılmış kaldırımlar üzerinden sağlanmaktadır. Kaldırımların ilk defa 4. yy.'da Korintliler tarafından kullanıldığı düşünülmektedir (Loukatiou-Sideris ve Ehrenfeucht, 2009). Romalılar inşa ettikleri pek çok yolda yaya kaldırımları da oluşturmuşlardır. Motorlu taşıtların gündelik hayata girmesi sonucunda hem taşıt ağırlıklarının artması, hem de seyahat hızlarının yükselmesi, trafik kazalarına karışan yayaların çok daha ciddi yaralanmalar yaşamalarına neden olmuştur. Bu durum yaya hareketlerinin motorlu taşıtlardan ayrılarak gerçekleştirilmesini sağlayan kaldırımların önemini bir kat daha arttırmaktadır.

Kaldırımlar yalnızca yaya hareketlerine izin verilen yol kesimleri olmalarına karşın, ülkemizde sıklıkla motorlu taşıt parklanmaları için kullanıldıklarına rastlamak mümkündür. Kaldırımların motorlu taşıtlar tarafından işgal edilmesi, yayaları kaldırım yerine taşıt yolunu kullanmaya zorlamakta, bu da karayolu trafik güvenliğini azaltmaktadır. Buna önlem olarak kimi belediyeler kaldırım üzerine taşıtların park etmesini engelleyecek çeşitli tipte bariyer yerleştirmektedir. Ancak bu durum da yayaların kullanabileceği kaldırım alanını azaltmakta, kimi durumlarda yalnızca bir kişinin geçebileceği kadar bir genişlik kalmasına neden olmaktadır. Bu durumun bir benzerini de kaldırımda bulunan ağaçlar yaratmaktadır. Kaldırımların inşa edilmesi esnasında çevreci bir anlayışla sökülmeyle, yerinde bırakılan ağaçlar yayaların kullanabileceği alanı daraltmakta ve yine yayaları yola inmeye teşvik etmektedir.

Özellikle yol kenarlarında ya da refüjlerde yanlış bitki türü seçimi yapıldığı görülmektedir. Yanlış tür seçimi sonucunda, bitkilerin büyüyen gövde ve dalları araç ve yaya hareketini engelleyerek kazalara sebep olabilmektedir. Yol ağaçlamalarında kullanılan bitki türlerinin yanlış seçimi sonucunda bitkilerin meyveleri yollara düşerek taşıtlara zarar vermekte ve sürücülerin dikkatinin dağılmasına neden olmaktadır.

Yayalar kimi zaman da diğer korumasız yol kullanıcılarından olumsuz olarak etkilenebilmektedir. Özellikle bisiklet yolu bulunmayan yerlerde, bisiklet kullanıcıları motorlu taşıtlardan etkilenmemek için seyahatlerini yaya kaldırımları üzerinde sürdürmeyi tercih edebilmektedirler. Benzer şekilde motosiklet kullanıcılarının da zaman zaman yaya kaldırımlarını kullandıkları görülebilir. Özellikle yiyecek ve içecek dağıtıcıları ve kurye servisleri gibi ticari amaçla motosiklet kullananlar, motorlu taşıt trafiğine ters yönde hareket etmek istediklerinde sıklıkla yaya kaldırımlarını kullanmaktadırlar.

Her ne kadar karayolundaki hareketlerinin çoğunluğunu kaldırımlar üzerinde gerçekleştirse de, yayalar özellikle karşıdan karşıya geçişleri esnasında yolu taşıtlarla paylaşmak zorunda kalmaktadırlar. Yaya karşıdan karşıya geçişlerinin güvenliği için, çeşitli tiplerde yaya geçitleri oluşturulmakta ve yayaların geçişlerini buralardan gerçekleştirmeleri teşvik edilmektedir. Bu yaya geçitleri, motorlu taşıt trafiğinin altından ya da üzerinden geçiş sağlayacak şekilde olabildiği gibi, motorlu taşıt trafiği ile eş düzey de olabilmektedir. Bu tipteki yaya geçitlerinin bir kısmı trafik ışıklarıyla desteklenerek, güvenliği arttırılmaktadır. Ancak ülkemizde birbirinden oldukça farklı tasarımlara ve boyutlara sahip yaya geçitleri mevcuttur. Bununla birlikte sinyalize yaya geçitlerinde yayaların karşıdan karşıya geçişi için ayrılan süre genellikle motorlu taşıt akım değerleri kullanılarak belirlenmektedir. Yayaların karşıdan karşıya geçişi için gereğinden az süre ayrılması özellikle yaşlı ve engelli yayaların karşıdan karşıya geçişlerini yeşil ışık süresi içinde tamamlayamamasına neden olmaktadır. Gereğinden uzun belirlenen sinyal süreleri de motorlu taşıt sürücülerinin sabırsızlanmasına ve dolayısıyla hatalı hareketlerde bulunmalarına neden olmaktadır. Her iki durumun da karayolu trafik güvenliğini azalttığı söylenebilir.

Kent içi yollarda karşılaşılan bir diğer sorun kullanılan bitki türlerinin periyodik bakımının yapılmamasıdır. Bitkilerin periyodik bakımlarının yapılmaması durumunda bitkinin büyüyerek genişleyen yan dallarının yola taşması seyir halindeki araçların hareketini ve yayaların dolaşımını olumsuz yönde etkileyerek kaza riski oluşturur. Aynı zamanda yol ağaç/ağaççıklarının bakımı yapılmadığında ağaçların kök, gövde ve dallarında hastalık riski ortaya çıkmaktadır. Hastalık sonucunda bitkinin kök, gövde ve dallarının hasar görmesi ile bitkilerin yol ve/veya kaldırıma düşmesi sonucunda yayaların zarar görmesi söz konusudur.

Engelli sözcüğü fiziksel, zihinsel, ruhsal ve duyuşal yetilerinde çeşitli düzeyde kayıplarından dolayı topluma diğer bireyler ile birlikte eşit koşullarda tam ve etkin katılımını kısıtlayan tutum ve çevre koşullarından etkilenen bireyi ifade etmektedir (Engelliler Hakkındaki Kanun, 2005:madde 3). Sosyal adalet kavramı gereğince, engellilerin de engeli bulunmayan kişiler kadar karayolunu kullanma hakları bulunmaktadır. Bu kapsamda engellilerin karayolunu kullanımını kolaylaştırıcı çeşitli yöntemler geliştirilmektedir. Özellikle görme engellilerin kullanımını için kabartma yollar ve tekerlekli sandalye kullanıcılarının kaldırımlara erişimini kolaylaştırıcı rampalar ucuz ve popüler çözümler oldukları için sıkça uygulanmaktadır. Fakat zaman zaman motorlu taşıtların yol kenarı parklanmaları engellilerin hem kabartma yollara, hem de tekerlekli sandalye rampalarına erişimini tamamen engelleyebilmektedir.

### **Bisiklet Kullanıcılarının Trafikte Karşılaştığı Sorunlar**

Bisiklet, pek çok gelişmiş ülkede özellikle kısa mesafelerde motorlu taşıt kullanımına alternatif olarak görülen ve kent içi ulaşımında önemli bir paya sahip bir araçtır. Ancak arazi topografyası bisiklet kullanımını önemli ölçüde etkilemektedir. Kas gücü ile çalıştığından, eğimli arazilerde kullanımı oldukça güçleşmektedir. Eğimli arazilerde bisiklet kullanımının sağlanabilmesi için geliştirilmiş olan motorlu bisikletler düşük hızlarda seyahat olanağı



sağlamaktadır ve kullanımı için sürücü belgesi gerekmemektedir. Bisikletlerin çevre dostu bir ulaşım türü olduğundan yola çıkarak, bisikletlerde motor kullanımı uzun bir süre tartışılmışsa da, elektrik motorlu bisikletlerin kullanımı bu sorunların da üstesinden gelinmesini sağlamıştır. Ancak elektrik motorlu bisikletlerin sessiz çalışması, karşıdan karşıya geçen yayalar tarafından geç fark edilmelerine neden olabilmekte, dolayısıyla karayolu trafik güvenliğini azaltmaktadır.

Ülkemizde bisiklet daha çok düşük gelirli ya da kırsal kesimde yaşayan vatandaşlarımız tarafından bir ulaşım türü olarak kullanılmaktadır. Orta ve yüksek gelirli kesim, bisikleti daha çok sportif amaçlarla tercih etmektedir. Bisikletin ülkemizde popüler bir ulaşım türü olmamasının pek çok nedeni bulunmaktadır. Bu nedenlerin başında da bisiklet kullanıcılarının güvenlik konusunda yaşadıkları sıkıntılar gelmektedir. Ancak son zamanlarda, pek çok şehrimizde bisiklet ulaşımı konusunda gelişmeler kaydedilmeye başlanmış olması ümit vericidir. Kayseri, Konya, İstanbul başta olmak üzere, çok sayıda ilimizde belediyeler bisiklet paylaşım sistemleri hayata geçirmektedir. Benzer sistemler bazı kampüs üniversitelerinde de kullanılmaktadır. Bu sayede vatandaşlar bisikletin satın alma maliyetine katlanmadan, sistemden kullanıcı olarak faydalanabilmektedir. Bununla birlikte çok sayıda ilimizde bisiklet yolu uygulamaları hayata geçirilmektedir. Ancak ne yazık ki ülkemizde bisiklet yolları ile ilgili bir “Bisiklet Yolu Kılavuzu” bulunmasına karşın (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2012), pek çok bölgede bu kılavuza uygun olmayan tasarımlara sahip bisiklet yolları bulunmaktadır.

Halkımızın bisiklet yolları konusunda yeterli bilince sahip olmaması nedeniyle bisiklet yolları üzerine park eden araçlar ya da bisiklet yolundan yürüyen ve hatta yol üzerinde piknik yapan yayalar nedeniyle bisiklet yollarının kullanımı bir hayli güçleşebilmektedir. Bisiklet yolu bulunmayan yerlerde bisikletliler yolu motorlu taşıtlar ile paylaşmak zorunda kalmakta ve hızları motorlu taşıtlara kıyasla düşük olduğu için güvenlik sorunlarına neden olmaktadır. Taşıt yolu-bisiklet yolu ayrımının belirgin olmaması durumunda, taşıt yollarının yanında tasarlanan bisiklet yollarında bu iki yol tipi arasında ayırıcı bariyer/çit bitkilerine yer verilmemesi sürücüler ve bisiklet kullanıcıları için tehlike oluşturmaktadır. Ayrıca yol kaplaması üzerinde bulunan mazgallar da bisiklet kullanımını zorlaştıran önemli bir güçlüktür.

Bisiklet yolu bulunmayan bölgelerde, bisiklet kullanıcıları yolun en sağ şeridini kullanabilmektedirler (Karayolu Trafik Kanunu, 1983: madde 46(e)). Özellikle trafik yoğun olduğu zamanlarda motorlu taşıtlar dur-kalk tabir edilen şekilde hareket ederlerken, bisikletliler taşıtların yanından geçerek yoluna devam edebilmektedir. Motorlu taşıtlar yolcularını sağ kapıdan indirip bindirdikleri için, yolcular özellikle taşıtlardan inerken, arkadan gelmekte olan bisikletlere dikkat etmeden taşıt kapılarını açabilmekte ve bisiklet kullanıcılarının güvenliğini oldukça tehlikeye atabilmektedirler.

Bisiklet kullanıcıları olumsuz hava koşullarından doğrudan etkilenmektedir. Aşırı soğuk ve aşırı sıcak havalarda ve yağış altında bisiklet kullanımı oldukça güçleşmektedir. Bunun yanı sıra özellikle yağışlı havalarda motorlu taşıt sürücülerinin olumsuz davranışları bisiklet kullanıcılarını oldukça olumsuz etkilemekte ve güvenliklerini azaltmaktadır. Ayrıca, bisiklet fiziksel bir çaba harcanmasını gerektirdiğinden, kullanıcının terlemesine neden olmakta, bu da iş ya da okul amaçlı yolculuklarda daha az tercih edilen bir ulaşım türü olmasına neden olmaktadır.

Yolculuk mesafesi de bisiklet kullanımını etkileyen önemli bir etkidir. Bisiklet yolculukları ortalama 10-15 km/saat hızda, genellikle 20-30 dakika arasında (yaklaşık 5-8 km) daha yoğun olarak görülmektedir. Genel olarak bisiklet yolculukları, bisikletin kullanıldığı ortama (iklim, topografya, trafik hacmi vs.) ve kullanıcı özelliklerine bağlı olarak kısa ve orta mesafede yoğunlaşmaktadır (Uz ve Kardeş, 2004).

Bisiklet kullanıcılarının toplu taşıma araçlarına alınmaması ya da bisikletleri için fazladan ulaşım ücreti istenmesi de bisiklet kullanımının önündeki bir diğer engeldir. Özellikle zirve saatlerde toplu taşıma araçlarına olan yoğun talep nedeniyle bisiklet kullanıcılarının bu sistemleri kullanmaları çok daha güçleşmektedir. Örneğin İstanbul'da bisikletliler metrobüs araçlarını 00:00-07:00 saatleri arasında kullanabilmekte, metro vagonlarına da yine zirve saatleri dışında binebilmektedirler. Otobüslere bisikletle binmeye izin verilmezken, vapurlar bisikletleri çalışma saatleri boyunca kabul etmektedir.

Bisiklet kullanıcılarının karşılaştıkları bir diğer sorun da bisikletin çalınması riskidir. Bisiklet kullanımının yoğun olduğu, bisiklet yolları ve paylaşım sistemleri bulunan bölgelerimizde dahi güvenli bisiklet parkları bulunmamaktadır. Ne mevcut bisiklet parkları ne de bisiklet kilitleri hırsızlık riskine karşı tam güvenlik sağlayamamaktadır.

### **Motosiklet Kullanıcılarının Trafikte Karşılaştığı Sorunlar**

Gelişmiş ülkelerde motosiklet, karayolu trafiğinde otomobillere nazaran daha az yer kapladığı ve trafik yoğunluklarından daha az etkilendiği için oldukça popüler olan bir ulaşım aracıdır. Ancak ülkemizde motosiklet satın almak ve kullanmak pek çok ülkeye kıyasla daha zordur. Motosiklet satın alırken ödenen vergiler dünyanın birçok ülkesine göre çok yüksektir. Avrupa Birliği'ne dahil olan ülkelerde motosiklet satın almak için yalnızca katma değer vergisi (KDV) ödenirken, bu verginin oranı %7-22 arasında değişmektedir. Ülkemizde ise %18 oranındaki KDV'ye ilave olarak, motosiklet lüks tüketim maddesi sayıldığı için, %22-37 oranında özel tüketim vergisi (ÖTV) ödenmektedir. Ayrıca Avrupa Birliği'ne üye ülkelerde 50 cc. - 125 cc. silindir hacmine sahip motosikletler otomobil ehliyeti ile kullanılabilirken, ülkemizde her tür motosikleti kullanabilmek için yeniden A2 sınıfı sürücü belgesi alınması gerekmektedir. Motosiklet kullanımını teşvik etmekten çok uzak olan yasal düzenlemeler neticesinde pek çok vatandaşımız motosiklet sahibi olmaktan baştan vazgeçmektedir.

Özellikle Çin malı, ucuz motosikletlerin piyasaya girmesi ile piyasadaki motosiklet sayısı artış göstermiştir. Ancak bu motosikletlerde sıklıkla fren tutmaması, aniden motor durması gibi sorunlar kullanıcılar tarafından gözlemlenmiştir. Bu durum pek çok trafik kazasına davetiye çıkarmıştır. Bunun yanı sıra, trafikte diğer motorlu taşıt sürücüleri tarafından motosiklet kullanıcıları yeterince önemsenmemekte, güvenliklerini tehlikeye atıcı pek çok manevra ile karşılaşabilmektedirler. Aslında bu durumun sebeplerinden bir tanesi de araçlarını trafik kurallarını hiçe sayarak kullanan, trafik akışına ters yönde hareket eden, yaya kaldırımalarını kullanan motosiklet sürücüleridir. Özellikle ticari amaçla kullanılan motosikletler, belirli bir zaman süresi içerisinde ürün ya da hizmet teslim etmek zorunda bırakıldıkları için, kuralların dışına çıkmaya teşvik edilmektedir.

Ülkemizdeki karşılaşılan kimi yol şartları da motosiklet kullanımını oldukça güçleştirmektedir. Hatalı tasarlanan yol üst yapıları, kısa sürede farklı tipte bozulmalarla karşılaşmakta ve bu da özellikle motosiklet kullanıcılarının sürüşünü güçleştirmektedir. Ayrıca kent içi yollarda çeşitli sebeplerle, sıkça yapılan altyapı çalışmaları da yol üst yapısının zarar görmesine ve yenilenmesine neden olmaktadır. Kimi zaman da yol kenarında bulunan

bitkilerin sulanması için oluşturulan sistemler, yol üstyapısını da sürücülerin kontrolü kaybedebileceği kadar ıslatabilmektedir.

Motosiklet kullanıcıları için tehlike arz eden bir diğer etken de yol kenarlarında bulunan oto korkuluklardır. Çelik halatlı oto korkulukların motosiklet kazalarında yüksek oranda risk taşıdığı, özellikle sürücülerin baş bölgesinin bu tür çarpmalarda ağır yara aldığı ve ayak uzvunun bariyerleri yere sabitleyen demirlere takılarak kopma riskinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yol kenarında bulunan beton bariyerlerin de binek oto, kamyon benzeri araç ve araç içindekileri koruma amaçlı tasarlandığı için motosiklet kullanıcılarının karışıklıkları kazalarda maruz kaldıkları ölümcül etkinin daha fazla olduğu bildirilmektedir (İlcalı ve diğ. 2010).

Motosiklet sürücülerinin karşılaştığı bir diğer sorun da park yerleri ile alakalıdır. Ülkemizde motosikletlerin park etmesi için özel park yerleri bulunmadığı için, motosikletler ya diğer motorlu taşıtlar ile birlikte yol kenarına ya da yaya kaldırımı üzerine park edilmektedir. Yol kenarına park edilen motosikletler, çoğunlukla diğer motorlu taşıt sürücülerinin tepkisini çekmektedir. Motorlu taşıtların park manevraları nedeniyle motosikletler, zaman zaman bilerek ya da bilmeyerek hasar görebilmektedir. Yaya kaldırımı üzerine park yapılması ise yaların kaldırımı kullanım haklarını ihlal etmektedir.

## **Korumasız Yol Kullanıcılarının Güvenliğinin Arttırılmasına Yönelik Öneriler ve Tartışmalar**

Korumasız yol kullanıcı gruplarının tamamı karayolu trafiğinde diğer motorlu taşıt sürücülerinin davranışlarından olumsuz olarak etkilenmektedir. Özellikle trafik kurallarının ihlal edilmesi sonucunda gerçekleşen bu davranışlar, karayolu trafik güvenliğini önemli ölçüde azaltmaktadır. İhlallerin azalmasını sağlamanın öncelikli koşulunun, karayolu kullanıcılarının, özellikle de motorlu taşıt sürücülerinin eğitilmesi olduğu dünya üzerinde kabul gören genel bir görüştür. Ancak bu durumun ülkemiz için ne denli geçerli olduğu tartışılmalıdır. Ülkemizde, eğitim düzeyi yüksek kişiler de trafik kurallarını sıkça ihlal edebilmektedir. Bununla birlikte, yurt dışında yaşayan vatandaşlarımız, yaşadıkları ülkelerde trafik kurallarını ihlal etmemekte, ancak ülkemiz sınırları içerisinde giriş yaptığında çok daha farklı sürücü davranışları sergilemektedir. Bu da denetim koşullarının trafik kurallarını ihlalin engellenmesinde en önemli etken olabileceğini göstermektedir. Sürücü davranışlarındaki farklılıkların nedenlerinin olabildiğince kapsamlı bir biçimde araştırılıp, gereken önlemlerin araştırma sonuçlarının ortaya koyacağı gerçeklere göre alınması kuşkusuz en doğru yöntem olacaktır.

Ülkemizde yapılan trafik denetimlerinin amacına uygunluğu da diğer bir tartışma konusu olmalıdır. Trafik denetimleri genellikle belirli saatlerde ve belirli bölgelerde gerçekleştiği için yol ve trafik koşullarını iyi bilen motorlu taşıt sürücülerini denetimle karşılaşılabileceği durumları önceden kestirebilmekte ve gereken önlemleri almaktadır. Özellikle hız sınırları ihlallerinin tespit edilmesi amacıyla yapılan uygulamalarda, karşı yönden gelen taşıt sürücülerini de çeşitli yöntemlerle yüksek hızlı sürücülerini uyarıp, yavaşlamasını sağlamaktadır. Trafik denetimleri gerçekleştirilen bölgeyi geçince sürücüler tekrar hızlarını arttırmakta ve trafik kurallarını ihlal etmeye devam etmektedirler.

Pek çok ilimizde trafik ihlallerinin tespiti için elektronik denetleme sistemleri (EDS) kurulmuştur. Ancak EDS'nin bulunduğu bölgeleri bilen sürücüler, bu kesimlerde trafik kurallarına uymakta, ancak bu kesimleri geçtikten sonra yine hatalı davranışlar sergilemeye

devam etmektedir. Bununla birlikte EDS'nin başarı ölçütü olarak gerek yerel yönetimler, gerek emniyet birimleri tarafından kesilen trafik cezalarında meydana gelen artış kullanılmaktadır. Daha fazla trafik cezası kesilmesi, ihlallerin azaldığının bir göstergesi olmayacağı gibi, çoğu zaman vatandaşlar tarafından da olumsuz olarak karşılanabilmektedir. Motorlu taşıt sürücülerinin karayolu trafik güvenliğini azaltıcı hareketlerini engellemek için denetimler mutlaka amacına uygun şekilde ve yöntemlerle gerçekleştirilmelidir. Denetimlerin amacı trafik cezası kesmek yerine, trafik ihlallerini azaltmak olmalıdır. Bunun için de trafik cezalarının caydırıcılığının sağlanması gerekmektedir. Ayrıca, karayolu trafik güvenliğinin arttırılmasında başarı sağlamış ülkelerde yapılmış olan uygulamalar da merkezi ve yerel yöneticiler tarafından incelenerek, ülkemize uyarlanmalıdır.

Korumasız yol kullanıcılarının karayolu trafiğinde yol kaynaklı yaşadıkları sorunlar da bir hayli fazladır. Yaya kaldırımları otomobillere, motosikletlere ya da bisikletlere değil, yalnızca yayalara hizmet vermeli ve tüm uzunluğu boyunca en az iki yayanın yan yana kolaylıkla geçebileceği genişliğe sahip olmalıdır. Motorlu taşıtların yaya kaldırımları üzerine park yapmasını önlemek için, kolaylıkla ulaşılabilecek, yeterli kapasiteye sahip park alanlarının arttırılması gerekmektedir. Bu amaçla il bazından, sokak bazına kadar değişen ölçeklerle otopark dökümlerinin çıkarılıp, park talep analizleri gerçekleştirilmeli ve kamuya açık otopark bölgeleri belirlenmelidir.

Taşıt-yaya yoğunluğunun fazla olduğu kentsel alanlarda kaldırım kenarlarında ya da refüjlerde kullanılacak olan bitki türlerinin seçimine dikkat edilmeli ve bitkiler, yaya kaldırımı ve refüj genişlikleri dikkate alınarak seçilmelidir. Seçilen türlerin olgunluğa eriştikleri dönemde sahip olacakları boy ve tepe tacı oranı çevrelerindeki taşıt ve yaya hareketlerini doğrudan etkilemektedir. Kaldırım kenarlarında ya da orta refüjlerde alanın fiziksel şartlarına (iklim, yol-kaldırım genişliği, çevre binalarla ilişki) uyum sağlayabilecek bitki türleri kullanılmalıdır. Ayrıca, bu bitkilerin belirli aralıklarla budanarak ilaçlanması gerekmektedir.

Yayaların karşıdan karşıya geçişlerinin güvenliğinin sağlanabilmesi için, bu geçişlerin mutlaka yaya geçitleri üzerinden yapılmasının teşvik edilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte ülkemizde yaya geçitleri hakkında kapsamlı standartlara ihtiyaç bulunmaktadır. Ayrıca, trafik ışığı bulunan yaya geçitlerinde de yayaların geçişi için ayrılacak sürenin belirlenmesi önem taşımaktadır. Bu sürenin gereğinden az ya da çok fazla uygulanması trafik güvenliğini azaltmaktadır. Yaya karşıdan karşıya geçiş hızlarının hangi koşullar altında, nasıl değiştiği, ülkemiz koşullarında detaylı olarak incelenmeli ve karşıdan karşıya geçiş için ayrılacak süre buna uygun olarak belirlenmelidir. Yayaların yolların orta refüjlerinde, yaya geçitleri dışında karşıdan karşıya geçmelerini önleyecek ayırıcı bitki gruplarına yer verilmelidir. Bitki grupları orta boylu ve/veya kısa boylu çalı türleri arasından seçilmelidir.

Engellilerin de karayolunu (henüz) engelli olmayan vatandaşlar kadar kullanma hakkı bulunduğu göz önüne alınarak, yol kullanıcılarının engelliler hakkında bilinçlenmesini sağlayacak yöntemler ve kampanyalar geliştirilmelidir. Yaya kaldırımlarının ve yaya geçitlerinin tamamında engellilerin kullanımını kolaylaştıracak yöntemler uygulanmalı, toplu taşıma sistemlerinin istasyon ve durakları engellilerin de kolaylıkla erişebileceği şekilde tasarlanmalıdır.

Bisiklet kullanıcılarının güvenliğinin sağlanması için, özellikle topografyası uygun olan bölgelerde, bisiklet yolları yapılmalı ve bisiklet kullanımı teşvik edilmelidir. Bisikletlilerin trafikte daha fazla yer alması, toplumun bisiklet ulaşımı hakkında bilinçlenmesine de yardımcı olacaktır. Ancak bununla birlikte, halkı bisiklet kullanımına teşvik etmek ve

bisikletliler hakkında bilinçlendirmek için çeşitli kampanyalar düzenlenmelidir. Bisiklet kullanımının artması için, bisikletin bir ulaşım türü olduğu algılanmalı ve tüm toplu taşıma sistemleri bisiklet ile bütünleştirilmelidir. Taşıt yolu-bisiklet yolu ayırımında, kısa boylu çalılar ile oluşturulacak çit grupları görüşü kesmeden, mekan ayırıcı etkileriyle bisikletliler için güvenli bir hat oluşturabilir.

Hem bisiklet, hem motosiklet kullanıcılarının ortak sorunu taşıtlarını park edecek yeterli ve güvenli alanlar bulamamalarıdır. Bu durum her iki türün de kullanımının azalmasına neden olmakta, dolaylı olarak motorlu taşıt trafiğini arttırmaktadır. Özellikle şehir merkezlerinde ve toplu taşıma istasyonları ya da duraklarında bisiklet ve motosikletler için güvenli park yerleri oluşturulmalıdır.

Motosikletler yalnızca 2 tekerlek üzerinde hareket ettikleri için, kontrolü diğer motorlu taşıtlara göre daha zordur. Bu nedenle yol üstyapısında gerçekleşen bozulmalar, motosiklet kullanıcılarını çok daha fazla etkilemektedir. Dolayısıyla, motosiklet kullanıcılarının güvenliği için, yol üstyapıları daha uzun süre hizmet verecek şekilde tasarlanmalı, bozulmalar meydana geldiğinde derhal gerekli önlemler alınmalıdır. Yolların bakım-onarımından sorumlu kurumlar birer üstyapı yönetim sistemi geliştirerek, bu işi kolaylıkla gerçekleştirebilir. Ayrıca yol kenarlarında bulunan oto korkuluklar motosiklet kullanıcılarının riskini azaltan tasarımlara sahip olmalıdır.

Motosiklet kullanımının artmasının önündeki en büyük engellerden bir tanesi olan vergi oranları gözden geçirilmelidir. Ayrıca Karayolu Trafik Kanunu başta olmak üzere, karayolu trafiği ve kullanıcılarını ilgilendiren yasalar günümüz koşullarına göre yeniden düzenlenmelidir. Bu yasal düzenlemeler mutlaka akademisyenler, meslek odaları ve özellikle de korumasız yol kullanıcılarının oluşturduğu sivil toplum kuruluşlarının görüşlerine önem verilerek yapılmalıdır. Böylece karayolu trafik güvenliğinde arzu edilen düzeye ulaşılabilmesi için önemli bir mesafe kat edilmiş olacaktır.

## Kaynaklar

Aslanboğa, İ. (1986) Kentlerde Yol Ağaçlaması, Sf. 1,11-19. TÜBİTAK Yapı Araştırma enstitüsü Yayınları, Ankara.

Bayraktar, A. (1980) Karayolları Ekolojik Baskılarının Peyzaj Mimarlığı Açısından İrdelenmesi Ve İzmir-Ankara Karayolunda Bir Örnekleme Üzerinde Araştırmalar, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:423, İzmir.

Booth, N. K. (1996) Basic Elements of Landscape Architectural Design, Waveland Press, Inc. Illinois.

Engelliler Hakkındaki Kanun. (2005) *T.C. Resmi Gazete*, 25868, 1 Temmuz 2005.

Evyapan, G. A. ve Tokol, A. S. (2000) Landscape Design Lectures: Peyzaj Tasarımı Ders Notları, METU Faculty of Architecture Press, Ankara.

Ilıcalı M., Camkesen N. ve DüNDAR S. (2010) Otokorkulukların Trafik Güvenliğine Etkisi. Karayolu Trafik Güvenliği Sempozyumu 5-6 Mayıs, Ankara

Karayolu Trafik Kanunu. (1983) *T.C. Resmi Gazete*, 2918, 13 Ekim 1983.

Leszczynski, N. (1999) Planting the Landscape-A Professional Approach to Garden Design, John Wiley&Sons, Inc., New York.

Loukatiou-Sideris, A. ve Ehrenfreucht, R. (2009) Sidewalks: Conflict and Negotiation over Public Space, Massachusetts Institute of Technology, U.S.

Mohan, D. and Bawa, P. S. (1985) An Analysis of Road Traffic Fatalities in Delhi, India. Accident Analysis and Prevention, Vol 17 (1), pp. 33-45.

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2009) European Transport Safety Commission (ETSC). 2010 On the Horizon: 3rd Road Safety PIN Report.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü. (2012) Bisiklet Yolu Kılavuzu, Ankara, Türkiye.

Uz, V.E. ve Kardeşahin, M. (2004) Kentiçi Ulaşımında Bisiklet. Türkiye Mühendislik Haberleri (429), pp. 41-46.

Yıldırım, B. T. (2000) Bitkisel Tasarım, E.Ü.Z.F. Peyzaj Mimarlığı Bölümü Ders Notları, Çoğaltılmış, Bornova.

World Health Organization (WHO). (2004) World Report on Road Traffic Injury Prevention: Summary, World Health Organization, Geneva, Switzerland.

# Trafik Kazaları Sonucu Oluşan Yangınların Karayolu Tünelleri Üzerindeki Etkileri ve Yangına Karşı Süreli Koruma Sağlayan Edilgen (Pasif) Yangın Koruma Yöntemleri

**Yrd. Doç. Dr. N. Özgür BEZGİN**  
İstanbul Üniversitesi, Avcılar Yerleşkesi  
İnşaat Mühendisliği Bölümü, 34320, Avcılar, İstanbul  
ozgur.bezgin@istanbul.edu.tr

## Öz

Ülkemizde artan karayolu trafiği ile birlikte trafik kazaları da artmaktadır. Trafik kazaları sonucu ortaya çıkabilen yangınların bir tünel içerisinde gerçekleşmeleri durumunda insan hayatı için ölüm ve tünel yapısı için yıkım ile sonuçlanabilecek sonuçlar doğabilir. Bu nedenle tünel yangınları, önlem alınması gereken tehlikeli büyük risk unsurlarıdır.

Tünel içerisinde gerçekleşen kazaya karışan araçların taşıdıkları yükün miktarına ve türüne, kazaya karışan araçların sayısına ve kazanın gerçekleşme hızına bağlı olarak ortaya çıkması muhtemel yangının niteliği ve etkisi de değişkendir. Bu nedenle tünellerde araç türleri ve araçların geçiş hızları sınırlandırılmaktadır. Oluşacak bir yangının etkilerine karşı da tünel yapısı edilgen (pasif) yangın koruma malzemeleri ile koruma altına alınabilmektedir.

Bir tünel içerisinde gerçekleşen yangın, kapalı hacmin etkisi ve tünelin sağladığı yangını besleyici hava akışı sayesinde 1000°C'yi aşan sıcaklıklara 5 dakika içerisinde ulaşabilmektedir. Gerçekleşen kaza ile yaşanabilecek tıkanıklık, kaza sonrasında insanların hızla tahliye edilebilmeleri için güvenli kaçış yollarının sağlanmasını gerektirir. Diğer taraftan yoğun sıcaklık etkisi altında korumasız beton yangın etkisi altında zayıflamakta ve mukavemetine bağlı olarak patlamalı bir şekilde parçalanmaktadır.

Her ne kadar konu, içerdiği malzeme ve yapı davranışları itibariyle bir ulaştırma mühendisliği konusu gibi düşünülmesinde de bir ulaştırma mühendisi, tasarım ve karar sürecinde sorumluluk aldığı bir yol geçişinin gerektirdiği tüm mühendislik gereksinimleri hakkında işlevsel bilgilere sahip olmalıdır.

Çalışma içerisinde, tünel yangınlarının tahrip edici yönleri ve bu tahribata karşı sağlanması gereken edilgen yangın koruma türleri irdelenecektir. 1200°C'ye ulaştırılarak gerçekleştirilen bir yangın deneyi kapsamında yüksek mukavemetli tünel betonunu temsil eden donatılı bir levha numunede gözlenen davranışlar ve tahribat paylaşılarak sağlanan edilgen korumanın etkinliğine dair ölçümler ve gözlemler paylaşılacaktır.

**Anahtar sözcükler:** Tünel, karayolu, yangın, yangın yükü, edilgen koruma, pasif koruma.

## Giriş

Türkiye’de 2015 yılı başı itibariyle devlet ve il yollarımızda 160 adet tünel, otoyollarımızda ise 27 adet tünel bulunmaktadır (1). Yapım ve proje aşamasında olan 51 adet tünelin eklenmesiyle yurdumuzda toplam tünel sayısının 8 sene sonra 238 olacağı beklenmektedir (1). Mevcut hali ile toplam uzunluğu yaklaşık 147 km olan tünellerimizin uzunluğu devam eden tünel inşaatları ve yapımı planlanan tüneller ile artacaktır. Tünellerimiz, ağırlıklı olarak Yeni Avusturya Tünel Metodu (New Austrian Tunneling Method, NATM) ismiyle anılan ve tünel iç çeperine tespit edilen hasır çelik içeren püskürtme beton kullanımı veya betonarme segmentler kullanılarak inşa edilen delme tünel (Bored tunnel) yöntemleri ile inşa edilmektedirler.

Artan tünel sayısı ve tünellerin hizmet verdiği yolların günlük trafik hacmi, bu tünellerin içerisinde gerçekleşecek bir trafik kazası sonucu oluşması muhtemel yangınların etkilerinin anlaşılmasını ve bu etkilere karşı önlem alınmasını gerektirmektedir.

Bu çalışma içerisinde, yangın yükü etki değerlerinin anlaşılmasına dair Avrupa’da yapılan deneyler ve bu deneyler sonucu belirlenen tasarım değerleri, uygulanmakta olan ve yangına karşı dayanımı artıran yöntemler ve bu yöntemlerin farklılıkları ve edilgen yangın kaplama yönteminin kullanıldığı bir yangın tepki deneyi sonuçlarına göre tespitler sunulacaktır.

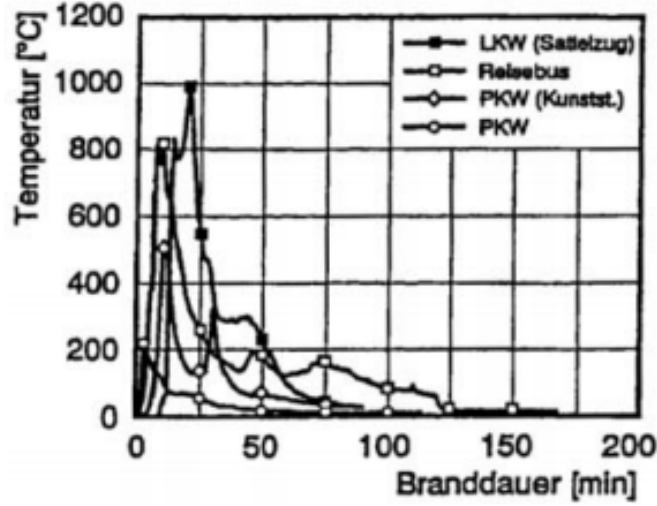
## Yangın Yükü Değerleri

Tünel tasarımında bugün sıklıkla Hollanda RWS, Eurocode HC, Fransız HCM veya Alman ZTV-ING şartnamesi kapsamında belirtilen yangın yüklemeye değerleri kullanılmaktadır. Bu tasarım değerleri, yıllar içerisinde gerçekleştirilen çalışmalar sonucu ortaya çıkmıştır.

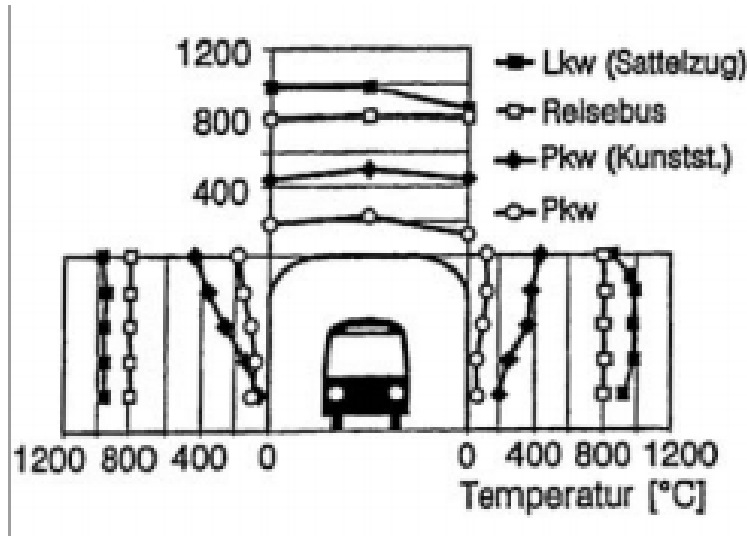
Tünel içerisinde meydana gelen yangınların etki değerleri, 1970’lerin sonunda, 1990’lı yıllarda ve 2000’li yıllarda yapılan çalışmalar ile tespit edilmeye çalışılmıştır. 1990-1992 yılları arasında gerçekleştirilen EUREKA Programı çerçevesinde yapılan çalışmada, Norveç’de terkedilmiş bir maden tüneli olan 2,3 km uzunluğundaki Repparfjörd tüneli içerisinde 20 adet yangın deneyi gerçekleştirilmiştir. 35m<sup>2</sup> kesit enine sahip olan bu tünelde Çekici-treyler (lastkraftwagen: LKW), otobüs (Reisebus) ve araba (personenkraftwagen: PKW) türü araçlar yakılarak oluşan sıcaklık değerleri ölçülmüştür. 2-Ton ağırlığında ahşap mobilya yüklü treylerin yanması ile tünel tavanında ve yan duvarlarında en yüksek 1000°C’ye ulaşan ve 75 dakika süren bir yangın oluşmuştur (2). Şekil 1’de gerçekleştirilen yangın deneyleri ile ulaşılan sıcaklıklar ve Şekil 2’de yangının tünel kesiti içerisindeki dağılımları görülmektedir. Bu deney ile elde edilen en önemli tespit, tünel içerisinde gerçekleşen yangın sonucu sıcaklığın 5 dakika içerisinde en yüksek değerine ulaşmasıdır.

2003’e gelindiğinde, mevcut tünellerin yangın güvenliği için kullanılan yöntemlerin yenilenmesi için başlatılan UPTUN projesi kapsamında, Norveç’te yer alan, 9-metre genişliğinde, 6-metre yüksekliğinde ve 1.600 metre uzunluğunda terkedilmiş bir kaya tüneli olan Runehammar’da yangın tetkikleri gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen testlerde, 10-metre uzunluğunda, 2,6-m genişliğinde ve 4,5-m yüksekliğinde bir treyler, 8-Ton ahşap ve 2-Ton plastik palet ile yüklenerek yakılmıştır (3). Oluşan yangın ile sıcaklık 1350°C’ye ulaşılmış ve 203 MW güç açığa çıkmıştır.



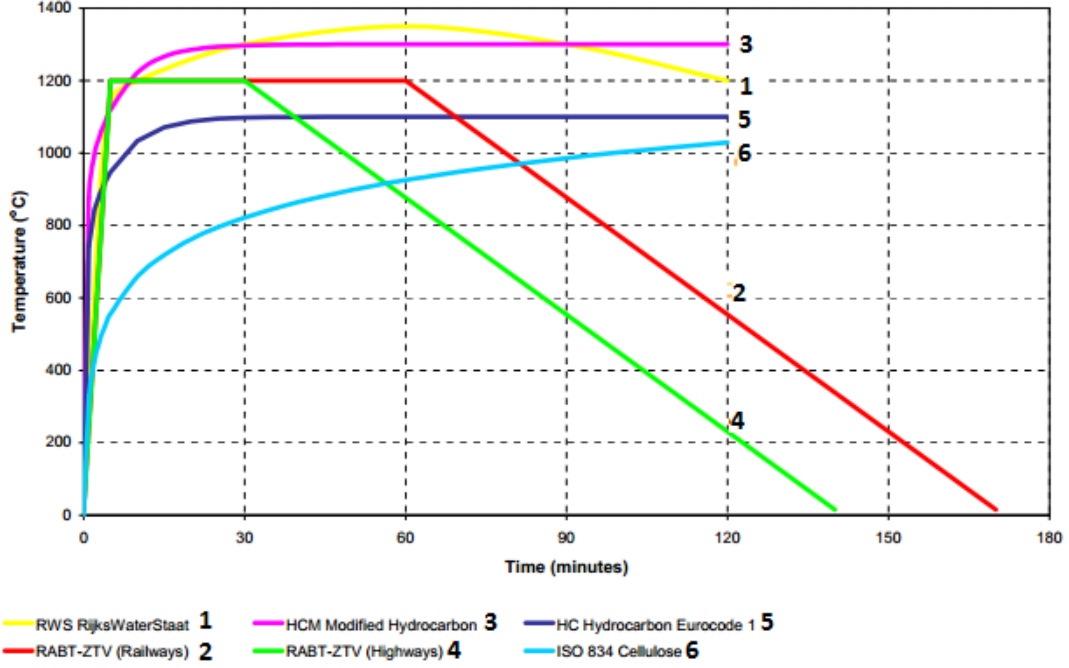


Şekil 1 EUREKA yangın deneyi ile elde edilen sıcaklık değerleri ve etki süreleri. (2)



Şekil 2 EUREKA yangın deneyi ile elde edilen sıcaklık dağılımları. (2)

EUREKA ve UPTUN testleri dâhil olmak üzere Hollanda'da ve diğer Avrupa Birliği ülkelerinin gerçekleştirdiği yerel yangın tetkikleri sonrasında, bir tünelin yangın için tasarımında kullanılmak üzere Şekil 3'de sunulan yangın yükü eğrileri tespit edilmiştir (4). Burada 2 ve 4 numaralı eğriler ile belirtilen yangın yükü eğrileri, ZTV-ING kapsamında sırasıyla, demiryolu ve özel karayolu tünelleri ile karayolu tünellerinin yangın yükü tasarımında kullanılmaktadırlar. Demiryolu ve özel karayolu tünelleri için yangın yükünün daha uzun tutulmasının nedeni, özellikle demiryolu tünel yangınlarında, yangın mahalline erişimin, karayolu tüneli içerisinde gerçekleşecek bir yangına erişimden daha uzun sürebilecek olmasındandır (2). ZTV-ING eğrileri, selüloz ve plastik alaşımlı kuru yükleri temsil etmektedir. 1 numara ile belirtilen RWS eğrisi, Hollanda Altyapı ve Çevre Bakanlığına bağlı ve her türlü altyapı tesisinin tasarım ve inşasında sorumlu bir kuruluş olan Rijkwaterstaat tarafından kullanılmakta olan yangın eğrisidir. Bu eğri, 1979 senesinde Hollanda'da gerçekleştirilen çalışmalar ile elde edilen bir hidrokarbon yangın eğrisi olup, 50m<sup>3</sup> yakıt tankerinin 120 dakika boyunca yanma durumunu temsil etmektedir (5). RWS eğrisi, Runehammar tetkikleri ile de teyit edilmiştir. 5 numara ile belirtilen HC eğrisi Eurocode tarafından kullanılan hidrokarbon yangın eğrisi, 3 numara ile belirtilen HCM eğrisi ise Fransa tarafından kullanılmakta olan değiştirilmiş hidrokarbon yangın eğrisidir.



Şekil 3 Yürürlükte olan yangın yüklemeye değerleri. (5)

Bir tünel tasarımında uygulanacak yangın eğrisi, inşa edilecek olan tünel içerisinden geçmesine izin verilecek araçların türlerine ve taşıdıkları yük türlerine göre seçilmelidir.

### Yangın Yüğü Etkisi Altında Oluşan Hasar

Yapılan deneyler, bir tünel içerisinde meydana gelen yangın sonucu açığa çıkan ısı enerjisi nedeniyle sıcaklığın dakikada  $150^{\circ}\text{C}$  –  $200^{\circ}\text{C}$  değerinde arttığını göstermiştir. Betonarme tünel içerisinde gerçekleşen bir yangın sonrası betonda görülen en önemli hasar İngilizce’de “spalling” olarak ifade edilen ve Türkçe’de “kabuklanma” olarak ifade edilebilecek olan hasardır. Kabuklanma, tünel gibi kapalı ortamlarda, yüksek oranlarda artan sıcaklık değerlerine dakikalar içerisinde maruz kalan beton yüzeyin, bünyesindeki boşluk oranına ve nem oranına bağlı olarak katmanlar halinde patlamalı bir şekilde sökülmesidir. Kabuklanmanın nedeni, yangına maruz kalan beton yüzeyine yakın katman içerisinde hızla oluşan ve betonun doğrudan çekme mukavemetini aşan içsel gerilmelerdir. İçsel gerilmelerin oluşumu, beton boşlukları içerisinde buharlaşan suyun basıncı, beton muhtevasını oluşturan unsurların farklı ısıl genleşme katsayıları ve beton içerisinde kullanılan agreganın kökeni ve gradasyonu ile ilgilidir. Betonun mukavemeti arttıkça azalan boşluk oranı nedeniyle beton bünyesi içerisindeki serbest nem, yangın esnasında 1 dakikadan az bir süre içerisinde  $100^{\circ}\text{C}$ ’ye ulaşan sıcaklık ile buharlaşmaya ve beton içerisindeki sınırlı boşluklar içerisinde yüksek basınç değerleri oluşturmaya başlar. Beton mukavemeti arttıkça genellikle azalan boşluk oranı nedeniyle kabuklanma, yüksek mukavemetli betonlarda normal mukavemetli betonlara göre daha şiddetli ve sökülme derinliği daha derin bir şekilde gerçekleşebilmektedir (6,7). Diğer taraftan, özellikle yüksek performanslı beton karışımları içerisinde birbirinden farklı ısıl genleşme katsayılarına sahip ve betonda standart olarak kullanılan çimentoya ek olarak uçucu kül ve silika dumanı gibi unsurlar yer almaktadır. Farklı ısıl genleşme katsayısı değerleri, yangına maruz kalan yapı bünyesinde farklı genleşmeler sonucu bağlı boyutsal değişimler oluşturarak içsel gerilmeleri artırabilir. Normal ve yüksek mukavemetli betonlar ile yapılan yangın deneylerinde kabuklanmanın  $200^{\circ}\text{C}$ ’den  $500^{\circ}\text{C}$ ’ye kadar geniş bir aralıkta

gerçekleşebildiği görülmüştür (8,9). Kabuklanmayla oluşan bu kesit kaybına ek olarak sıcaklık 200°C'ye yaklaştığında bağlayıcı matris içerisinde yer alan bağlanmış su buharlaşmaya ve 300°C'den başlayarak yangına maruz yüzeyde, agrega ve agrega-bağlayıcı yapısında kimyasal dönüşümlerden dolayı mukavemet kayıpları başlar ve korumasız betonda bu tahribat beton kesitin içerisine doğru ilerler.

Meydana gelen ilk kabuklanma sonucunda, beton kesitin paspayının kaybedilmesi ile çelik donatılar ansızın yangına maruz kalmaktadırlar. 300°C' de çeliği dayanım değerleri yaklaşık olarak %20 azalırken 600°C çeliğin dayanım değerleri, oda sıcaklığındaki değerlerinin %30'una gerilemektedir.

## **Yangın Etkisine Karşı Edilgen (Pasif) Koruma Yöntemleri**

Yangına maruz kalması muhtemel tünel betonunda, bahsedilen tahribatların oluşumlarının engellenebilmesi için tünel betonuna şartnameler tarafından bazı performans şartları getirilir. Getirilen bu şartlar ile betonun kabuklanmasının engellenmesi ve donatının ulaşacağı sıcaklık seviyesinin sınırlandırılması istenir. ZTV-ING şartnamesine göre donatı sıcaklığının 300°C'ye ulaşmaması gerekmektedir. Türkiye'de son yıllarda hizmete açılan tünellerde bu değer 250°C'dir. Hollanda şartlarına göre, normal beton yüzeyinin 380°C'ye, donatının ise 250°C'ye ulaşmaması gerekmektedir. Yüksek mukavemetli beton yüzeyinin ise 250°C'ye ulaşmaması gerekmektedir.

Tünel betonunda sağlanması istenen bu şartlar, etkin bir paspayı derinliği ve edilgen (pasif) koruma adı verilen, yangının oluşumunu ve gelişimini engellemeyen ancak yangının tahrip edici etkilerine karşı da istenen şartları süreli olarak sağlayan yöntemlerden yararlanılır. Edilgen koruma, tünel betonu üzerine belirli bir kalınlıkta ısı geçirgenliği düşük koruyucu bir katman olarak sağlanabileceği gibi, tünel betonu bünyesinde de sağlanabilir.

Koruyucu katmanların genel olarak iki türü yaygındır. Bunlardan ilki, bağlayıcısı içerisinde daha önce yüksek sıcaklıklara maruz kalmış volkanik kül ve agrega içeren malzemelerdir, diğeri ise sıcaklığa maruz kaldığında kavrularak geride boşluk bırakan ve bu sayede yangın dayanımını artırıcı yönde yararlı bir sonuç doğuran mika veya vermikülit içeren malzemelerdir.

Segment betonunun koruyucu bir katmanla kaplanmasına ek olarak betona, kabuklanmaya karşı direnç sağlayan bir diğer uygulama ise beton içerisinde polipropilen lif kullanımıdır. Yangın etkisi altında artan sıcaklık ile lifler kavrularak işgal ettikleri hacim içerisinde hava boşlukları oluşturmaktadırlar. Oluşan bu boşluklar, buharlaşan nemin yarattığı basıncın dağılabileceği ortamı sağlayarak betonun kabuklanmasına neden olan içsel gerilimin oluşumunu engellemektedir.

Kaplamalı yöntemler, yangın sonrasında esas yapıya zarar vermeden kazınarak yenilenebilmeleri açısından tercih edilirken, uygulama maliyetleri, yapısal yüzeyi kaplayarak muhtemel yapısal hasarların gözlenmesini engellemeleri ve tünel kesitini azaltmaları bakımından tercih edilmemektedirler. Lif katkılı yöntemler ise beton bünyesi içerisinde kabuklanmaya karşı önlem oluşturmaları, ek uygulama maliyetleri getirmemeleri ve tünel kesitini azaltmamaları yönünden tercih edilirken, yangın sonrasında yenilenmeleri konusunda bugün için yetersiz kaldıkları için tercih edilmeyebilmektedirler.

## Yüksek Mukavemetli Tünel Segment Betonunun Yangın Tetkiki

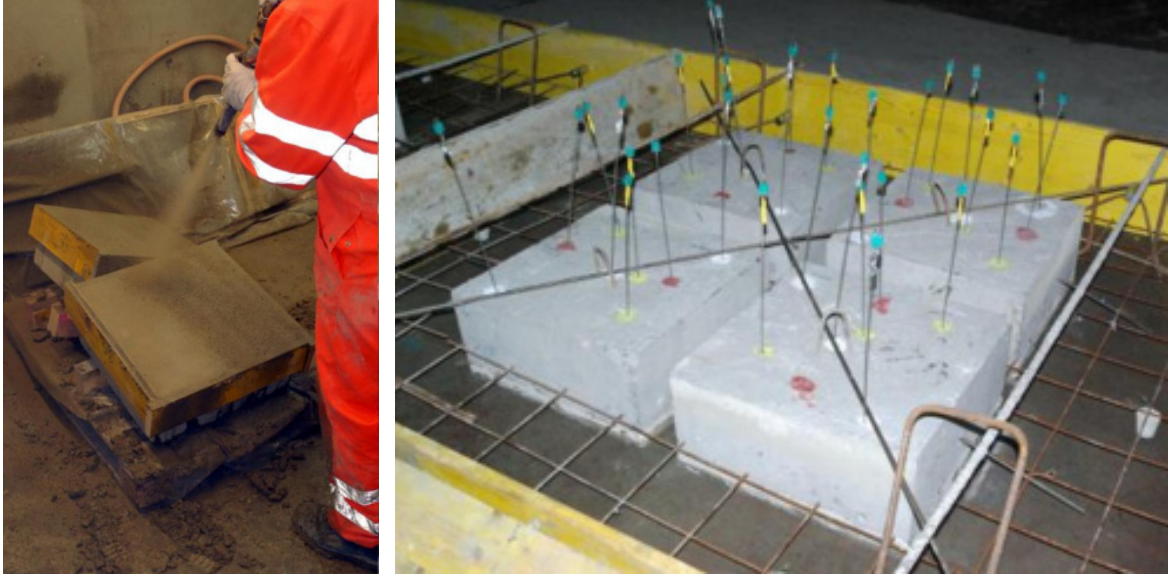
Delme yöntemi ile açılan tünelleri oluşturan segmentlerin beton sınıfları yüksek mukavemetli olabilmektedir. C50 sınıfı dâhil olmak üzere bu sınıfa kadar betonlar normal mukavemetli betonlar olarak anılırken, C50 sınıfı üzerindeki betonlar yüksek mukavemetli betonlar olarak anılmaktadırlar (10). Günümüzde, piyasa koşullarında bulunabilen katkı malzemeleri ile erken yaş dayanımı yüksek olan yüksek mukavemetli betonlar ile tasarım ve üretim yapmak mümkündür. Tünel segmentleri gibi seri üretimin gerektiği betonarme önüretimde erken dayanım, segmentin kalıptan alınma ve stok süreçlerinde önemli bir değer haline gelmektedir. Bu nedenle segmentlerde, 28-günlük dayanımı C50 sınıfı üzerinde sınıflara sahip beton kullanımı mümkündür. Ancak yangın dayanımı açısından, yüksek mukavemetli betonların davranışı ile normal mukavemetli betonların davranışı arasında farklar olduğu belirtilmiştir. Bu bağlamda, öngörülen bir edilgen yangın koruma malzemesinin performansı, koruyacağı betonun niteliği ile yakından ilgilidir.

Avrupa Yapı Kimyasalları ve Beton Sistemleri Federasyonu (EFNARC), tasarlanan bir betonarme yapının, kullanımı öngörülen bir edilgen yangın koruma kaplaması ile yangına karşı dayanımının değerlendirilmesi için küçük ölçekli ve büyük ölçekli tetkikler önermektedir (11). Küçük ölçekli yangın numunesi, 40-cm x 40-cm x 20-cm ölçülerinde olup, temsil ettiği segmentin yangın gören yüzeyine yakın bölgesini temsil etmektedir. Tasarıma esas paspayı değeri ve donatı boyut ve konumları ile üretilen numune, sınanan yangın koruma malzemesi ile kaplanarak tasarıma esas oluşturan yangın yükü altında tetkik edilmektedir.

Bir tünel çalışması kapsamında, yazar tarafından tasarlanan C70 sınıfı segment betonunun, değerlendirilen mika bileşenli edilgen yangın koruma malzemesi ile etkileşiminin anlaşılması için Şekil 4'de sunulduğu gibi hazırlanan 4-adet numune, sonrasında Şekil 5'de sunulduğu gibi ilgili kaplama malzemesi ile kaplanmıştır. Numuneler, yine Şekil 5'de sunulduğu gibi, beton-kaplama arayüzeyinden ve donatıdan sıcaklık ölçümü yapılabilmesi için termoçiftler (thermocouple) ile donatılmışlardır. Şekil 4'de, prizini almış betonun içerisine termoçiftlerin yerleştirilebilmesine yönelik yer açılmasını sağlayan 5-adet düşey çubuk görülmektedir. Sırasıyla 35-mm, 30-mm, 25-mm ve 20-mm kalınlıkta mika bileşenli edilgen yangın koruma malzemesi ile kaplanan numuneler, tek bir beton çerçeve içerisine yerleştirilerek, Şekil 6'da sunulduğu gibi, yüksek güçte ve 1200°C sıcaklık değerinde, 60 dakikalık ZTV-ING yangın yükünü oluşturan fırın üzerine yerleştirilmiştir.



Şekil 4 Küçük ölçekli yangın deneyi numunesinin hazırlanması (12).



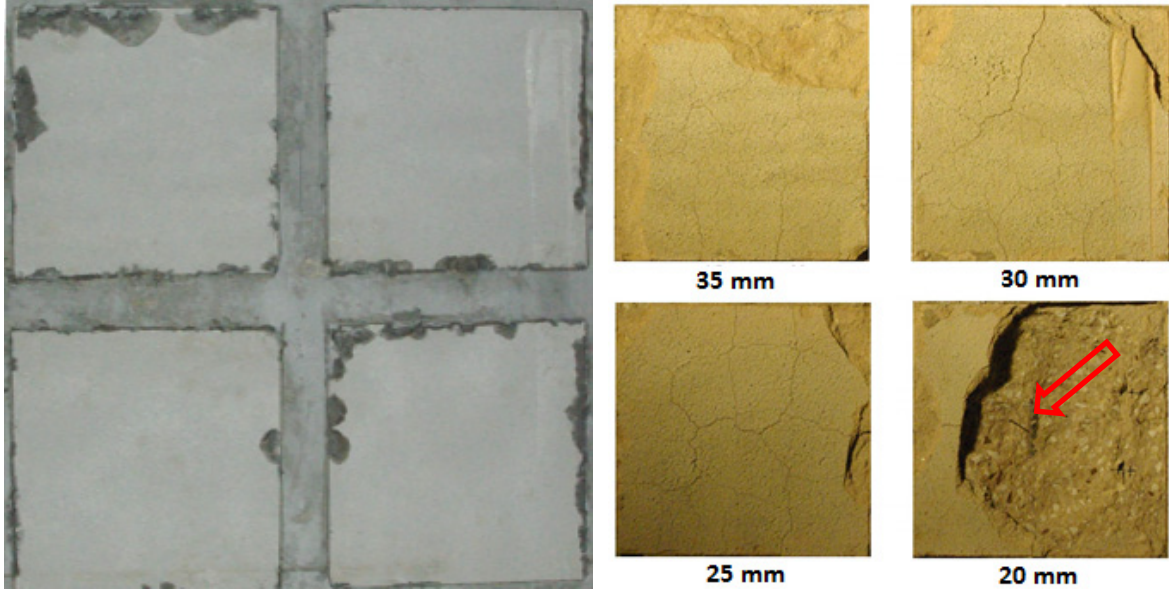
Şekil 5 Numunenin yangın kaplama malzemesi ile kaplanması ve termoçiftler (thermocouple) ile donatılması (12).



Şekil 6 Numune çerçevesinin fırın üzerine yerleştirilmesi (12).

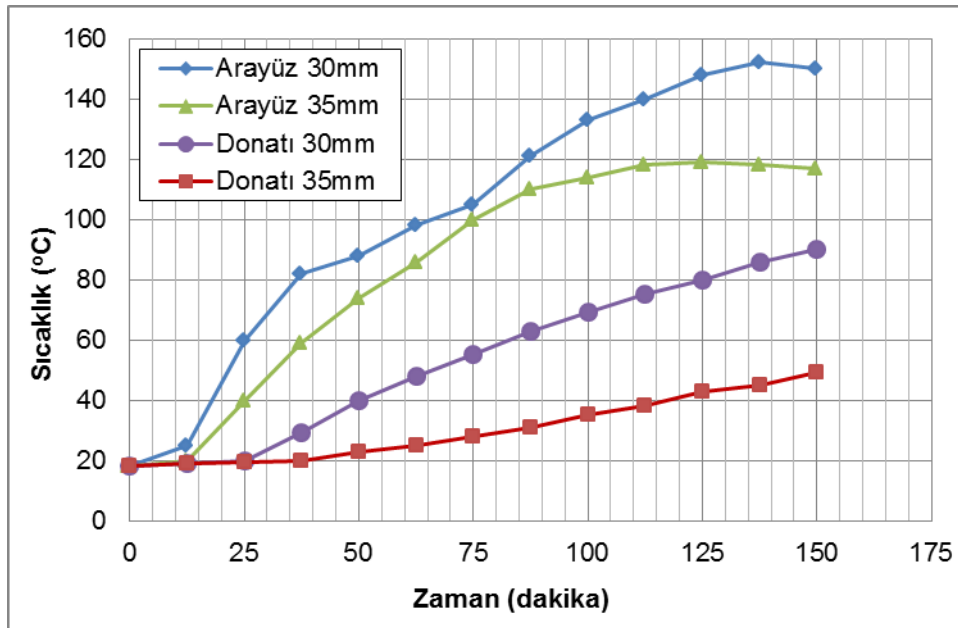
Yangın yüküne maruz kalmadan önce yüzey özellikleri Şekil 7’de sol tarafta sunulan numunelerin, yangın sonrası yüzey koşulları Şekil 7’de sağ tarafta sunulmaktadır. 20 mm kaplama kalınlığı altında tetkik edilen numunenin betonu kabuklanarak, kırmızı ok ile gösterildiği gibi donatısı açığa çıkmıştır.





Şekil 7 Yangın öncesi ve sonrası numune yüzeyleri (12).

Şekil 8’de, 35-mm ve 30-mm kalınlıkta edilgen yangın kaplama malzemeleri altında numunelerden alınan sıcaklık ölçümleri sunulmuştur. 25-mm kalınlıkta malzeme ile kaplanan numuneden sağlıklı ölçüm almak ne yazık ki mümkün olmamıştır ve 20-mm kalınlıkta malzeme ile kaplanan numune ise kabuklanmıştır.



Şekil 8 Yangın deneyi esnasında 35-mm ve 30-mm kalınlıkta kaplama malzemesi altında segment ve donatı yüzeyinde sıcaklık değişimleri (12).

Şekil 8’de, 30-mm kalınlıkta kaplama ile kaplı numunenin arayüz sıcaklık değişiminin, 35-mm kalınlıkta kaplama altındaki gibi düzenli ve kararlı olmadığı görülmektedir. Donatı sıcaklıkları ise; 5-cm olan paspayının da önemli yalıtım katkısıyla, 100°C’nin altında kalmaktadır.

## Sonuç

Karayolu ağıımız içerisinde sayıları ve uzunlukları artan ve yoğun bir şekilde kullanılan tünellerimizin yangına karşı korunması önem arz etmektedir. Korumasız bir tünel içerisinde gerçekleşecek yangının tünel içerisinde yaratacağı tahribata yönelik birçok yaşanmış örnek vardır. Edilgen yangın koruma katmanı, tünel kesitinden bir miktar alanı işgal etmekle birlikte bir yangın sonrasında yenilenebilmektedir. Bu çalışmada sunulan ve yüksek mukavemetli C70 sınıfı betonun, özel karayolu tünelleri için önerilen ZTV-ING yangın yükü tetkik sonuçlarına göre mika alaşımlı edilgen yangın koruma kaplamalarında en düşük uygulama kalınlık değerinin 35 mm olması önerilmektedir. Betonarme paspayının donatı sıcaklığının sınırlanması üzerindeki etkisi önemlidir ve kalınlığı 5-cm'nin altına düşmemelidir.

## Teşekkür

Yazar, bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde kendisine destek sağlayan Yapı Merkezi Prefabrikasyon AŞ'ye ve SİKA'ya teşekkür eder.

## Kaynaklar

- [1] Karayolları Genel Müdürlüğü, Sanat Yapıları Daire Başkanlığı, Tüneller Şubesi Müdürlüğü, Tüneller Şubesi Sunumu, Ocak 2013.
- [2] Kaundinya. Protection of road tunnel linings in cases of fire, Federal Highway Research Institute of Germany, Young Researchers Seminar, 27-30 Mayıs 2007.
- [3] [http://www.vegvesen.no/\\_attachment/61889](http://www.vegvesen.no/_attachment/61889), The World's Biggest Fire Test in a Road Tunnel.
- [4] Breunese, Both, Wolsink. Efectis Nederland Report, Fire Testing Procedure for Tunnel Linings, 2008-Efectis-R0695
- [5] EFNARC, Specifications and Guidelines for Testing of Passive Fire Protection for Concrete Tunnel Linings, Mart 2006.
- [6] Bazant ZP. Analysis of pore pressure, thermal stress and fracture in rapidly heated concrete. Proceedings of the international workshop on fire performance of high strength concrete. Gaithersburg, MD. p. 155–64. 1997.
- [7] Zhao, J; Zheng, JJ; Peng, GF; Breugel, K. A meso-level investigation into the explosive spalling mechanism of high-performance concrete under fire exposure. Cement and Concrete Research 65 64–75. 2014.
- [8] Rahim, A; Sharma, UK; Murugesan, K; Arora, P. Effect of load on thermal spalling of reinforced concrete containing various mineral admixtures. 3rd International RILEM Workshop on Concrete Spalling due to Fire Exposure. RILEM Publications. pp. 59–66. Paris, France. 2013.

- [9] Debicki, G; Haniche, R; Delhomme, F. An experimental method for assessing the spalling sensitivity of concrete mixture submitted to high temperature. Cement & Concrete Composites 34, 958–963. 2012.
- [10] fib Bulletin42: Constitutive modelling of high strength/high performance concrete, State-of-art report prepared by Task Group 8.2. International Federation for Structural Concrete. January 2008.
- [11] EFNARC, Specification and Guidelines for Testing of Passive Fire Protection for Concrete Tunnels Linings. March 2006
- [12] Bezgin, N.Ö; Yüksek Mukavemetli Betonarme Segment Tasarımı Özel Raporu – Yangın Direnimi Bölümü, YMP, Kasım 2012.



# Ankara Yenimahalle-Şentepe Teleferik Hattının Anket Dayanaklı Değerlendirilmesi

## Mine POLAT

İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bülent Ecevit Üniversitesi, Zonguldak,

Tel: (372) 257 4010 - 1483

E-Posta: mine\_pol@hotmail.com

## Mustafa TANIŞ

İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bülent Ecevit Üniversitesi, Zonguldak,

Tel: (372) 257 4010 – 1940

E-Posta: tanis@beun.edu.tr

## Özet

Bu çalışmada, 2013 yılında inşasına başlanıp 2014 yılında inşası tamamlanan ve hizmete açılan Ankara Yenimahalle-Şentepe teleferik hattı incelenmiştir. Ankara’da toplu taşımanın genel durumu incelenmiş, teleferiğin toplu taşıma sistemindeki yeri irdelenmiştir. Kullanıcıların ve üçüncü şahısların bakış açısıyla bir ulaştırma yatırımı olarak açılan hattın durumunun değerlendirilebilmesi için memnuniyet anketi uygulanmıştır. Ankette; teleferik kullanımıyla ilgili soruların yanı sıra, kullanıcıların teleferiği seçiminde rol oynayan etkenler, teleferikten beklentilerinin ne ölçüde karşılandığı ve üçüncü şahısların teleferik hakkındaki düşünceleriyle alakalı 17 soru bulunmaktadır. Teleferik hattına ait teknik bilgiler ve ankette elde edilen sonuçlar değerlendirilerek yapılan yatırımın ekonomik ve çevresel bir takım etkileri, kullanıcıların ve üçüncü şahısların yapılan yatırımdan memnuniyeti, yatırımın bölgenin ulaştırma altyapısına olan katkısı ve yerindeliği irdelenmiştir.

Sonuç olarak; bu bölgenin toplu taşıma sorununu çözmek, metroya uzak mesafede yaşayanları metroya erişirmek amacıyla yapılan bu hattın, özellikle kullanıcıların büyük çoğunluğu tarafından bu amaçla kullanıldığı sonucuna varılmıştır. Ancak, ihtiyacın tamamını karşılamadığı ve gerek kullanıcıların gerekse üçüncü şahısların belirttiği birçok soruna yol açtığı gözlemlenmiştir. Kullanıcılar hattı genel olarak yararlı bulmaktadırlar. Bunun en önemli sebebi ise, hattın ücretsiz olarak hizmet veriyor olmasıdır. Teleferik sisteminin güvenliğiyle ilgili ciddi sorunlar olduğu gözlemlenmiştir. Teleferik hattının bölgede yaşayanlar tarafında ihtiyaç doğrultusunda kullanıldığı, bunun yanı sıra kullanıcıların bile bir takım sorunları olduğu, kullanmayı tercih etmeyen bir kesim olduğu ve bu kesimin hattın çevresel olumsuz etkileriyle ilgili daha büyük sorunları olduğu sonucuna varılmıştır. Hattın ulaştırma yatırımı olarak yüksek maliyetli olduğu, bunun yerine yapılabilecek başka yatırımlarla hem daha verimli, güvenilir, kullanım kolaylığı sağlayan hem de daha az sorun teşkil eden bir hizmet sağlanabileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Ankara, Şentepe-Yenimahalle Teleferik Hattı, Teleferik, Anket Tekniği, Kullanıcı Memnuniyeti, Toplu Taşıma

## Giriş

Ulaştırma sektörü günümüzde en dinamik sektörlerden birisi olarak göze çarpar. Taşıdığı nitelik ve niceliksel boyutlarıyla doğrudan ve dolaylı olarak tüm kesimleri etkileyen bu sektör, yapısı gereği devamlı gelişim içerisinde (KP, 2012). Toplumların kalkınmasında önemli bir payı bulunan ulaşım sektörü aynı zamanda trafik sıkışıklığı, verimsiz arazi kullanımı, gürültü ve hava kirliliği, yenilenemez doğal kaynakların hızla tüketilmesi, kazalar sonucu oluşan can ve mal kayıpları gibi toplumu ekonomik, sosyal ve çevresel açıdan olumsuz olarak etkileyen birçok sorunun da kaynağını teşkil etmektedir (Cirit,2014). Tüm bu sorunların giderilebilmesi veya en aza indirgenebilmesi ve ulaşım ihtiyaçlarının karşılanabilmesine yönelik arayışlar sürekli olarak devam etmektedir. Bu amaçla yeni sistemler geliştirilmeye çalışılmakla beraber büyük ve küçük ölçekli yeni planlar yapılmaktadır. Bu planlar yapılırken kapsamlı ve disiplinli bir çalışma gerekmektedir.

Kentler arası ve kent içi ulaşımında özellikle değişen koşullar, teknoloji ve genişleyen kentlerin, tercih edilecek ve kullanılacak sistemleri önemli ölçüde etkilediğinden bahsedebilir. Devamında motorlu taşıtlar için gerekli olan yol sorunu ortaya çıkmış ve planlamalar kent içi ulaşımında motorlu taşıtların hareketlerini rahatlatmaya yönelik olarak düşünülmüştür. Tablo 1’de kentler arası ve kent içi ulaşımında kullanılan sistemlerin dönemlere göre değişimleri belirtilmiştir (Cirit, 2014, s. 15).

Tablo 1. Kentler arası ve kent içi ulaşım sistemlerinin dönemlere göre değişimleri.

Dönem	Kentler arası ulaşımında kullanılan sistemler	Kent içi ulaşımında kullanılan sistemler
1770-1840	Gemiler ve at arabaları	Yürüme
1830-1890	Buharlı trenler	Tren
1880-1940	Buharlı ve elektrikli trenler	Tramvay
1930-1990	Kamyon ve uçaklar	Özel araçlar

Ülkemizde kent içi toplu taşıma sisteminde en çok kullanılan araçlarından birisi otobüslerdir. Bunun yanı sıra, dolmuş-minibüs, metrobüs ve raylı sistemler de yaygın olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde özellikle 70’lerin ortasından itibaren kent nüfusu ve araç sayısı hızlı bir biçimde artış göstermiş, buna karşın kent içi toplu taşıma altyapısı yeterince oluşturulamamıştır. Bunun bir sonucu olarak da özel araçların yanı sıra ara toplu taşıma (paratransit) olarak adlandırılan ve genelde şahıslar tarafından herhangi bir düzenlemeye tabi olmadan işletilen araçların kullanımı yaygınlaşmıştır (Cirit, 2014). Son yıllarda lastik tekerlekli araç sayısındaki artış, trafik yoğunluğuna sebep olmaya başlamış ve bu yoğunluğun azaltılmasının da raylı toplu taşımacılıktan geçtiğinin farkına varılmıştır. Bu nedenle günümüzde raylı toplu taşıma sistemlerine geçmemiş kentlerin, çağdaş kent insanına etkili bir hizmet sunmaları gün geçtikçe zorlaşmaktadır. Nüfusun hızla arttığı özellikle metropol kentlerde raylı toplu taşıma sistemlerine olan gereksinim daha da belirgin ortaya çıkmaktadır (Girginer ve Cankuş, 2008).

### Toplu Taşıma Sistemleri ve Ankara’da Toplu Taşımanın Mevcut Durumu

Toplu taşıma sistemleri karayolu, raylı sistem ve deniz yolu olmak üzere üç alt türde sınıflandırılmaktadır. Karayolu toplu taşıma türleri (modları); otobüs, trolleybüs, dolmuş-minibüs ve son dönemlerde yaygın olarak kullanılan metrobüstür. Kent içi yolcu taşımacılığında en çok kullanılan toplu taşıma aracı otobüslerdir. Görünüş olarak otobüse benzedikleri halde, sabit bir enerji hattı olan hava hatlarına bağlı olarak çalışan trolleybüslerin yollarda otobüs kadar rahat hareket imkânları yoktur. Ara toplu taşıma sistemleri olan dolmuş

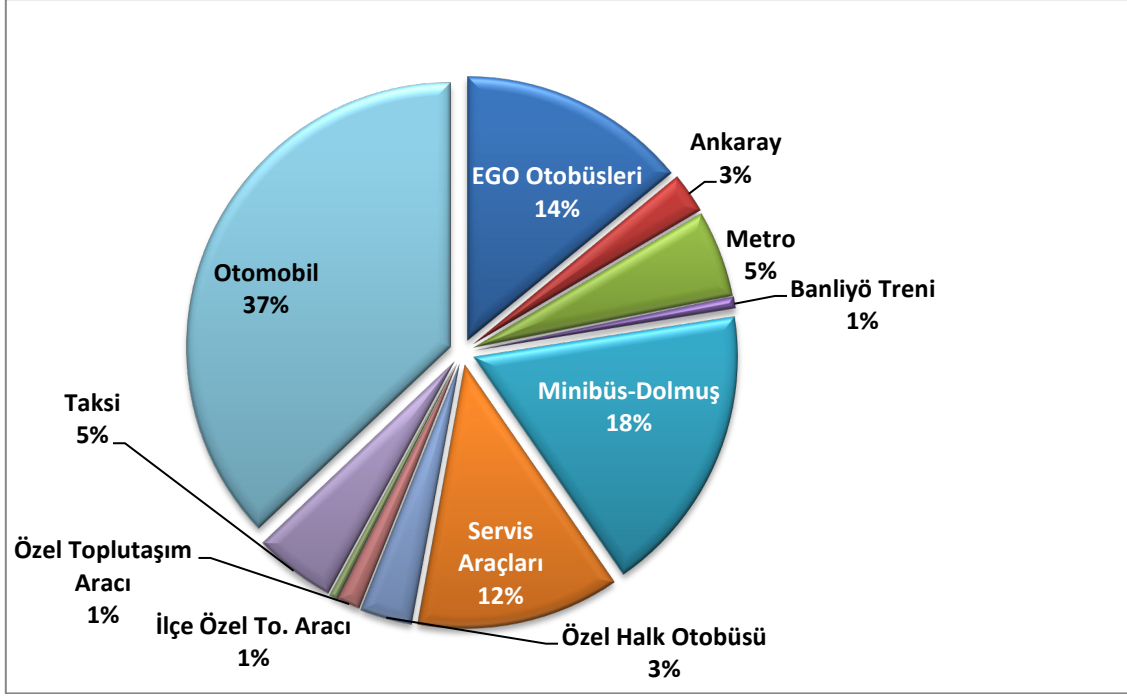
ve minibüsler, toplu taşıma sisteminin yeterli olmadığı ülkelerde geniş insan kitlelerinin otobüs duraklarında beklemelerini önlemeye yönelik araçlardır. Türkiye’deki adı ile “metrobüs”, dünyada yaygın olarak kullanılan adı ile BRT (bus rapid transit) yüksek standartlı bir toplu taşıma sistemidir (Saatçioğlu ve Yaşarlar, 2012). Günümüzde kent içi toplu taşımacılıkta kullanılan raylı ulaşım sistemler; tramvaylar, hafif raylı sistemler, metrolar, banliyö trenleri, maglev tekniğini kullanan sistemler ve monoray sistemleri, vb. şeklinde verilebilir. Ancak bunlardan taşıma kapasitesi en yüksek olan metrolar ve banliyö hatlarıdır.

Ankara’da yaşam kalitesini olumsuz anlamda etkileyen ve giderek daha da önemli hale gelen sorun, kent içi ulaşımıdır. Kentte ulaştırma altyapı tesislerinde etkinlik, verimlilik, erişilebilirlik, türlerin dengesi ve entegrasyonu açısından çeşitli sorunlar vardır. Bu sorunlar özellikle raylı sistemlerin kentteki payının düşüklüğünden kaynaklanmaktadır. Ankara’da özel araç (otomobil ve taksi) kullanımının kent içi ulaşımındaki oranı ise yüksek bir paya sahiptir. Tablo 2’de Ankara’da iş gününde yapılan yolculukların ulaşım türlerine göre dağılımları sunulmuştur. Şekil 1’de Ankara’da Aralık 2014’e ait tüm türlerin iş günü yolculuk dağılımları kolay anlaşılabilir olması amacıyla grafiksel olarak verilmiştir. (EGO)

Tablo 2. Ankara’da günlük yolculukların türlere göre dağılımı (Aralık 2014).

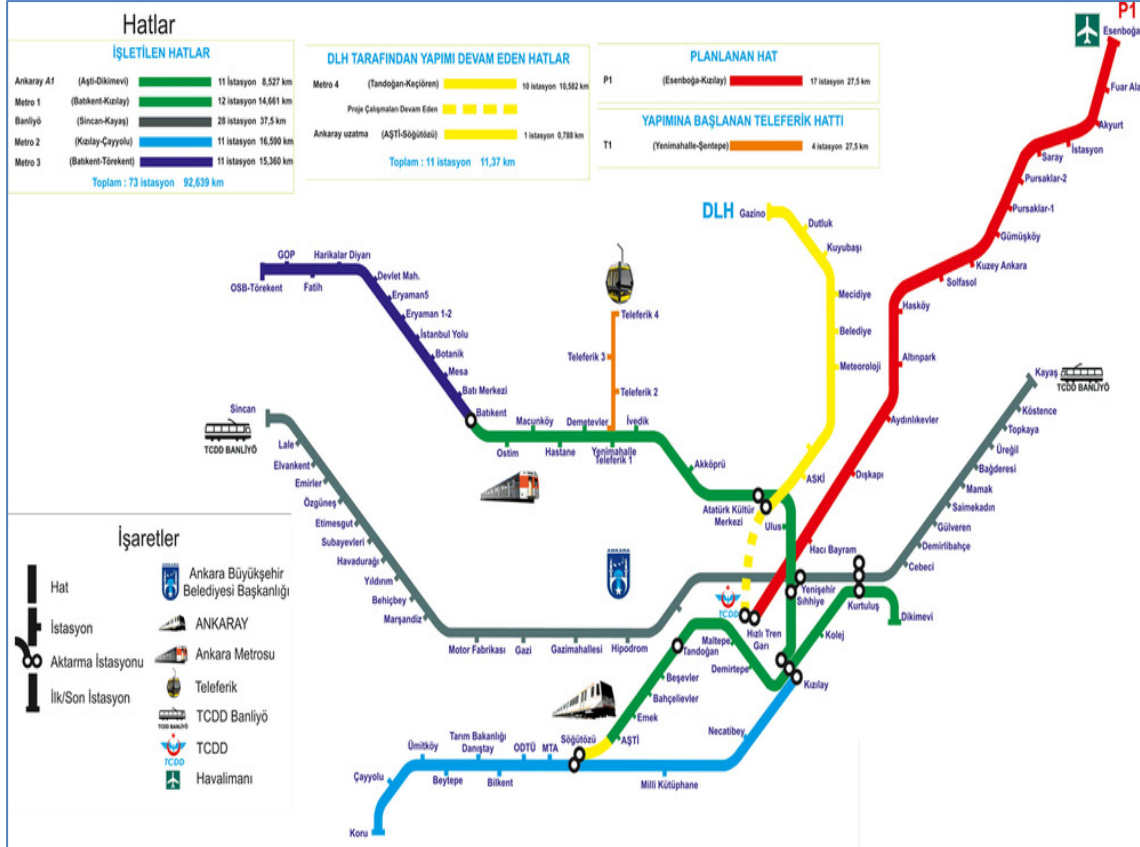
Ulaşım Türü	Taşınan Yolcu Sayısı	Payı (%)	Toplu Taşıma	Özel Taşımalar
EGO Otobüsleri	756.023	14,1	3.115.755 (% 57,9)	-
Ankaray	133.370	2,5		
Metro	286.262	5,3		
Banliyö Treni	37.000	0,7		
Minibüs-Dolmuş	960.000	17,9		
Servis Araçları	670.000	12,5		
Özel Halk Otobüsü	169.150	3,1		
Özel Toplu Taşıma Aracı	75.950	1,4		
İlçe Özel Toplu Taşıma Aracı	28.000	0,5		
Taksi	269.500	5,0	-	2.261.235
Otomobil	1.991.735	37,0		(% 42,1)
GENEL TOPLAM	5.376.990	100,0		

Tablo 2’de ve Şekil 1’de yer alan veriler incelendiğinde günlük yolculukların yaklaşık % 58’i toplu taşıma sistemleriyle % 42’si ise özel taşıma sistemleriyle gerçekleştirilmektedir. Özel taşımaların önemli bir kısmının otomobiller ile yapıldığı gözlemlenebilir. Toplu taşıma sistemlerinde ise minibüs ve dolmuşlarla yapılan yolculukların payı yaklaşık % 18’dir. Günlük taşımalarda metronun payı ise % 5,3’tür. Bildiri konusu olan teleferik hattı bu metro hatlarını besleyecek şekilde çalıştırılmaktadır.



Şekil 1. Ankara’da günlük yolculukların türlere göre dağılımı (Aralık 2014).

Ankara’da toplu taşımada raylı sistemlerin önemli bir yeri bulunmaktadır. Teleferik hattı da mevcut raylı sistemlere bağlı olarak inşa edilmiştir. Şekil 2’de Ankara raylı sistemleri genel durumu sunulmuştur.



Şekil 2. Ankara raylı sistemleri.

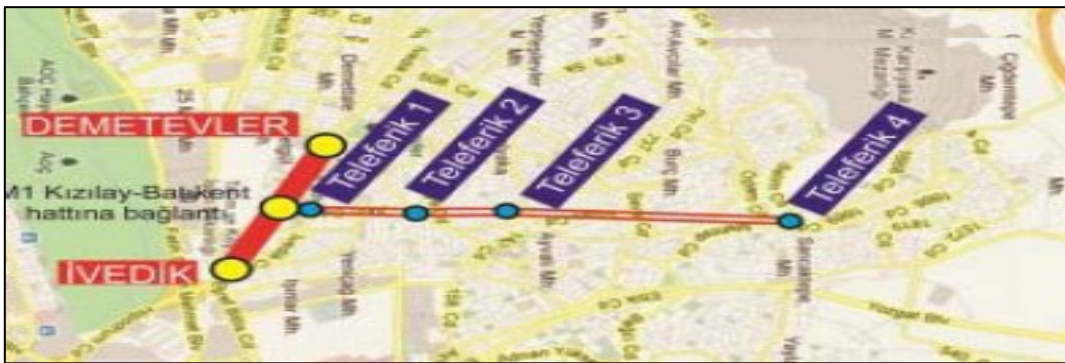
## Teleferik

Teleferik, içerisinde insanların bulunduğu kabinlerin bir kablo üzerinde hareket ettiği taşıma sistemidir. Teleferik sistemleri, tek hat üzerinde ileri-geri gidip gelen tek kabinli veya çok kabinli olabileceği gibi terminaller arasında genellikle birbirine paralel iki hat üzerinde gidip gelen tek kabinli veya kabin gruplu da olabilir (KTSTK).

Teleferiğin temel kullanım amacı, karayolu ulaşımının erişemediği veya yol yapımının çok pahalı olduğu yüksek eğimli noktalara ulaşılmasını sağlamaktır. Bu nedenle teleferik kullanımı dünyada genel olarak; dağ turizmi bölgelerinde, kayakçıların yüksek noktalara çıkışı için, bir nehir ve vadinin karayolu ile geçilmesi amacıyla köprü yapılması mümkün olmadığı veya pahalı olduğu durumlarda, yolculuğun “yüksekten seyir amacı” taşıması durumlarında kullanılmaktadır. Son yıllarda teleferik çeşitli ülkelerde yeni bir yaklaşımla kentiçi ulaşım amacıyla da kullanılmaya başlanmıştır. Teleferik, kent içi ulaşımında iki nokta arasında, büyük kot farkı varsa, karayolu ulaşımı için yol bağlantısı yoksa veya inşası yüksek bir maliyet gerektiriyorsa ve toplu ulaşım talebi varsa ve başka bir toplu taşıma olanağı yoksa veya çok pahalıysa bir ulaşım alternatifi olarak değerlendirilmelidir.

Öncelikle ayrıntılı bir ulaşım etüdü yapılarak doğru talep tahminleri ortaya konmalı, teleferiği diğer alternatiflerle birlikte değerlendiren teknik, ekonomik ve mali yapılabirlik etüdü sonucunda teleferiğin yapımına karar verilmelidir. Bu etütlerde ayrıca teleferikle ortaya çıkan olası riskler değerlendirilmeli ve bu risklerin önlenmesi için alınacak tedbirler ve maliyetleri ortaya konulmalı, çevreye olumsuz etkilerin azaltılması için alınacak önlemlerin maliyetleri de eklenmelidir (Öncü, 2010).

Ülkemizde kablolu taşıma sistemleri ile ilgili ilk mevzuat Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından 19 Ocak 2005 tarih ve 25705 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır. İnsan Taşımak Üzere Tasarılanan Kablolu Taşıma Tesisatı Yönetmeliği (2000/9/AT) adı altında yayınlanan yönetmelik ile kablolu taşıma tesisatlarının, emniyet aksamalarının ve alt sistemlerinin tasarım, yapım ve hizmete girmelerine dair asgari güvenlik kurallarını, belgelendirilmesini, işaretlenmesini ve piyasaya arz edilmelerini sağlamak amaçlanmaktadır (Cerit, 2011). Toplu taşıma amaçlı teleferik Türkiye’de ilk defa Ankara’da, Yenimahalle-Şentepe arasına inşa edilen hat olarak yapıldığı belirtilmektedir. Hattın 17.06.2014 tarihinde 1400 metre uzunluğundaki 1. etabı açılmış ve yolcu taşınmasına başlanmıştır. Çalışmaları devam eden 2. etabın uzunluğu ise 1800 metredir. Şekil 3’de teleferik hattının tamamlanmış ve inşa halindeki etaplarının planı sunulmuştur.



Şekil 3. Yenimahalle-Şentepe teleferik hattının planı

Yenimahalle-Şentepe teleferik sistemine ait teknik büyüklüklerin ve işletme esaslarının aşağıda verildiği gibi olduğu belirtilmektedir (EGO, 2014).



- Yolcu taşıma kapasitesi 2400 yolcu/saat/yön'dür.
- Hat, 4 duraklıdır. 106 kabinin aynı anda hareket ettiği teleferik sisteminin uzunluğu 3257 metre, ilk ve son duraklar arasındaki kot farkı 200 metredir.
- Her kabin 15 saniyede bir istasyona girmekte ve 13,5 dakika sonunda entegre edildiği Yenimahalle metro istasyonuna ulaşılmaktadır (Şekil 4).
- Kabinler 10 kişi taşıma kapasitelidir.
- 24 metre uzunluğundaki peron boyunun bir kısmından yolcular inerken, diğer kısmından kabinlere binmektedir.
- Sistem hiç durmadan ve yavaşlamadan çalıştırılabilmektedir. Ancak engellilerin ve yaşlıların binişi sırasında kalkış yavaşlatılabilmektedir.
- Hareket etmesi istenen kabinin taşıyıcı kablo ile irtibatı sağlanmakta, durağa ulaşan kabinin ise taşıyıcı kablo ile irtibatı kesilerek yolcuların kabini boşaltmaları sağlanmaktadır (Şekil 5).
- Hat boyunca 29 adet ana direk bulunmaktadır ve en uzun direk yüksekliği 62 metredir. Direkler konik tiplidir. Taban çapları 4,5 metre olup yukarı doğru daralmaktadır (Şekil 6-7).



Şekil 4. Teleferik hattı Yenimahalle istasyonu genel görüntüsü.



Şekil 5. Teleferik hattının direkleri arasında kabinlerin hareketi.





Şekil 6. Teleferik hattı direklerinin genel görüntüsü



Şekil 7. Teleferik hattı direklerinden örnekler.

Teleferik hattında açılışından itibaren 7 aylık süre içerisinde 2,5 milyonun üzerinde yolcu taşındığı belirtilmektedir (BA, 2015). Dolayısıyla taşınan yolcu sayısı yaklaşık 11.905 kişi/gün'dür. Teleferik hattının entegre edildiği metro hattında ise yaklaşık olarak 148.811 kişi/gün'dür. Teleferik ile taşınan yolcuların tamamının metroyu kullandığı varsayılırsa teleferik hattının metro ile taşınan yolcuların yaklaşık % 8'ini sağladığı düşünülebilir.

## Anket Çalışması

Anket, sistematik bir veri toplama yöntemidir. Veriler, rastgele belirlenmiş insanlara bir dizi soru yöneltilerek elde edilir. Anket yöntemi ile çok farklı türde veri toplamak mümkündür. Kent içi toplu taşıma sistemlerinin değerlendirilmesinde etkili olan ölçütleri aşağıdaki gibi vermek mümkündür (Şenlik, 2013).

- Yolcuları etkileyen ölçütler: Ücret, seyahat süresi, güvenilirlik, erişilebilirlik, vb.
- Kent ve trafiği etkileyen ölçütler: Kent yapısına uygunluk, trafik sıklığı, güvenlik, vb.
- Ülke ve kentte yaşayan diğer insanları etkileyen ölçütler: Enerji gereksinimi, çevre kirliliği, arazi kullanımı, kaynak gereksinimi, vb.
- İşletmeyi etkileyen ölçütler: Esneklik, sistemlere uyumluluk, ekonomiklik, personel, vb.

Bu çalışmada, Ankara Yenimahalle-Şentepe teleferik hattı ile ilgili hazırlanmış olan anket soruları 250 kişiye yöneltilmiş, alınan cevaplar değerlendirilmiştir. Bu rakam, yön başına bir saatte taşındığı belirtilen yolcu sayısının yaklaşık %10'u olacak şekilde seçilmiştir. Anket, teleferik hattının ilk durağı (Şentepe durağı), metro ile entegrasyonun sağlandığı durak (Yenimahalle durağı) ve bu iki durak arasında kalan bölgede çalışanlar ve yaşayanlar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Anket soruları hazırlanırken, toplu taşıma sistemlerinin değerlendirilmesinde önemli olan ölçütler göz önünde bulundurulmuştur.

Anket, 17 sorudan oluşmaktadır (Ek-1). Anketin ilk üç sorusu yaş, cinsiyet ve gelir durumu şeklinde seçilmiş demografik sorulardır. Diğer sorular ise teleferik hattı ile metronun entegrasyonunu, teleferiğin kullanım sıklığını, yolculuk türünü, teleferiğin seçilmesinde etkin faktörü, yolculuk konforunu, yolculuk süresini ve teleferik hattı ile ilgili memnuniyet ve şikâyetleri ortaya koymaya çalışan niteliksel sorular olarak belirlenmiştir. Hattın niteliğine dair sorular, 5 aşamalı değerlendirmeye yönelik (çok iyi, iyi, orta, kötü, çok kötü) oluşturulmuştur. Son soru ise ankete katılanlar tarafından belirtmek istenen “diğer” özellikleri ortaya çıkarmaya yönelik açık uçlu soru olarak seçilmiştir. Ankette; belirsiz, çelişen, yönlendiren ifadeler içeren sorular ile amaca hizmet etmeyen sorulardan kaçınılmaya çalışılmıştır. Tablo 3'te ankete katılanlara yöneltilen demografik soruların sonuçları verilmiştir.

Tablo 3. Katılımcıların cinsiyet ve yaş dağılımları.

Demografik Özellik	Sayı (kişi)	Pay (%)	
Cinsiyet	Kadın	91	36,4
	Erkek	159	63,6
Yaş	16-25	84	33,6
	26-35	107	42,8
	36-45	39	15,6
	46-55	20	8

Tablo 3'ten katılımcıların % 36'sının kadın, % 64'ünün erkek olduğu; % 76'sının genç, % 24'ünün ise orta yaş grubundan olduğu gözlemlenebilir. Demografik soruların sonuncusu olan “gelir durumu” sorusuna katılımcıların çoğunun cevap vermek istemediği görülmüş, dolayısıyla gelirle ilgili bir sonuç elde edilememiştir.



Teleferik hattının metroya entegrasyon amaçlı olarak düşünüldüğü belirtildiğinden diğer bir soru bu amaca yönelik belirlenmiştir. Tablo 4'te teleferik hattının kullanım durumu ve amacını gösteren anket sonuçları sunulmuştur.

Tablo 4. Teleferik hattının kullanım durumu ve amacı.

Kullanım Durumu	Sayı (kişi)	Pay (%)	Kullanım Amacı	Sayı (kişi)	Pay (%)
Kullanıyor	178	71,2	Metroya erişme	98	55,1
			İlçe merkezine erişim	65	36,5
			Diğer	15	8,4
Kullanmıyor	72	28,8			

Tablo 4 incelendiğinde, ankete katılanların % 71'inin "kullanıcı olduğu", % 29'unun ise teleferik hattını kullanmadığı; teleferik hattını kullananların % 55'inin metroya erişim amaçlı olarak kullandığı, % 37'sinin Şentepe mahallesinden Yenimahalle ilçe merkezine erişim amaçlı olarak kullandığı ve % 8'inin diğer (gezme, merak giderme, panoramik manzara görme, vb.) amaçlarla hattı kullandığını belirtmiş olduğu gözlemlenebilir. Ankete katılanlardan yalnızca hattı kullananlara yöneltilen yolculuk türü ve kullanım sıklığı sorularından alınan cevaplar Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Teleferik hattını kullananların yolculuk türü ve kullanma sıklığı.

Yolculuk Türü	Kişi	Pay (%)	Kullanım Sıklığı (gün/hafta)	Sayı (kişi)	Pay (%)
Ev-Okul veya Okul-Ev	32	18,0	1	3	9,4
			2	2	6,3
			3	10	31,3
			4	3	9,4
			5	12	37,5
			6	1	3,1
			7	1	3,1
Ev-İş veya İş-Ev	62	34,8	1	16	25,8
			2	18	29,0
			3	4	6,5
			4	10	16,1
			5	10	16,1
			6	1	1,6
			7	3	4,8
Diğer	84	47,2	1	40	47,1
			2	24	28,2
			3	4	4,7
			4	2	2,4
			5	7	8,2
			6	1	1,2
			7	7	8,2

Tablo 5'te, teleferik hattını kullananların yaklaşık % 53'ü zorunlu (ev-iş, ev-okul) yolculuklarını gerçekleştirmek üzere görüldüğü hattı kullandıklarını belirttikleri görülmektedir. Tablo 4'te verilen bilgiler incelendiğinde teleferik hattını metroya erişim amacıyla kullananların da bu düzeyde olduğu görülmektedir. Bu durum kullanıcıların neredeyse yarısının teleferik hattının inşa edilme amacı (metroya erişim) hareket ettiğini göstermektedir. Kentlerimizde trafik sıklığının büyük oranda zorunlu yolculuklardan kaynaklandığı düşünüldüğünde, yalnızca Şentepe-Yenimahalle hattı için trafik sıklığını azaltıcı etki yaptığı söylenebilir. Ancak bu iki nokta arasında toplam yolculuğun ne düzeyde olduğu bilinmediğinden, bu olumlu etkinin sorunun çözümündeki etkinliğinin tahmin edilmesi güçtür.

Teleferik hattının kullanım sıklığı incelendiğinde, ev-okul zorunlu yolculuğunu gerçekleştirmek üzere sistemi haftada 5 gün kullananların oranının diğerlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Bu sonuç, eğitim amaçlı yolculukların haftanın beş günü gerçekleştirildiği düşünüldüğünde, bu tür yolculuklar için sistemin etkin olduğu anlamına gelebilir. Ancak ev-iş yolculuklarında böyle bir durum söz konusu değildir.

Kullanıcılara teleferik yapılmadan önce metroya erişim konusunda sıkıntı yaşayıp yaşamadıkları sorulmuştur. Kullanıcılardan % 32'sinin metroya erişimde sıkıntı yaşadığını belirttikleri, % 68'inin ise herhangi bir sıkıntı yaşamadıklarını belirttikleri görülmüştür. Katılımcıların metroya erişim konusunda önceden kullandıkları sistemleri hala kullanmakta oldukları, hem ev-iş yolculuklarının en yüksek payının 5 veya 6 gün olmamasından (yani haftalık zorunlu yolculukların tamamının teleferikle yapılmıyor olmasından) hem de % 68'lik bir katılımıla hattın yapımından önceki işletilen sistemleri (otobüs, minibüs kullanarak veya yaya olarak) kullanmanın bir sıkıntı yaratmadığını belirtmelerinden anlaşılmaktadır. Üstelik yetkililer, teleferik hattının yapımı öncesinde de var olan otobüs hatlarının bir kısmının hala teleferiğe alternatif olarak işletilmekte olduğunu belirtmişlerdir. Dolayısıyla ankete katılanların, önceki sistemler konusundaki memnuniyetleri ve teleferiği kullanırken gerçekleştirdikleri yolculuk türü ve kullanım sıklığı birlikte değerlendirildiğinde, teleferik hattının metroya erişim rahatlığı sağladığından söz etmek güçtür.

Teleferik hattının kullanılması ile metroya erişim süresinin azalıp azalmadığı sorusuna verilen cevaplar incelendiğinde, kullanıcıların % 49'unun sürenin kısaldığını belirttikleri, % 18'inin sürede herhangi bir değişiklik olmadığını ifade ettikleri ve % 33'ünün ise bu konuda herhangi bir saptamalarının olmadığını beyan ettikleri görülmüştür. Yalnızca bu soruya verilen cevaplar dikkate alındığında, sürenin kısaldığını düşünenlerin teleferik hattını kullandıkları söylenebilir. Ancak ulaştırma sistemlerinde yolculuk süresindeki kısılmanın taşıma ücretini arttırdığı ve söz konusu teleferik hattının kullanıcılardan ücret alınmadan işletildiği birlikte düşünüldüğünde bu soruya verilen cevaplardan anlamlı bir sonuç çıkarmak hayli zordur. Kullanıcıların teleferik hattını tercih etme sebepleri ve bunların genel içindeki payı ise Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Kullanıcıların teleferiği tercih etmelerinde etkili olan ana faktörlerin yüzdeleri.

Kullanma Sebebi	Ücret	Trafik Sorununun Olmaması	Variş Noktasına Yakınlığı	Sefer Sıklığı
Pay (%)	42,8	23,4	10,4	9,1
Kullanma Sebebi	Hızı	Konfor	Güvenlik	Diğer
Pay (%)	3,9	2,6	1,3	6,5

Tablo 6'daki kullanma sebepleri incelendiğinde, hattın ücretsiz oluşunun (%42,8), beklendiği gibi, en yüksek paya sahip olduğu görülür. Kullanım sebepleri arasında trafik sorununun olmayışı (% 23,4) önemli görülen bir diğer sebep olmuştur. Bu iki değişken, ulaştırma

sistemlerinin etkinlik göstergelerindedir. Dolayısıyla kullanıcıların beklenen davranışı gösterdikleri söylenebilir.

Teleferik hattının niteliğini sorgulayan sorulara (10-16. sorular) verilen cevapların Tablo 7’de sunulmuştur. Tablo 7’de verilen cevaplar incelendiğinde; “kullanıcıların” teleferiği hızlı (% 76,4) bir ulaşım aracı olarak değerlendirdiği, sistemin doluya yakın (% 52,8) çalıştığını düşündükleri, durak yerlerinden şikâyetçi olmadıkları (% 40,0), işletmenin temizliğinden memnun oldukları (%74,5), rahat (% 58,2) bir ulaşım türü olduğunu düşündükleri ancak pek güvenli bulmadıkları (% 34,6) ve genel olarak memnun (% 61,8) oldukları söylenebilir.

Tablo 7’den teleferik hattını “kullanmayanların” teleferik sistemini hızlı bulmadıkları (% 31,8), sistemin genelde boş çalıştırıldığını (% 40,9) düşündükleri, durak yerlerini uygun bulmadıkları (% 68,2), işletmenin temizliği konusunda kesin bir yargıya varamadıkları (% 50,0), rahat olduğunu düşünmedikleri (% 40,9), pek güvenli bulmadıkları (% 45,5) ve memnuniyet konusunda kesin bir yargıya varamadıkları (% 45,7) söylenebilir. Bütün bunlar birlikte değerlendirildiğinde teleferiği kullanmayanların sitem konusunda çeşitli şüpheleri (durak yerlerinin uygun olmadığı, rahat ve güvenli bulmadıkları) bulunduğunu söylemek yanlış olmaz.

Tablo 7. Teleferik hattının niteliğini sorgulayan sorular ve cevapları.

Soru	Değerlendirme									
	Çok İyi		İyi		Orta		Kötü		Çok Kötü	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
10) Teleferik sistemi hızlı bir ulaşım şekli midir?	38,2	22,7	38,2	9,1	23,6	54,5	0,0	9,1	0,0	4,5
11) Teleferik kabinlerinin doluluğu nasıldır?	16,4	9,1	36,4	31,8	40,0	22,7	7,3	27,3	0,0	9,1
12) Teleferik sisteminde durak yerleri uygun mudur?	18,2	18,2	21,8	4,5	30,9	9,1	10,9	22,7	18,2	45,5
13) Teleferik kabinlerinin ve istasyonlarının temizlik ve bakımı yeterli midir?	30,9	18,2	43,6	31,8	14,5	27,3	9,1	18,2	1,8	4,5
14) Teleferik sistemiyle yolculuk rahat mıdır?	21,8	18,2	36,4	22,7	38,2	40,9	3,6	4,5	0,0	13,6
15) Teleferik sistemiyle yolculuk güvenli midir?	7,3	18,2	27,3	9,1	40,0	27,3	18,2	18,2	7,3	27,3
16) Teleferik sisteminden genel olarak memnun musunuz?	12,7	22,7	49,1	22,7	27,3	13,6	3,6	13,6	7,3	27,3
A: Teleferik hattını kullananlar B: Teleferik hattını kullanmayanlar										

Ankete katılanlara “Teleferik sisteminden rahatsızlığınız var mı?” şeklinde yöneltilen açık uçlu (son) sorudan alınan cevaplar değerlendirildiğinde sistemin güvenli olmadığını düşünüldüğü görülmektedir. Özellikle, fazla rüzgârlı havalarda kabinlerin rahatsız edecek kadar sarsıldığı, yağmurlu havalarda yıldırım çarpması endişesi taşıdıkları, olumsuz hava koşullarında sistemin işlemediği veya işletilemediği dolayısıyla güvenilirliğinin zayıf olduğu, bir nedenle yolcuların kurtarılması gerektiğinde kabinlere ulaşılma gücü çekileceğine dair endişeler, bazı yolcuların yükseklik korkusu nedeniyle kullanmaktan çekindikleri veya kullandıkları halde korktukları, vb. cevaplar alınmıştır. Açık uçlu bu soruya verilen cevaplardan bir diğeri de mahremiyet konusundaki endişedir. Sistemin direkler üzerinde inşa edilmiş olması ve çoğu bölgede mevcut yapıların üzerinden geçirilmiş olması sebebiyle bölgedeki binalarda yaşayanlar tarafından mahremiyetlerinin ihlal edildiği düşüncesinin oluştuğu gözlemlenmiştir. Ayrıca bir ilköğretim okulunun bahçesinden geçmesi sebebiyle

velilerin kabin veya diğer tesisatın koparak düşmesi ile bahçede oynayan çocuklarının hayatından endişe duydukları; bölgedeki dairelerin satış ve kiralama bedellerinin düşmüş olmasından ötürü kimi sakinlerin hukuki işlem başlattıkları da verilen cevaplar arasındadır.

Sistemin çevreye olan etkileri konusunda anketlerden; taşıyıcı kablonun asılı olduğu direklerin estetik bulunmadığı, direklerin mevcut sokak ve caddeleri daralttığı, hattın ilk durağının inşası sırasında yaklaşık 50 yıllık çınar ağaçlarının kesildiği, vb. konuların da belirtilmiş olduğu görülmüştür. Öte yandan; açık uçlu bu soruya verilen olumlu cevaplar da olmuştur. İşletmenin çevre kirliliğine sebep olmadığı (egzoz gazı üretmediği), arazi kullanımının daha az olduğu, trafik sıkışıklığından etkilenmediği, işletme maliyetlerinin düşük olduğu inancı, sefer sıklığının fazla olması sayesinde duraklarda daha az bekledikleri, vb. gibi olumlu cevaplar verilmiştir.

## SONUÇ

Bu çalışmada, 2013 yılında inşasına başlanıp 2014 yılında inşası tamamlanan ve hizmete açılan Ankara Yenimahalle-Şentepe teleferik hattı incelenmiştir. Kullanıcıların ve üçüncü şahısların bakış açısıyla bir ulaştırma yatırımı olarak açılan hattın durumunun değerlendirilebilmesi için memnuniyet anketi uygulanmıştır. Bu bölgenin toplu taşıma sorununu çözmek, metroya uzak mesafede yaşayanları metroya eriştirmek amacıyla yapılan bu hattın, özellikle kullanıcıların büyük çoğunluğu tarafından bu amaçla kullanıldığı sonucuna varılmıştır. Ancak, ihtiyacın tamamını karşılamadığı ve gerek kullanıcıların gerekse üçüncü şahısların belirttiği birçok soruna yol açtığı gözlemlenmiştir. Teleferik hattı gerekli ön etüt ve planlama çalışmaları yapılmadan inşa edildiği için yapım ve kullanım aşamasında birçok teknik sorunla karşılaşmıştır ve karşılaşmaktadır.

Kullanıcı ve üçüncü şahısların teleferik sistemiyle ilgili görüşlerini almak için yapılan anket sonuçları değerlendirildiğinde, kullanıcılar hattı genel olarak yararlı bulmaktadırlar. Bunun en önemli sebebi ise, hattın ücretsiz olarak hizmet veriyor olmasıdır. Çünkü kullanıcılar, teleferiği tercih etmelerindeki en önemli etkenin ücretsiz oluşu olduğunu belirtmişlerdir. Dolayısıyla teleferiğin ücretsiz oluşu, diğer önemli tercih parametrelerini perdelemiştir ve bu konuda elde edilen sonucun kesinliği ancak teleferik ücretli olarak hizmet vermeye başladıktan sonra anlaşılabilir.

Teleferik sisteminin güvenliğiyle ilgili ciddi sorunlar olduğu gözlemlenmiştir. Daha önce uygulanmamış bir sistem olduğu için oluşacak kaza ve olağan dışı durumlarda nasıl müdahale edileceği gibi konularda yaşanan endişeler, kullanım tercihini olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Teleferik hattının bölgede yaşayanlar tarafında ihtiyaç doğrultusunda kullanıldığı, bunun yanı sıra kullanıcıların bile bir takım sorunları olduğu, kullanmayı tercih etmeyen bir kesim olduğu ve bu kesimin hattın çevresel olumsuz etkileriyle ilgili daha büyük sorunları olduğu sonucuna varılmıştır. Rahatsızlık duyulan konular özellikle hat yapıldıktan sonra oluşmuştur. İstasyon ve direklerin civarındaki konut ve işyerlerinin mahremiyet açısından ihlal edilmesinden kaynaklanan sorun, yapılacak olan sistemlerin öncelikle bu gibi konuların göz önünde bulundurularak planlanması gerektiği sonucuna varılmasını sağlamıştır.

Hattın ulaştırma yatırımı olarak yüksek maliyetli olduğu, bunun yerine yapılabilcek başka yatırımlarla hem daha verimli, güvenilir, kullanım kolaylığı sağlayan hem de daha az sorun teşkil eden bir hizmet sağlanabileceği sonucuna varılmıştır. Tım bunların yanında teleferiğin, çevre kirliliği, trafik sıklığı gibi konularda avantaj sağladığı sonucuna varılmıştır. Teleferik sistemi tasarım aşamasında bir takım durumlar gız önünde bulundurularak, daha planlı bir uygulama yapılmış olsaydı, belki de şuan yaşanan ve şikâyet edilen sorunlar yaşanmayacak ve hat daha kullanılır olarak hizmet veriyor olabilirdi.

## Kaynaklar

BA, Büyükşehir Ankara (2015) Ankara Büyükşehir Belediyesi ve İlçe Belediyeleri Faaliyetleri Hakkında Bilgilendirme Yayın Organı, Ankara.

Cerit, D. (2011) Teleferik Sistemleri, Emo İzmir Şubesi Teknik Dergi.

Cirit, F. (2014) Sürdürülebilir Kentiçi Ulaşım Politikaları ve Toplu Taşıma Sistemlerinin Karşılaştırılması, Uzmanlık Tezi, İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü.

EGO (2014) 2013 Faaliyet Raporu, EGO Genel Müdürlüğü, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara.

Girginer, N. ve Cankuş, B. (2008) Tramvay Yolcu Memnuniyetinin Lojistik Regresyon Analiziyle Ölçülmesi: Etram Örneği. Celal Bayar Üniversitesi, İ.İ.B.F. Yönetim ve Ekonomi Dergisi, Cilt:15, Sayı:1, Manisa.

KTSTK, Kablololu Taşıma Sistemleri Tasarım Kriterleri, Bölüm I, Büyük Kabinli Çift Yönlü Sistemler-Teleferik.

KP, Konya Platformu Eğitim, Kültür, Sağlık ve Çevre Derneği (2012) Yüksek Hızlı Trenin Bölgesel Kalkınmaya Etkileri, Konya.

Öncü, E. (2010) Ankara'da Teleferik. TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi, Kent İzleme Merkezi, Ulaşım Atölyesi, Ankara.

Saatçioğlu, C. ve Yaşarlar, Y. (2012) Kentiçi Toplu Taşımacılık Sistemleri: İstanbul Örneği. Kafkas Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt:3, Sayı:3.

Şenlik, İ. (2013) Kent İçi Raylı Ulaşım Sistemlerinin Değerlendirilmesi, Teknik Yazı.

EK-1: YENİMAHALLE – ŞENTEPE TELEFERİK HATTI MEMNUNİYET ANKETİ

- 1) Cinsiyetiniz?
- 2) Yaşınız?
- 3) Aylık ortalama aile geliri miktarınız?
- 4) Genelde teleferiği metroya aktarım için mi, yoksa ilçeye erişim için mi kullanırsınız?
- 5) Teleferiği ne sıklıkla kullanırsınız?  
Günde..... kez      Haftada ..... gün      Kullanmam
- 6) Teleferiği genelde hangi amaçla kullanırsınız?  
Ev-iş      Ev-okul      Diğer
- 7) Teleferiği tercih etmenizde etkili olan ana faktörler nelerdir?  
Ücreti (ücretsiz olması)      Konforu      Çok güvenli      Sefer sıklığı      Diğer  
Gidilecek yere olan yakınlığı      Hızlı olması      Trafik sorununun olmaması
- 8) Teleferik yapılmadan önce metroya erişim konusunda sıkıntı yaşıyor muydunuz? Metroya nasıl ulaşıyordunuz?
- 9) Teleferik yapılmadan önce evinizden çıktığınız andan itibaren metroya varışınız kaç dakika sürüyordu? Şimdi kaç dakika sürüyor?

Sorular	Çok İyi	İyi	Orta	Kötü	Çok Kötü
10) Teleferik sistemi hızlı bir ulaştırma şekli midir?					
11) Teleferik kabinlerinin doluluğu nasıldır?					
12) Teleferik sisteminde istasyon yerlerinin uygun olduğunu düşünüyor musunuz?					
13) Teleferik kabinlerinin ve istasyonlarının temizlik ve bakımı yeterli midir?					
14) Teleferik sistemiyle yolculuk rahat mıdır?					
15) Teleferik sistemiyle yolculuk güvenli midir?					
16) Teleferik sisteminden genel olarak memnun musunuz?					

- 17) Teleferik sisteminden kaynaklı ayrıca belirtmek istediğiniz bir rahatsızlık veya memnuniyetiniz var mı?

# Toplu Ulaşım Talebi Analizinde Akıllı Kart Verilerinden Yararlanılması

## Mustafa ÖZUYSAL

Dokuz Eylül Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi  
İnşaat Mühendisliği Bölümü  
İzmir, Türkiye  
Tel: (0232) 301 70 76  
E-Posta: mustafa.ozuysal@deu.edu.tr

## Alper DERİ

İzmir Büyükşehir Belediyesi  
ESHOT Genel Müdürlüğü  
İzmir, Türkiye  
Tel: (0232) 293 50 00  
E-Posta: alperderi@hotmail.com

## Aylin KALPAKCI

İzmir Büyükşehir Belediyesi  
ESHOT Genel Müdürlüğü  
İzmir, Türkiye  
Tel: (0232) 293 50 00  
E-Posta: aylinkalpakci@hotmail.com

## Pelin ÇALIŞKANELLİ

Dokuz Eylül Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi  
İnşaat Mühendisliği Bölümü  
İzmir, Türkiye  
Tel: (0232) 301 70 02  
E-Posta: pelin.caliskanelli@deu.edu.tr

## Öz

Birçok büyük kentimizde kullanılmaya başlanan akıllı kart sistemleri, bir bilet ücretlendirme otomasyonu olmasının ötesinde, kentiçi toplu ulaşım talebinin analiz edilerek birçok açıdan optimizasyonuna olanak veren zengin bir veri sunmaktadır. Bu çalışmada, akıllı kart verilerini işlevsel hale getirmek amacıyla geliştirilen bazı algoritmalar ve örnek sonuçları sunulmuştur.

Kart bazında bireysel günlük yolculuk takibi, toplu ulaşım başlangıç-varış (BV) matrisi modeli, güvenilirlik analizi ve hat yoğunluk şeması, çalışmada elde edilen temel talep analizleridir. Bireysel yolculuk takibi, gün boyunca sistem kullanıcılarının ulaşım ve günlük aktivitelerine harcadığı zamanın belirlenmesi, aktarma davranışının ve dolayısıyla aktarma merkezlerinin yoğunluk ve verimlilik analizlerine olanak vermektedir. Toplu ulaşım BV matrisi, sistem kullanıcılarının hangi merkezler arasında seyahat ettiğini göstermekte, kullanıcıların etkileşimi yüksek merkezler arasında gereksiz kilometre yapmasını engelleyici hat güzergah optimizasyonlarına ışık tutmaktadır. Otobüs işletmesi için güvenilirlik analizi, her bir hattın analizi istenen bir durağa varış sürelerindeki varyasyonun belirlenmesini ve dolayısıyla talebi ve hizmet düzeyini düşüren, işletme planını aksatan durumların tespitini sağlamaktadır. Hat yoğunluk şeması ise her bir hattın hangi kesimler boyunca kullanıldığını görselleştirmekte, yoğun olmayan kesimlerin by-pass edilerek işletmedeki ölü kilometrelerin en aza indirilmesine olanak vermektedir.

Akıllı kart verilerinden elde edilebilecek talep analizleri, çalışmada sunulan örneklerle sınırlı olmayıp araştırmacı ve uygulamacıların ihtiyaçlarına göre türetilme olanağına sahiptir. Bu çalışma ile elektronik biletlendirme sistemlerinin ulaştırma planlaması açısından fonksiyonel hale getirilebilmesine yönelik adımlar vurgulanmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** akıllı kart verileri, başlangıç-varış matrisi, güvenilirlik, talep analizi.

## Literatür Özeti

Akıllı ulaşım sistemlerinin içinde yer alan akıllı kart sistemleri hem işletmeci hem de kullanıcılar tarafından büyük avantajlar sağladığından her geçen gün kullanımı yaygınlaşmaktadır (Trepanier ve diğ., 2007). Ülkemizde de ulaşım planlaması araştırma ve uygulamalarında akıllı kart verilerinden yararlanılmasına yönelik birçok kayda değer güncel çalışma yapılmaktadır (Eliyi ve diğ., 2014; Çelen, 2010; Maden, 2010; Firuzan ve diğ., 2015; Tınaztepe ve diğ., 2011). Bir validatör yardımıyla alınan biniş bilgileri araç konum sistemleriyle elde edilen bilgilerle birleştirilmekte ve ana merkeze iletilerek çeşitli yazılımlarla değerlendirilmektedir. Akıllı kart sistemlerinde genel olarak kişinin validatöre kartını göstermesi halinde sistem otomatik konum belirleme sistemleri (GPS) ile eş zamanlı çalışarak kart ID, otobüs ID, sürücü ID, durak ID, hattın yönü, hattın numarası, ücret tipi (tam, öğrenci, v.b), aktarma durumu, biniş saati ve tarihi gibi bilgiler sistem tarafından kayıt altına alınmaktadır.

Akıllı kart sistemi tüm toplu ulaşım şebekesi içerisinde yer almakta ve dahil olduğu toplu ulaşım sisteminin her elemanına ait birçok veri sağlamaktadır. Son yıllarda toplu ulaşım sistemlerinde kullanılan akıllı kart sistemlerinden elde edilen verilerin çeşitli yöntemlerle analiz edilmesiyle ilgili yapılan çalışma sayısı da artış göstermektedir. Yapılan çalışmalar elde edilen verilerin değerlendirilmesi kısa ve uzun vadeli stratejiler geliştirmek için kullanışlı olduğunu göstermektedir.

Pelletier vd. tarafından yapılan çalışmada akıllı kart bilgilerinin kullanım alanları ve ulaşım planlamasında nasıl kullanılabilceği incelenmiş ve üç temel kullanım seviyesi belirleyerek daha önce yapılan çalışmalar bu üç ana başlık altında gruplandırılmıştır (Pelletier ve diğ., 2011). Bunlar:

- Uzun vadeli planlama çalışmalarını, yolculuk talep tahminlerini ve yolcu davranışlarının analizini içeren uzun vadeli stratejik seviyedeki çalışmalar,
- Sefer çizelgelerinin düzenlenmesi ve bağımsız yolculuk davranışlarının analizini içeren taktiksel seviyedeki çalışmalar,
- İşletme performansının belirlenmesi ve çeşitli istatistiki değerlendirmelerin yapıldığı operasyonel seviyedeki çalışmalardır.

Stratejik seviyedeki çalışmalar genel olarak akıllı kart verilerinin uzun vadeli çalışmalarda kullanımını amaçlamaktadır. Bu düzeydeki çalışmalardan biri olan Agard vd.'ye ait çalışmada, akıllı kart kullanıcılarının yolculukları sırasında izledikleri rotaların takip edilerek kullanıcı davranışlarının ve daha iyi anlaşılabilceğini belirtmiştir (Agard ve diğ., 2006). Fakat bir kentteki tüm toplu ulaşım kullanıcıları akıllı kart kullanarak seyahat etmediklerinden geneli ifade eden doğru sonuçlar elde edebilmek için akıllı kart verilerinden elde edilen bilgilerde bazı düzeltmelerin yapılması gerekmektedir.

Agard vd. akıllı kartlara ait biniş tarihi, saati ve yeri verisini kullanmış ve tipik kullanıcıları belirleyerek gün, hafta, ay, mevsim içindeki kart kullanım değişimini analiz etmiştir (Agard ve diğ., 2006). Böylece kullanıcı davranışları daha anlaşılır hale gelmiştir. Trepanier vd. ise, akıllı kartlara ait biniş tarihi, saati ve yeri verileri ile ulaşım hane halkı anketi verilerini karşılaştırmıştır (Pelletier ve diğ., 2011). Bu çalışmayla ankette elde edilen gözlem verileri, akıllı kart verileriyle kalibre edilerek anket örnekleminin doğruluk derecesinin artırılması amaçlanmıştır. Birçok araştırmacı kullanıcılara ait kartların sınıflandırılmasına yönelmiş fakat kullanıcılara ait kişisel bilgileri öncelikli olarak incelenememiştir. Sadece Utsominia vd.'ne ait çalışmada, kullanıcılara ait demografik bilgilere ulaşılarak rota ve durak/istasyon bazında yolcuların demografik profilleri çıkarılmıştır (Utsunomiya ve diğ., 2006).

Pelletier vd. tarafından yapılan çalışmada stratejik seviyedeki çalışma grubuna dahil edilebilecek bir çalışma da Lee ve Hickman yapmış olduğu çalışmadır (Pelletier ve diğ., 2011;



Lee ve Hickman, 2011). Çalışmada bir aylık bir zaman dilimi içinde duraklardaki yolcu binişleri GIS ve SQL veri tabanı yönetimi programı kullanarak incelemiş ve düzenli toplu ulaşım kullanıcılarına ait akıllı kart bilgilerinin analizlerini yapmışlardır. Gün gün düzenli yolcuların binişleri incelenmiş ve yolculuk aktivite davranışları ortaya çıkarılmıştır. Binişlere ait zamansal ve mekansal analizler ile binişler arasındaki süreler incelenmiştir. Haftanın çeşitli günleri için toplanan veriler kullanılarak toplu ulaşım sisteminin kullanım düzenliliği ve değişkenliği yolcuların gün içinde yaptıkları ilk binişten itibaren araştırılmıştır.

Taktiksel seviyedeki çalışmalarda servis planlamasını ve yolcuların iniş noktalarının belirlenmesine ait çalışmalar en sık üzerinde durulan konu olmaktadır. Yolcuların zamansal ve mekansal olarak aktarma davranışlarının belirlenmesi planlamacılara, hatların yapısının ve sefer planlamalarının yolculara uygun hale getirilecek şekilde revize edilmesine olanak sağlayacaktır. Ayrıca, akıllı kart sisteminin bilgilerinin günlük olarak elde edilmesi yeni düzenlemelerin işletim sistemi üzerindeki etkisinin değerlendirilmesine yarar sağlamaktadır (Utsunomiya ve diğ., 2006). Taktiksel kullanım grubuna giren uygulamalardan Utsunomiya vd.'ne (2006) ait çalışmada, akıllı kart kullanıcılarının kullanım geçmişleri incelenerek biniş sıklıklarını belirlenmiştir. Bu incelemeye dayanılarak, hatların sefer sıklıklarında çeşitli düzenlemelere yapılabileceği sonucuna varılmıştır. Morency vd. örneğinde ise, akıllı kartlara ait biniş tarihi, saati ve yeri verisini kullanarak mekansal bir analiz yapılmış, böylece durak kullanım sıklıkları ve yoğunlukları belirlenmiştir (Morency, 2006).

Hafta içi günlerde işletmeciler aynı sefer planlamasını kullanmalarına rağmen günden güne işletme karakteristiklerindeki değişimlerden dolayı farklı sefer çizelgelemeye ihtiyaç duyabilmektedir. Akıllı kart sisteminin sağladığı veriler kullanılarak problem hat bazında ele alınabilmektedir. Her sefere ait yolcu-yük profilleri çıkarılarak hatlara ait maksimum yükleme noktaları ve yük değerleri belirlenebilmekte ve böylece servis sıklıkları revize edilebilmektedir. Birçok toplu ulaşım sisteminde inen yolcuların sayımını yapan teknolojik altyapı bulunmadığından, inen yolcuların tespiti için çeşitli algoritmalar ve hesap yöntemleri türetilmiştir (Trepanier ve diğ., 2007).

Toplu ulaşım sistemine ait performans göstergelerinin hesaplanmasını amaçlayan operasyonel seviyedeki çalışmalarda elde edilen sonuçlar işletmelerin sistemin durumu hakkında fikir sahibi olmalarını sağlamanın yanında, yolcuların seyahat davranışlarını ve rota seçimlerini biçimlendiren etkenleri de ortaya koymaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde Transportation Research Board'un 2003 yılında yayınladığı "Transit Capacity and Quality of Service", performans ölçümünü, toplu ulaşım sisteminin detay görünümünü değerlendirmek için kullanılan nitel ve nicel faktörler olarak tanımlamaktadır (TRB, 2003). Ayrıca, toplu ulaşım sistemlerinde hizmet seviyesinin belirlenmesi ve sınıflandırılması için çeşitli performans ölçüm parametrelerinden de yararlanılmaktadır. Transit Cooperative Research Program'ın 2006 yılında yayınladığı "Using Archived AVL-APC Data to Improve Transit Performance and Management" akıllı kart verileri ve otomatik konum verileri (GPS) kullanılarak toplu ulaşım sistemlerine ait sefer süreleri, planlanan sefer sürelerine bağlılık, yolculara ait bekleme sürelerinin analizi, talep analizi, sefer aralıklarının düzenliliği, seferlere ait yolcu yoğunluğu analizleri, otobüslerdeki katar oluşumları gibi işletme hızı ve gecikmelere ait analizler gibi birçok performans parametresinin hesaplanmasına ait örnekler içermektedir.

Performans parametrelerinin yolcular açısından en önemlilerinden biri olan güvenilirlik, toplu ulaşım sisteminin, bir çizelgelemeye ya da daha önceden belirlenmiş sefer aralıklarına ve sabit bir seyahat süresine bağlı kalma kabiliyeti olarak da tanımlanabilir. Başka bir deyişle sistemin dakiklik ve düzenlilik performansı olarak açıklanabilir (Chen ve diğ., 2009).

Güvenilirlik, toplu ulaşım sisteminin işletme karakteristikleriyle ilişkili olan servis kalitesi ölçme yöntemidir. Yolcuların bekleme süreleri servis sıklığından çok sefer tarifesinin

güvenilirliğinden etkilenmektedir (Liu ve Sinha, 2007). Abkowitz ve Lepofsky ise güvenilirliği; toplu ulaşım işletmecilerinin ve yolcuların karar verme süreçlerini etkileyen servis özelliklerindeki süreklilik olarak tanımlamıştır (Abkowitz ve Lepofsky, 1990). Güvenilirlikle ilgili yapılan çalışmalarda temel olarak toplam seyahat süresinin ve temel bileşenlerinin tahmin edilmesi konusu incelenmektedir.

Literatürdeki örneklerden de anlaşıldığı gibi, akıllı kart sisteminin sağladığı verilerden, günlük işletme kararlarından uzun projeksiyonlu stratejik planlara kadar birçok alanda yararlanılabilmektedir. Bu çalışmada, özellikle orta vadeli taktiksel planlamalarda kullanılacak veri işleme uygulamalarından örnekler sunulmuştur. Çalışma kapsamında, İzmir Büyükşehir Belediyesi ESHOT Genel Müdürlüğü'nün desteğiyle temin edilen akıllı kart kullanım ve durak-yoğunluk verileri kullanılmıştır. Matlab matematiksel programlama dili kullanılarak geliştirilen algoritmalarla elde edilen bulgular, ArcGIS coğrafi bilgi sistemi yazılımı yardımıyla görselleştirilmiştir.

## Veri

Çalışmada kullanılan akıllı kart veri setleri iki temel türdedir: durak yoğunluk verileri ve akıllı kart kullanım verileri. Durak yoğunluk verileri, ID ve plaka ile tanımlanan her bir otobüsün ait olduğu güzergahtaki her bir durağa ulaştığı zaman, hareket yönü (gidiş veya dönüş), ulaştığı durağın bu yöne göre sıra numarası, durağa varış ve ayrılış zamanı, dakika cinsinden durakta geçirdiği süre ve varsa o durakta binen yolcu sayısı verilerini içermektedir. Durak yoğunluk veri setinde hafta içi her bir gün yaklaşık 650.000 satırlık durak detayı içermektedir ve her bir güne ait veri yaklaşık 85 MB'lık dijital boyuta sahiptir.

Akıllı kart kullanım verileri ise her bir kart ID'sinin bir gün boyunca gerçekleştirdiği tüm kullanım hareketlerini, binilen hat no, yön, biniş zamanı, ücret tipi, aktarma durumu, durak ID ve otobüs ID olarak sağlayan veri tabanı dosyalarından oluşmaktadır. Akıllı kart kullanım verisi, hafta içi bir gün için yaklaşık 1.500.000 kullanım içermektedir ve yaklaşık 225 MB boyuta sahiptir. Bir günde kullanılan akıllı kart (özgün ID) sayısı ise yaklaşık 450.000'dir. Teorik olarak, bu 450.000 kullanıcının yarısının gidiş ve dönüşlerinde birer aktarma yaptığı, diğer yarısının aktarmasız yolculuk yaptığı kabul edilseydi toplam kullanım sayısı 1.350.000 ( $225.000 \times 4 + 225.000 \times 2$ ) civarı gerçekleşecekti ki bu değer 1.500.000 kullanımın altında kalmaktadır. Dolayısıyla "1"den fazla aktarmanın sıkça karşılaşılmayacağı düşünülürse, kullanıcıların en az yarısının aktarmalı yolculuk yaptığı söylenebilir. Yüksek aktarma kullanımının muhtemel sebebi, İzmir'de ilk binişten sonra 90 dakika içinde yapılan aktarmaların ücretsiz olmasıdır.

Durak yoğunluk verisi ham durumda, durak ID'lerinin kayda değer bir kısmında "99999" numarasını veren geçersiz kayıtlara sahiptir. Bunun sebebi, otobüsün durakta yolcu almakta olan diğer otobüslerden dolayı, durağa yeteri kadar (duraktaki GPS sinyaline girmeden) yaklaşmadan veya durağı geçtikten sonra durup yolcu almasından kaynaklanmaktadır. En son kolonda yer alan otobüs ID verisi yardımıyla, kent kart kullanım verisi ile durak yoğunluk verisi ilişkilendirilebilmekte ve tanımsız durak ID verileri düzeltilebilecektir.

## Bireysel Günlük Yolculuk Takibi ve BV Matrisi

Toplu ulaşımın her bir kullanıcı tarafından ne sıklıkla kullanıldığı, aktarma olanaklarından yararlanılıp yararlanılmadığı gibi sistem işletmecileri tarafından bilinmek istenen temel soruların cevaplanabilmesi ve daha gelişmiş analiz süreçlerine geçilebilmesi açısından ilk adım, bireysel günlük yolculuk takibidir. Bu amaçla geliştirilen algoritma kısaca şu aşamalardan oluşmaktadır:

1. Akıllı kart kullanım verisindeki kart basışlarına ait kart ID numaralarını çekmek ve özgün değerlerden oluşan bir vektör haline getirmek
2. Özgün ID vektörü nün her bir değerini sırayla ele alıp kullanım verisi içindeki bu ID'ye ait basışları listelemek
3. Bir ID'ye ait kullanımları gün içindeki basış zamanlarına göre sıralamak
4. Sıralanan kullanımların zaman, binilen durak/hat, aktarma durumu gibi temel verilerini zaman sırasıyla satır vektörü halinde kaydetmek
5. Bir sonraki ID numarasına geçerek 2. adımdan itibaren son özgün ID'ye kadar işlemleri tekrarlamak

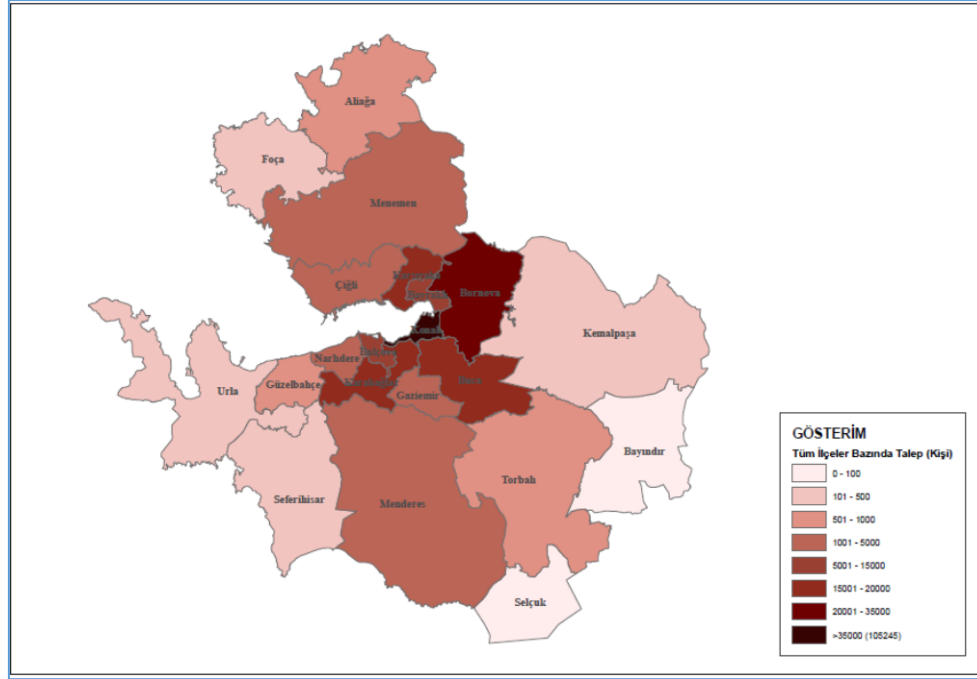
Bu algoritma sonucu ulaşılan veri yapısı, BV matrisi tahmini başta olmak üzere birçok analize imkan vermektedir. Her bir kart kullanıcısının gün içinde ilk gerçekleştirdiği yolculuklar belirlendiğinden, ilk binişin ikamet konumuna yakın olacağı kabulü ve binilen durağın koordinatlarının elde edilmesi halinde, akıllı kart kullanım istatistiklerinin konumsal analizi rahatlıkla yapılabilmektedir. Şekil 1'de, değinilen algoritma birer günlük haftaiçi ve haftasonu akıllı kart kullanım verisi kullanılarak, her bir kart ID'sinin gün içindeki ilk kullanıldığı durak konumuna göre, İzmir kent merkezinin kuzey yerleşimi için yapılan, kart kullanımının konumsal dağılım istatistiklerinden bir örnek görülmektedir.

BV matrisi, toplu ulaşım kullanıcılarının hangi bölgeler arasında yolculuk yaptığını göstermektedir. İstenilen düzeyde bölgeleme yapıлып her bir durak ve istasyonun hangi bölge sınırları içinde olduğu tanımlandıktan sonra, bireysel günlük yolculuk takibi verisinden hareketle BV matrisi, bir takım ilave analizlerle elde edilebilmektedir. BV algoritmasında, gün içinde yapılan son aktarmasız yolculuğun başlangıç noktası, günün ilk yapılan yolculuğunun (aktarma varsa aktarmalı son yolculuğun) hattına ait durak listesi ile karşılaştırılmakta; çakışan en yakın durak çiftinin arasında makul bir yürüme mesafesi var ise yolculuğun bu çakışan durak ile günün başında biniş yapılan durak çifti arasında gerçekleştirildiği kabul edilmektedir. Bu uygulama ile, düzenli yolculuk olarak tanımlayabileceğimiz, gün içinde bir noktadan başlayıp gün sonunda aynı durakta biten yolculukların tahmini sağlanmıştır. Kişinin sabah ilk biniş yaptığı durak/istasyon' un koordinat bilgisiyle son binişini gerçekleştirdiği otobüs/metro/vapur hattı durakları arasında ilişki kurularak düzenli yolculuklar elde edilmiştir.

Örnek uygulamada haftaiçi bir güne ait akıllı kart sistemine kayıtlı 1.398.065 biniş verisi işlenmiş, bu veri özgün ID no.suna dönüştürüldüğünde 495.559 bireysel takip verisi elde edilmiştir. Binişlerin aktarma durumları incelendiğinde 1.398.065 binişin 936.068'i aktarmasız, 461.997' si ise aktarmalı olarak yapıldığı ortaya çıkmıştır. Yani tüm binişlerin %66,95'i aktarmasız olarak gerçekleştirilmektedir. Bir gün içerisinde sadece bir yolculuk yapan 99.065 bireysel veri BV tahmininde değerlendirme dışı bırakılmıştır. Otobüslerin duraklarda kuyruklanma hareketleri sebebiyle 76.107 binişin durak bilgisine erişilememiştir. Bu biniş sayısı kişi sayısına çevrildiğinde 67.619 kişiyi ifade etmektedir. Yapılan analizler sonucunda yolculuk yapan 495.559 kişiden (kart sayısı) 221.323'ünün (% 44,66) düzenli yolculuk yaptığı ortaya çıkmıştır. Bu değer analizi yapılabilen 328.875 kişinin % 67'sini oluşturmaktadır. Dolayısıyla geliştirilen algoritmanın, yaklaşık her üç kullanıcıdan ikisinin yolculuk davranışını rahatlıkla takip edebildiği söylenebilir.



5. Sınama doğrulanmazsa bir sonraki ardışık yolculuk çiftine geçilmesi
6. Özgün ID nin son yolculuğuna gelindiğinde, sonraki yolculuk binişi olarak günün ilk yolculuğunun referans alınması
7. İşlemlerin her özgün ID için tekrarlanması
8. Elde edilen yolcu yoğunluklarının, GIS ortamında çizilen ve her bir ardışık durak çiftini bağlayan linkler ile ilişkilendirilmesi



Şekil 2 BV Tahminine Göre Yolculuk Taleplerinin İlçelere Dağılımı.

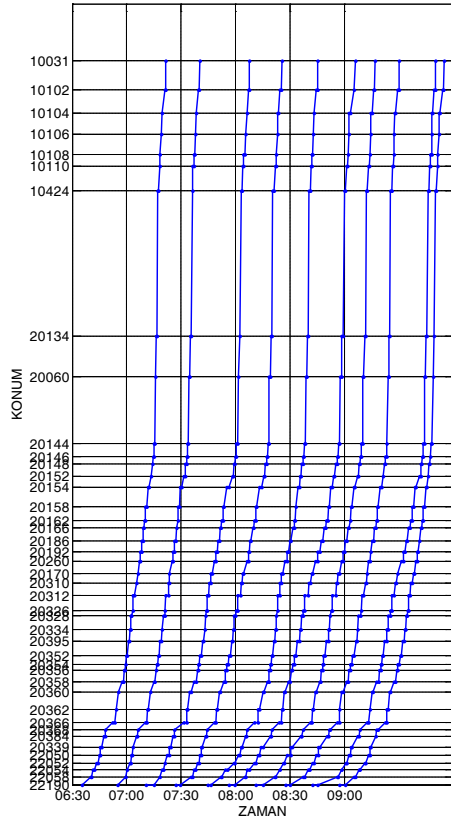
Örnek uygulamada günün ikinci yolculuğunun başladığı durak ile ilk yolculuğun yapıldığı hatta ait duraklar arasında yapılan mesafe hesabında en küçük uzaklık 800 metrenin altında ise; ilk yolculuğun, ilk binilen durak ile bu en küçük mesafeyi veren durak arasında olduğu kabul edilmekte; bu çift arasındaki hat parçasında yer alan tüm kesimlere birer yolculuk yoğunluğu ilave edilmektedir. Daha önce değinilen 99999 kodlu tanımsız duraklar nedeniyle yolculuk rotası belirleme çalışmalarında da bir miktar veri kaybolabilmektedir. İşlenebilen verilerden elde edilen yoğunluklar aşağıda örneklenmiştir.

Bir günlük veri üzerinde çalıştırılan algoritma sonucunda, seçilen analiz bölgesi içerisindeki kullanıcıların akıllı kart verileri toplam 1.216.792 yolculuk yoğunluğu olarak atanmıştır. Bu sayı, 33.276 adet gidiş-dönüş hareketinin duraklar arası kesimler üzerinden geçiş sıklığını göstermektedir. Bu yoğunluğun %90'ını lastik tekerlekli toplu taşıma araçları-ESHOT oluştururken, %7'sini Banliyö-İZBAN hattı, %2'sini körfez içi vapur hattı, %1'ini ise Hafif Raylı Sistem-Metro hattı oluşturmaktadır. İzmir geneli hesaplandığında yoğunluk artacağı gibi, yüzdelerinde değişimler olacaktır.

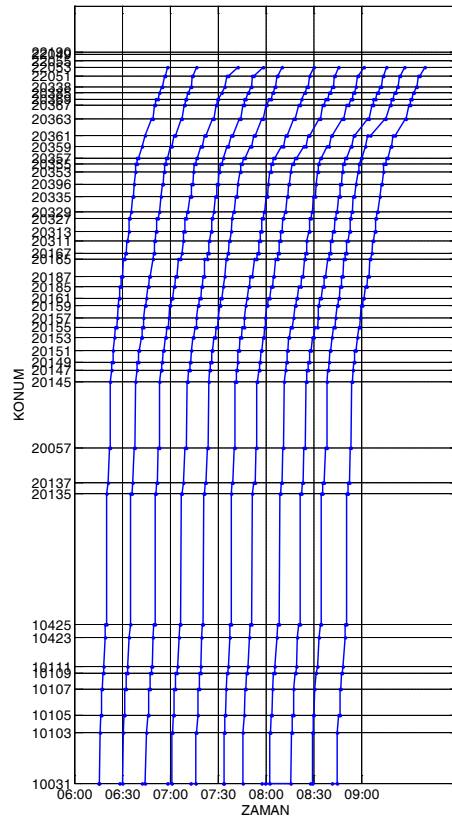
Günlük yolculuklar mahallelere göre incelendiğinde, analiz bölgesinin kuzeyinde yer alan mahallelerde yoğunlukların daha düşük ve sifıra yakın olduğu sonucu çıkmıştır. Genel olarak yoğunluklar Anadolu Caddesi, Aliğa-Cumaovası İZBAN hattının Bayraklı-Mavişehir kesimi ve Karşıyaka-Alsancak, Bostanlı-Karşıyaka, Alsancak-Pasaport vapur seferleri üzerinde görülmektedir (Şekil 3).



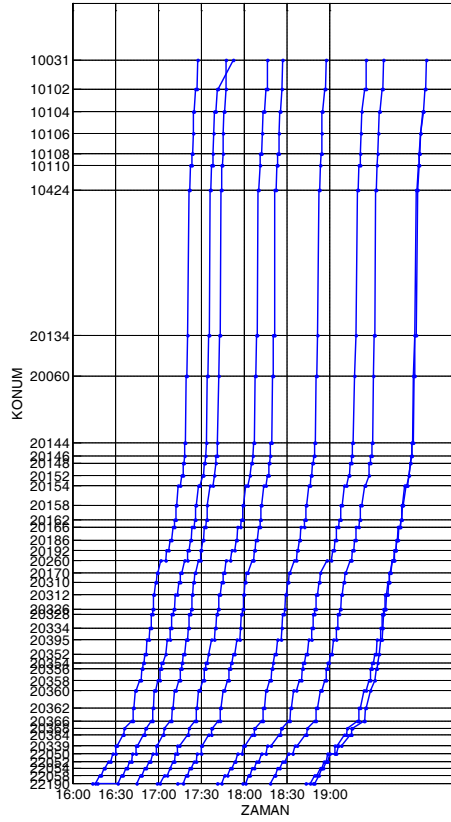




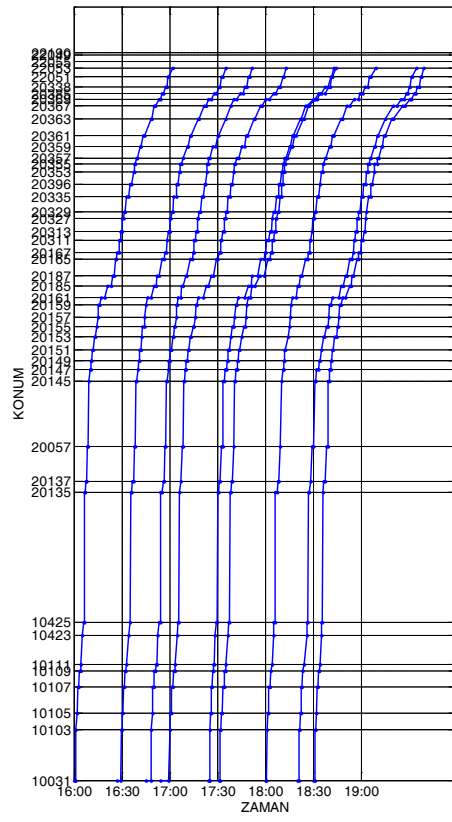
(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 4 121 No.lu Mavişehir Aktarma - Konak Hattına Ait Konum-Zaman Grafikleri.  
 (a) sabah zirve kent merkezi yönü, (b) sabah zirve dönüş yönü,  
 (c) akşam zirve kent merkezi yönü, (d) akşam zirve dönüş yönü

Dolayısıyla güvenilirlik kaybı, özellikle otobüs toplu ulaşım sistemi kullanıcılarının eğilim ve davranışlarını, talebe yansıtacak boyutta etkileyebilmektedir. Güvenilirliği hesaplamının literatürde değinilen en basit yolu, bir hattın ele alınan bir durağa varış sürelerinin ortalamasının standart sapmasına bölümü şeklindedir (Chen ve diğ., 2009):

$$RT_i = \mu_{ti} / \sigma_{ti} \quad (1)$$

Burada;

$RT_i$  : Yolculuk süresi esaslı güvenilirlik (Reliability based on Travel Time)

$\mu_{ti}$  : i. hatta incelenen otobüslerin yolculuk sürelerinin ortalaması

$\sigma_{ti}$  : i. hatta incelenen otobüslerin yolculuk sürelerinin standart sapmasıdır.

Basitçe varyasyon katsayısının tersi şeklinde olan ifade, varyasyon ortalamaya göre büyüdükçe daha düşük güvenilirlik hesaplanmasını ifade etmektedir. Durak bazında güvenilirliğin durak yoğunluk verileri kullanılarak hesaplanması için geliştirilen birinci algoritmada sırasıyla aşağıdaki adımlar uygulanmıştır:

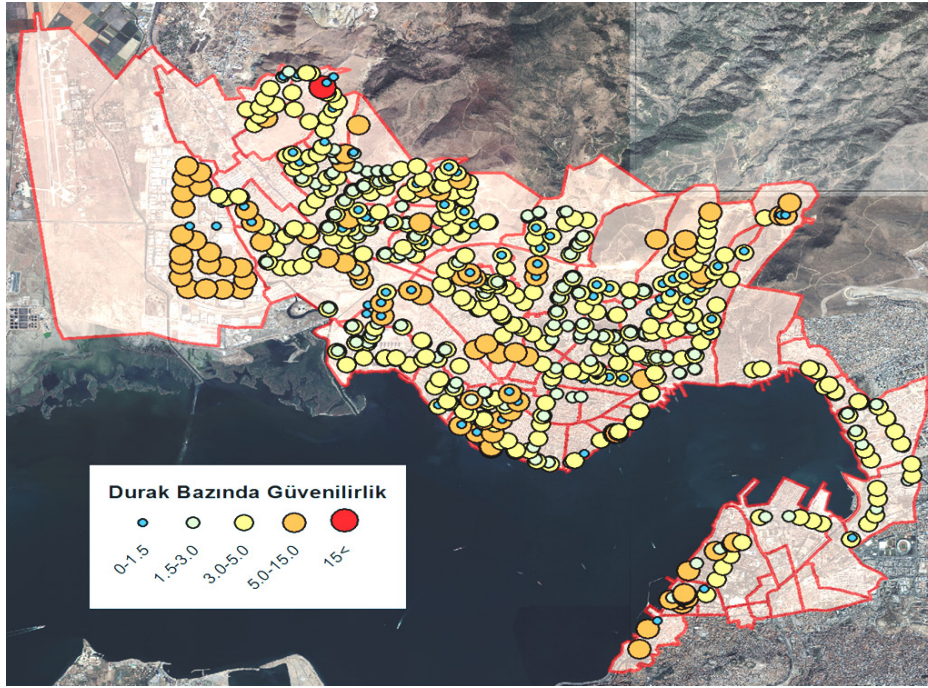
1. Her hatta ait bir döngü oluşturulması
2. Sıradaki hattın her bir iş gününe ait bir döngü oluşturulması
3. Sıradaki hat ve gün için durak-yoğunluk verisinden ilgili verinin çekilmesi
4. Gidiş ve dönüş yönleri için bir döngü oluşturulması
5. Sıradaki yön için durak sayısının belirlenmesi
6. Yönün ilk durağı için hareket zamanının durak-yoğunluk verisinden çekilmesi
7. O yön için 2. duraktan başlayarak son durağa kadar sürecek bir döngü oluşturulması
8. Sıradaki durağa varış zamanının durak yoğunluk verisinden çekilmesi
9. Sıradaki durağa varış süresinin hesaplanması ve ilgili hat-gün-yön-durak vektörüne kaydedilmesi
10. Sırasıyla durak, yön ve gün döngülerinin çevrimi
11. Vektörler içinde veriden kaynaklanan sebeplerle yanlış hesaplanan ( $0, >120dk$  vs.) sürelerin elenmesi
12. Elde edilen vektörlerin ortalama, standart sapma ve güvenilirliklerinin hesaplanması
13. Her bir hattın yönleri ve durak dizisi için kaydedilmesi
14. Hat döngüsünün çevrilmesi

Durak bazında güvenilirliğin hesaplanmasındaki ikinci aşama, ilk algoritmada elde edilen hatlara özel güvenilirliğin, o duraktan geçen tüm hatlar dikkate alınarak geliştirilmesidir. Bu amaçla oluşturulan ikinci algoritmanın aşamaları aşağıdaki gibidir:

1. Hat durak listelerinin girilmesi ve her bir durak için hesap yapacak bir döngü oluşturulması
2. Sıradaki durak için toplam güvenilirlik, toplam geçiş sayısı ve duraktan geçen hat sayısı değişkenlerinin başlangıç değeri olarak "0" tanımlanması
3. Her bir hattın gidiş ve dönüşü için döngü oluşturulması
4. Sıradaki hat/yön için ilgili durağın hat listesinde aranması
5. Bulunduğu takdirde duraktan geçen hat sayısına "1" ilave edilmesi, toplam geçiş sayısına bulunan geçiş sayısının ilave edilmesi, toplam güvenilirliğe bulunan güvenilirliğin eklenmesi
6. Hat/yön döngüsünün çevrilmesi
7. Hat/yön döngüsü bittikten sonra, ilgili durak için toplam güvenilirliğin toplam geçiş sayısına bölümüyle ağırlıklandırılmış durak genel güvenilirliğinin elde edilmesi
8. İlgili durak için güvenilirlik, hat ve geçiş sayılarının kaydedilmesi
9. Durak döngüsünün çevrilmesi



Örnek uygulama olarak İzmir kent merkezinin kuzey kesimi için hesaplanan ağırlıklandırılmış durak güvenilirlik ölçütünün dağılımı Şekil 5'te verilmiştir. Az sayıda ve uzun aralıklarla otobüs geçen AOSB bölgesinde güvenilirliğin yüksek düzeyde çıkması (5-15) dikkat çekicidir. Bu bölgeye yakın birkaç hareket noktasının yerelması ve buraya ulaşan hatların kent merkezinden değil, genellikle bölgeye yakın olan Bostanlı İskele civarından aktarmalı yolcu taşınması bu durumda etkindir. Çok sayıda hat ve sık otobüs seferi gözlemlenen Girne Caddesi, Konak-Alsancak ve Altınyol koridorunda güvenilirliğin düşük ve orta düzeyde olması (1,5-5) trafik yoğunluğundan bu kesimlerin oldukça etkilendiğini göstermektedir.



Şekil 5 Analiz Bölgesi Duraklarının Ağırlıklandırılmış Güvenilirlik Ölçütü.

## Sonuç

Çalışmada sunulan örnek algoritma ve sonuçlar, literatürde yer alan özellikle orta vadeli planlama uygulamalarında akıllı kart verilerinden üst düzeyde yararlanılabileceğini göstermektedir. Bireysel yolculuk takibi, konumsal akıllı kart kullanım istatistiklerinin incelenmesini sağlanmasının yanı sıra, BV matrisi ve hat yoğunluk şeması kurulması aşamalarına da öncülük etmektedir. BV matrisi ve hat yoğunluk şemaları, otobüs toplu taşımacılığı için taktiksel ve stratejik (uzun vadeli) adımların atılmasında, özellikle güzergah optimizasyonu açısından ışık tutmaktadır. Konum-zaman grafikleri ve güvenilirlik analizi ise otobüs işletmelerinde karşılaşılan ve talep kaybına sebep olabilecek hizmet düzeyi düşüşlerinin görselleştirilip irdelenmesi açısından, operasyonel plan çalışmalarında oldukça önemli araçlardır. Literatürden verilen diğer örnekler, araştırma ve uygulama çalışmalarında akıllı kart verilerinden, sunulan örneklerden çok daha çeşitli boyutlarda yararlanılabileceğini göstermektedir.

## Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından desteklenen 112M117 no.lu ve "Akıllı Kart Verilerine Dayalı Güvenilirlik Ölçütlerinin Toplu Ulaşım Atama Modellerine Entegrasyonu" başlıklı araştırma projesinde elde edilen bulguları içermektedir. Bu bağlamda, sağladığı proje desteği için TÜBİTAK'a ve veri temininde verdiği destek için İzmir Büyükşehir Belediyesi ESHOT Genel Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

Abkowitz, M. and Lepofsky, M. (1990) Implementing Headway-Based Reliability Control on High Frequency Transit Routes. Journal of Transportation Engineering (116-1), pp. 49-63.

Agard B., Morency C. and Trepanier M. (2006) Mining Public Transport User Behaviour from Smart Card Data. 12th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing - INCOM 2006, May 17-19, Saint-Etienne, France.

Chen X., Yu L., Zhang Y. and Guo J. (2009) Analyzing Urban Bus Service Reliability at The Stop, Route, and Network Levels. Transportation Research Part A (43), pp. 722-734.

Çelen, M. (2010) Toplu Ulaşımında Akıllı Sistemler (Akyolbil) Transist 2010: Ulusal Toplu Ulaşım Sempozyumu ve Sergisi, s. 209-214, 02-03 Aralık 2010, İstanbul.

Eliyi U., Kuvvetli, Ü., Nasiboğlu, E., Diker, A.C., Osmanoğulları, E. ve Ertaç, M. (2014) İniş Duraklarının Akıllı Kart Verileri Kullanılarak Tahmin Edilmesi İçin Hat Bazlı Yaklaşım: İzmir Örneği. Transist 2014: 7. Uluslararası Ulaşım Teknolojileri Sempozyumu ve Fuarı, s. 107-113, 19-20 Aralık 2014, İstanbul.

Firuzan, A.R., Yıldıztepe, E. ve Kuvvetli, Ü. (2015) Toplu Taşıma Hizmetlerinin Değerlendirilmesinde Akıllı Kart Verilerinin Kullanımı. XVII. Akademik Bilişim Konferansı, 4-6 Şubat 2015.

Lee, G. and Hickman, M. (2011) Travel Pattern Analysis Using Smart Card Data of Regular Users. 90th TRB Annual Meeting, January 23-27.

Liu R. and Sinha S. (2007) Modelling Urban Bus Service and Passenger Reliability. The Third International Symposium on Transportation Network Reliability (INSTR), The Hague-The Netherlands.

Maden, H. (2010) Elektronik Bilet Uygulamaları ve İstanbul Kart. Transist 2010: Ulusal Toplu Ulaşım Sempozyumu ve Sergisi, s. 248-252, 02-03 Aralık 2010, İstanbul.

Morency, C., Trepanier, M. and Agard, B. (2006) Analysing the Variability of Transit Users Behaviour with Smart Card Data. The Ninth International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, September, Toronto, Canada.

Pelletier, M. P., Trépanier, M. and Morency, C. (2011) Smart Card Data Use in Public Transit: A Literature Review. Transportation Research Part C (19), pp. 557-568.

Tınaztepe, S., Selanik, M., Kuvvetli Ü., Özkılçık, M., Osmanoğulları, E. (2011) Akıllı Kart Verileri ile Hat Planlaması. Transist 2011: IV. Ulaşım Sempozyumu ve Sergisi, s. 356-369, 01-02 Aralık 2011, İstanbul.

TRB (2003) Transit Capacity and Quality of Service Manual. Transit Cooperative Highway Research Program (TCRP) Report 165, Washington, DC.

Trepanier, M., Tranchant, N. and Champleau, R. (2007) Individual Trip Destination Estimation in a Transit Smart Card Automated Fare Collection System. Journal of Intelligent Transportation Systems: Technology, Planning, and Operations, (11-1), pp. 1-14.

Utsunomiya, M., Attanucci, J. and Wilson, N. (2006) Potential Uses of Transit Smart Card Registration and Transaction Data to Improve Transit Planning. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board (1971), pp. 119-126.

# Toplu Taşımada Minibüsten Otobüse Geçişin Konfor ve Çevre Açısından Değerlendirilmesi

**Duygu EROL**

Pamukkale Üniversitesi  
(Yüksek Lisans Öğrencisi)  
Tel: (506) 960 28 36  
E-Posta: eduyguerol@gmail.com

**Hüseyin CEYLAN**

Pamukkale Üniversitesi  
Denizli - Türkiye  
Tel: (258) 296 33 86  
E-Posta: hceylan@pau.edu.tr

## Öz

Gelişmekte olan ülkelerde artan nüfus ve dünyadaki gelişmelere bağlı olarak değişen sosyo-ekonomik göstergeler kentlerdeki hareketliliği arttırmakta ve bunun bir sonucu olarak toplu ulaşım hizmetlerine olan talep her geçen gün artmaktadır. Globalleşen dünyadaki teknolojik gelişmelere bağlı olarak toplu ulaşım sistemini kullanan yolcuların konfor beklentileri de artmaktadır. Kullanıcıların hızlı, ekonomik ve konforlu bir şekilde toplu ulaşım sistemlerinden faydalanabilmesi için bu sistemlerin belli periyotlarla iyileştirmeleri önem taşımaktadır. Söz konusu iyileştirmeler mevcut sistemlerin performanslarının artırılması şeklinde yapılabileceği gibi bu sistemlerin daha yüksek kapasiteli ve verimli sistemlere dönüştürülmesi şeklinde de gerçekleştirilebilmektedir. Ülkemizde neredeyse tüm kentlerde oldukça yoğun olarak kullanılan ve bir ara toplu taşıma sistemi olarak tanımlanan minibüs taşımacılığının en temel yolculuk kalitesi kriterleri ve kent trafiği üzerindeki olumsuz etkileri gözönüne alındığında otobüs sistemlerine dönüştürülmesi yerel yönetimler ve planlamacılar açısından güncel bir konudur. Bu çalışmada, Denizli kent merkezinde hizmet veren minibüs hatlarının mevcut durumu değerlendirilmiş ve söz konusu sistemin otobüs sistemine dönüşümünün gerçekleştirilmesi durumunda ortaya çıkması olası performans parametreleri değerlendirilmiştir. Sonuçların, yerel yönetimlerde görev yapan planlamacı ve karar vericilere somut destekler sağlayabileceği öngörülmektedir.

**Anahtar sözcükler:** Kentsel toplu ulaşım, Otobüs taşımacılığı, Minibüs taşımacılığı, Çok kriterli karar verme modeli.

## Giriş

Gelişmekte olan ülkelerdeki kentlerin nüfusları ile bu kentlerdeki özel taşıt sahipliği ve kullanımının hızlı bir şekilde artması kentsel ulaşım problemlerini de beraberinde getirmektedir (Javid ve diğ., 2013). Toplu taşıma sistemlerinin değerlendirildiği birçok çalışmada, gelişmekte olan ülkelerde toplumun düşük gelir seviyesine sahip kısmının, yetersiz ulaşım servisleri, durak/koruma yapısı bulunmaması ve özellikle zirve saatlerde servis sıklığının yetersizliği gibi problemlerle karşı karşıya olduğu belirtilmektedir (Pucher ve diğ., 2004; Ngatia ve diğ., 2010; Mashiri ve diğ., 1999; Finn ve Mulley, 2011). Söz konusu problemlerden özellikle ulaşım servislerinin yetersizliği ve mevcut servislerin talebi karşılayacak düzeyde tutulmaması, toplu ulaşımında servis kalitesinin düşmesinde en önemli etkenler olarak ele alınabilir. Gelişmekte olan ülkelerdeki nüfus ve hareketlilikteki artışın da gözönüne alınması durumunda toplu taşıma sistemlerinin belli bir hizmet kalitesini

sağlayabilmesi kullanıcıların beklenti ve algılarına cevap vermesi ile mümkündür (Lorasokkay ve diğ., 2013). British Youth Council (2012) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, gelişmekte olan ülkelerde toplu taşımaya olan talebin arttırılabilmesi için bir takım yasal düzenlemelerin yapılması, toplu taşıma servislerindeki konfor seviyesinin arttırılması ve yolcuların güvenliğinin tam olarak sağlanması gibi unsurların dikkate alınması gerektiği ortaya konulmaktadır. Çalışmada, konfor kriterinin zirve saatlerde toplu taşıma araçlarındaki yolcu sayılarının azaltılmasıyla sağlanabileceğine değinilmektedir. Otobüs tarifelerinin planlanmasında taşıttaki toplam yolcu sayısının koltuk sayısına oranının 1.80 mertebesinde olmasının kabul edilebilir olduğu değerlendirilmektedir (TCRP, 1999). Ancak gelişmekte olan ülkelerde bu değerin daha yüksek olduğu bilinmektedir (Gülhan ve diğ., 2013).

Bir ulaşım sisteminin toplu taşıma sistemi olarak tanımlanabilmesi için belirli ve sabit bir güzergahı olması, fiyatının bilinmesi, belirli bir zaman tarifesine bağlı olarak hizmet vermesi ve kullanmak isteyen herkesin yararlanabileceği bir sistem olması gerekmektedir (Orhon, 2010). Gelişmiş ülkelerde kentiçi toplu taşıma hizmetleri otobüs ve raylı taşımacılık sistemleri ile sağlanmakta olup, belli mazeretlere sahip (örneğin, engelli ve yaşlı) vatandaşların belirli zaman ve güzergahlarda taşınabilmesine olanak sağlayan ara toplu taşıma sistemleri de kullanılmaktadır (Fact Sheet, 2015). Söz konusu sistemlerde düşük yolcu kapasiteli otobüs ve minibüsler kullanılmaktadır.

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerdeki kentlerde minibüslerle sağlanan ara toplu taşıma hizmetleri, otobüs ve raylı sistemlerin yanında kentiçi toplu taşıma talebinin karşılanmasında önemli rol oynamaktadır. Ara toplu taşıma özellikle kentleşmenin tamamlanmadığı yerleşmelerde esnek servis kabiliyeti ve konfor bakımından otomobile en yakın ulaşım türü olduğundan etkin ulaşım türü olarak benimsenmektedir (Özsoy, 2005). Ancak minibüs sürücüleri, doyumsuz rekabet anlayışları ve trafik ihlalleri nedeni ile kentiçi trafiğinde karmaşıklığa yol açmaktadırlar. Bu karmaşıklık sadece yol kapasite problemlerinin doğmasına neden olmayıp aynı zamanda trafik güvenliğinin de tehlikeye girmesine neden olmaktadır. Ayrıca minibüsler için belirlenmiş özel durakların olmaması, mümkün olan her noktada yolcu indirme/bindirme davranışının oluşmasına yol açmaktadır. Otobüslere göre daha düşük yolcu kapasitesine sahip minibüslerin zirve saatlerde talebi karşılayabilmek için yüksek sıklıkta servis yapmaları ve denetim yetersizliği nedeniyle ayakta yolcu taşıyarak kişilerin can güvenliklerini önemli ölçüde tehlikeye soktukları dikkat çekmektedir (Ceylan ve diğ., 2004).

Ülkemizde neredeyse tüm kentlerde oldukça yoğun olarak kullanılan ve bir ara toplu taşıma sistemi olarak tanımlanan minibüs taşımacılığının en temel yolculuk kalitesi kriterleri ve kent trafiği üzerindeki olumsuz etkileri gözönüne alındığında otobüs sistemlerine dönüştürülmesi yerel yönetimler ve planlamacılar açısından güncel bir konudur. Bu çalışmada, Denizli kent merkezinde hizmet veren minibüs hatlarının mevcut durumu değerlendirilmiş ve sabah zirve saatlerde ev-iş tabanlı seyahat talebinin yoğun olduğu dört minibüs hattının değerlendirmesi yapılmıştır. Ayrıca, söz konusu hatların otobüs sistemine dahil edilmesi durumunda konfor düzeyleri ve yakıt tüketiminde meydana gelecek değişimler değerlendirilmiştir.

## Çalışma Alanı ve Yöntem

### Denizli Kentiçi Toplu Taşıma Sistemi

2012 yılında büyükşehir olan Denizli ili Pamukkale ve Merkezefendi ilçelerindeki yaklaşık 600.000 nüfus ile Türkiye'nin güneybatısında konumlanmış olan bir sanayi kentidir. Merkez ilçeleri oluşturan 80 mahalle bu çalışmada analiz zonları olarak kabul edilmiştir.

Ulaşım talebinin karşılanmasında özel taşıt, otobüs, minibüs, özel servisler ve taksi türleri kullanılmaktadır. Denizli'deki toplu taşıma talebi büyük ölçüde otobüs ve minibüs servisleri ile karşılanmakta olup 34 otobüs hattında 95 adet otobüs, 15 minibüs hattında 679 adet minibüs ile taşımacılık yapılmaktadır. Otobüslerin zirve saatlerdeki ortalama hızı 21 km/sa iken minibüsler için bu değer 15 km/sa mertebesinin altındadır. Günlük toplam seyahatlerin %30'una karşılık gelen sabah zirve saatleri için Başlangıç-Varış (B-V) talebi, Denizli Ulaşım Ana Planı (DUAP) kapsamında toplam nüfusun %2'si ile yapılan hanehalkı anketleri sonucunda elde edilmiştir (DUAP, 2010). Akşam zirve saatlerdeki seyahatlerin günlük toplam seyahatlerin %16'sına karşılık gelmesi nedeniyle bu çalışmada analizler sabah zirve saatleri için gerçekleştirilmiştir. Toplu taşıma güzergahları, trafik akış yönleri, durak yerleri, yolcu yoğunlukları ve sefer tarifeleri gibi veriler Denizli Toplu Taşıma Düzenleme (DTTD) projesi kapsamında saha çalışmaları yapılarak derlenmiştir (DTTD, 2011). Kentteki otobüs ve minibüs güzergahları Şekil 1'de verilmiştir.

Denizli'de toplu taşıma hizmeti veren 34 otobüs hattının toplam güzergah uzunluğu 935 km olup, ara toplu taşıma sistemi olan minibüs servisleri yaklaşık 530 km'lik güzergah üzerinde taşımacılık yapmaktadır. Şekil 1'den de görüldüğü üzere kent merkezinde otobüs ve minibüs güzergahları büyük ölçüde kesişmekte olup, kentin dış kesimlerinde daha çok otobüsle taşımacılık yapılmaktadır. Minibüs servisleri, sıklık ve yolcu indirme/bindirme yerleri açısından otobüs sistemine göre daha esnek olduğundan dolayı daha çok tercih edilmektedir (Gulhan ve diğ., 2013). Bununla birlikte minibüs sayısının fazla oluşu, zirve saatlerde minibüs hatlarında sefer sıklığının 1 dk civarında olması, minibüslerde kapasitenin çok üstünde yolcu taşınması, uygunsuz durma/duraklama davranışları ve denetimlerin yetersizliği nedeniyle kentiçi trafiğinde güvenlik sorunları meydana gelebilmektedir.

### Yöntem

Çalışma kapsamında Denizli kentindeki toplu taşıma sistemleri (otobüs ve minibüs) VISUM trafik modelleme yazılımı ile değerlendirilmiş ve öncelikle mevcut durumun analizi yapılmıştır. Bunun için DTTD projesi kapsamında elde edilen B-V talepleri ve toplu taşıma sefer tarifeleri ile güzergahlardan yararlanılmıştır. Minibüs hatlarındaki talepler değerlendirilmiş ve kentin farklı bölgeleri ile merkezi iş alanları arasında servis yapan 4 minibüs güzergahının otobüs sistemine dahil edilmesi durumunda konfor, yakıt tüketimi ve trafik güvenliği açısından değerlendirmeler yapılmıştır.



Şekil 1 Denizli ilindeki otobüs ve minibüs güzergahları.

### *VISUM Trafik Modelleme Yazılımı*

VISUM, trafik analizi ve Coğrafi Bilgi Sistemlerine (CBS) yönelik veri yönetiminde dünyada lider konumda bulunan bir yazılımdır. Yazılım Almanya merkezli PTV AG şirketi tarafından geliştirilmiş olup şehir, bölge ve ülke ölçeğindeki uygulamalarda birçok ülkede kullanılmaktadır. Bu çalışmada yazılımın en güçlü olduğu konulardan biri olan toplu taşıma ataması ve planlaması modülünden faydalanılmıştır. Yazılımda ulaşım ağı hava fotoğrafları, uydu görüntüleri veya CBS verileri vasıtasıyla arka plan olarak gösterilebilmektedir. Yazılımdaki toplu taşıma modülü ile toplu taşıma sefer ve güzergah planlarının oluşturulması ve birçok performans kriteri üzerinden değerlendirme yapılması mümkündür (PTV, 2011).

## **Mevcut Durum ve Önerilen İşletme Planı**

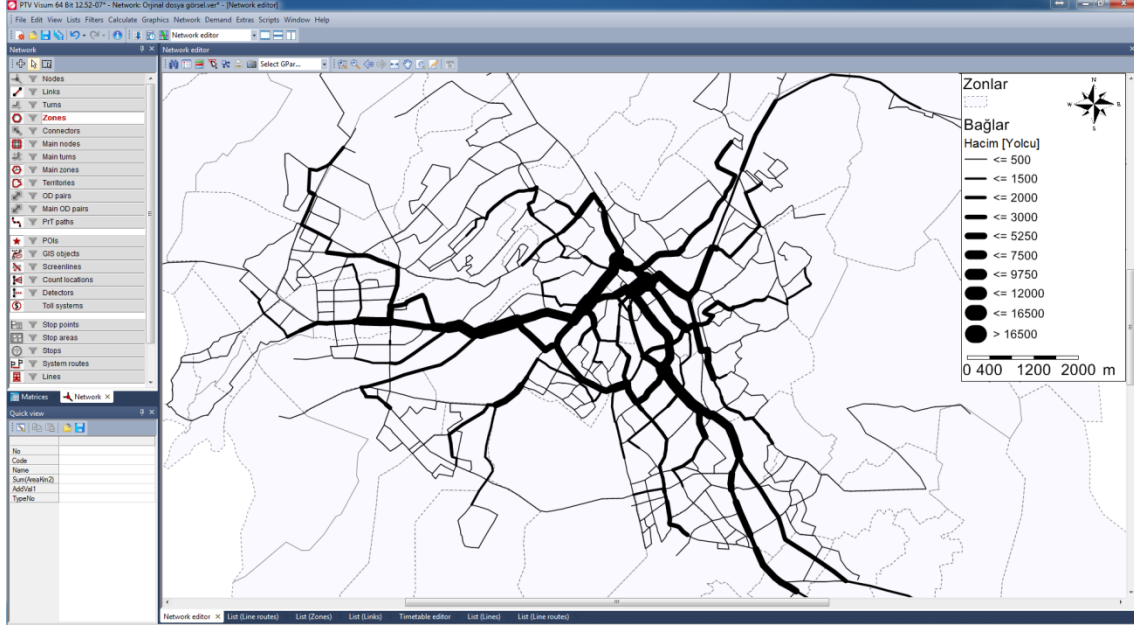
### **Denizli Kentiçi Toplu Taşıma Sisteminin Mevcut Durumu**

Bu çalışmada öncelikle Denizli kenti için sabah zirve saatlerdeki (07:00-09:00) B-V talepleri ile otobüs ve minibüs güzergahları VISUM yazılımına girilmiş ve zaman çizelgeli toplu taşıma ataması yapılarak sistemin mevcut durumu ortaya konulmuştur. Söz konusu B-V talep matrisi DTTD projesinden alınmıştır. (DTTD, 2011). Seyahat talebi, otobüs ve minibüs güzergahları, durak koordinatları ve zaman çizelgeleri gibi veriler yardımıyla zaman çizelgeli toplu taşıma ataması yapılarak yolcu hacim değerleri hesaplanmıştır.

Zaman çizelgeli atamada toplu taşıma sistemlerinin belli aralıklarla ve belli güzergahlar üzerinde seferlerini gerçekleştirdikleri kabulü yapılmaktadır. Her bir toplu taşıma sistemi için arzu edilen işletme koşullarını sağlayacak şekilde zaman çizelgesi oluşturularak sistemin zaman cetveline uygun çalıştırılması durumunda aktarma ve transfer olanaklarını da dikkate alan bu yöntem özellikle otobüs ve metro sistemlerinin analizi için oldukça uygundur. Bu atama yönteminde, tüm toplu taşıma sistemi hatlarının kalkış ve varış zamanları dikkate alınmaktadır (PTV, 2011).



Kent genelindeki bağlarda Atama sonucunda oluşan yolcu hacimleri Şekil 2'de verilmiştir. Şekil incelendiğinde, kentin çeşitli bölgelerinden merkezi iş alanları ve eğitim tesislerine olan talebin belli bağlarda 16000 yolcu/zirve saat değerinin üzerinde olduğu görülmektedir. Yapılan atama sonucunda elde edilen çeşitli bilgiler Tablo 1'de özetlenmiştir.



Şekil 2 Mevcut durum ataması.

Tablo 1 Mevcut durum ataması sonuçları.

	Güzergah uzunluğu (km)	Servis-km	Yolcu sayısı
<b>Otobüs</b>	935	3546	30666
<b>Minibüs</b>	530	32368	94546
<b>Toplam</b>	1465	35914	125212

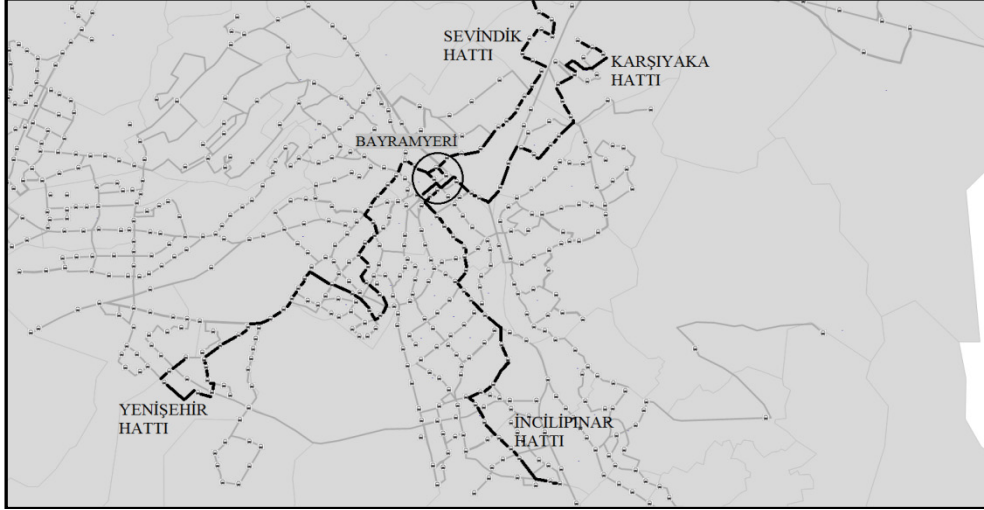
Tablo 1'den saat 07:00-09:00 arasında otobüs ve minibüslerin toplam yaklaşık 36000 km'lik servis yaptıkları görülmektedir. Bu değer yaklaşık %90'ı minibüsler tarafından gerçekleştirilmektedir. Yolculuk değerleri incelendiğinde, minibüslerin otobüslere oranla yaklaşık 3 kat daha fazla yolcu taşıdıkları dikkat çekmektedir. Sabah zirve saatlerinde en çok yolculuğun gerçekleştiği minibüs hatları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2 Sabah zirve saatlerde en çok yolcu taşınan minibüs hatları.

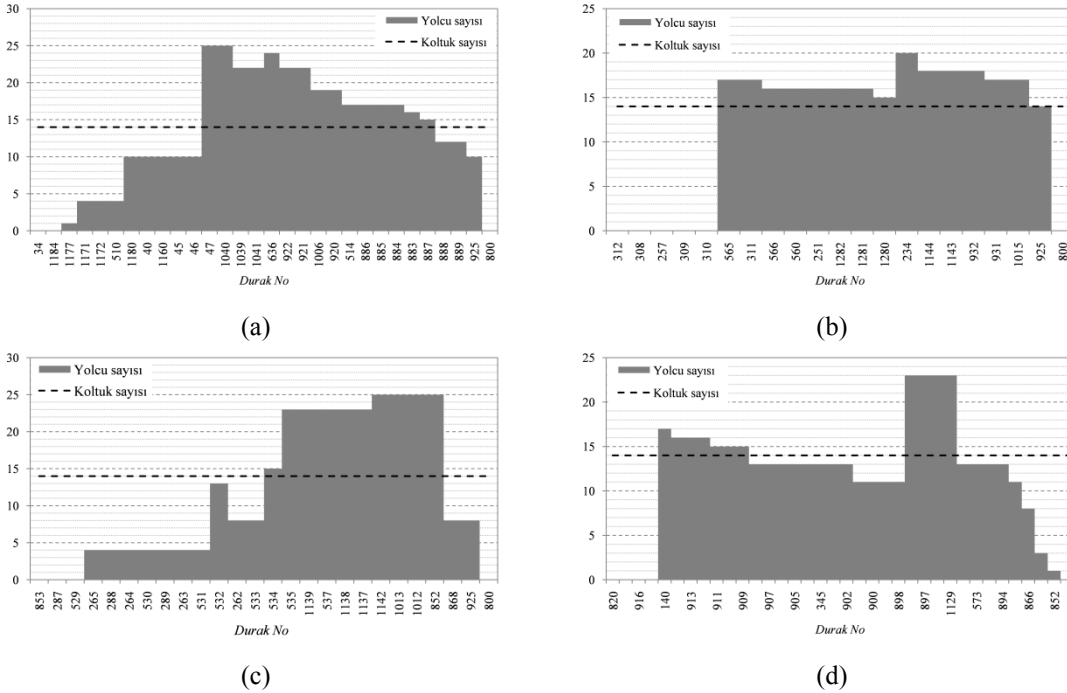
Minibüs hattı	Güzergah uzunluğu (km)	Yolcu sayısı	Servis-km
Sevindik	6,99	5634	1750
İncilipınar	6,86	5266	1652
Yenişehir	9,77	4990	1493
Karşıyaka	5,95	3665	1474
Tiyatro	8,86	3662	1124
Anafartalar	4,95	3411	615
Fakülte	8,04	3343	775
Ulus	9,51	3102	1162
1200 Evler	10,97	2945	1304
Akkale	13,90	2883	1601
Diğer	---	55645	19418
<b>TOPLAM</b>		94546	32368

VISUM yazılımı ile yapılan trafik ataması sonuçlarını gösteren Tablo 2 incelendiğinde, sabah zirve saatlerde en çok yolculuğun gerçekleştiği ilk dört hat sırasıyla Sevindik, İncilipınar, Yenişehir ve Karşıyaka minibüs hatları olarak karşımıza çıkmaktadır. Söz konusu dört hatta

taşınan yolcu sayısı minibüslerle taşınan toplam yolcu sayısının yaklaşık %20'sine karşılık gelmektedir. Aynı zamanda bu dört hatta sabah 07:00-09:00 saatleri arasında yaklaşık 6400 km'lik servis yapılmaktadır. Analizlerin yapıldığı saatler için hatlardaki sefer sıklığı (tarifesi) 60 ila 90 sn arasındadır. Söz konusu minibüs hatlarının güzergahları Şekil 3'te verilmiştir. Sabah zirve saatler için dört minibüs hattının kalkış yaptığı mahallelerden merkezi iş alanlarına doğru giden güzergahlarda sefer başına taşınan ortalama yolcu sayıları durak bazlı olarak Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 3 Sevindik, Karşıyaka, İncilipınar ve Yenişehir minibüs güzergahları.



Şekil 4 İncilipınar (a), Karşıyaka (b), Sevindik (c) ve Yenişehir (d) hatlarında güzergahlar boyunca taşınan sefer başına ortalama yolcu sayıları.

Şekil 4 incelendiğinde 6,86 km'lik İncilipınar hattının yaklaşık 3,44 km'lik kesiminde minibüslerde taşınan yolcu sayısının minibüs kapasitesi olan 14 yolcu değerinin üstünde olduğu dikkat çekmektedir. Karşıyaka hattında ise güzergah boyunca kapasite üzeri yolcu taşındığı görülmektedir. Benzer durum, Sevindik ve Yenişehir hatları için de geçerlidir.



Örneğin, Yenişehir hattı incelendiğinde öncelikle 140 ve 909 numaralı duraklar arasında ve daha sonra 897 ile 1129 numaralı duraklar arasında kapasite üzerinde (ayakta) yolcu taşındığı sonucuna varılmıştır. Söz konusu iki kesimden birincisinde 909 numaralı durak Teraspark AVM yakınındaki durak olup, sabah işe giden personelin oluşturduğu yoğunluk göze çarpmaktadır. İkinci kesimdeki yoğunluk ise 897 numaralı durakta Akkonak mahallesi sakinlerinin minibüse binmeleri ve 1129 numaralı durakta Kazım Kaynak Lisesi öğrencilerinin minibüsten inmeleri ile açıklanabilir. Atama sonuçlarına göre 14 koltuklu minibüslerde, ayaktaki yolcular da dikkate alındığında 25 yolcu taşındığı dikkat çekmektedir.

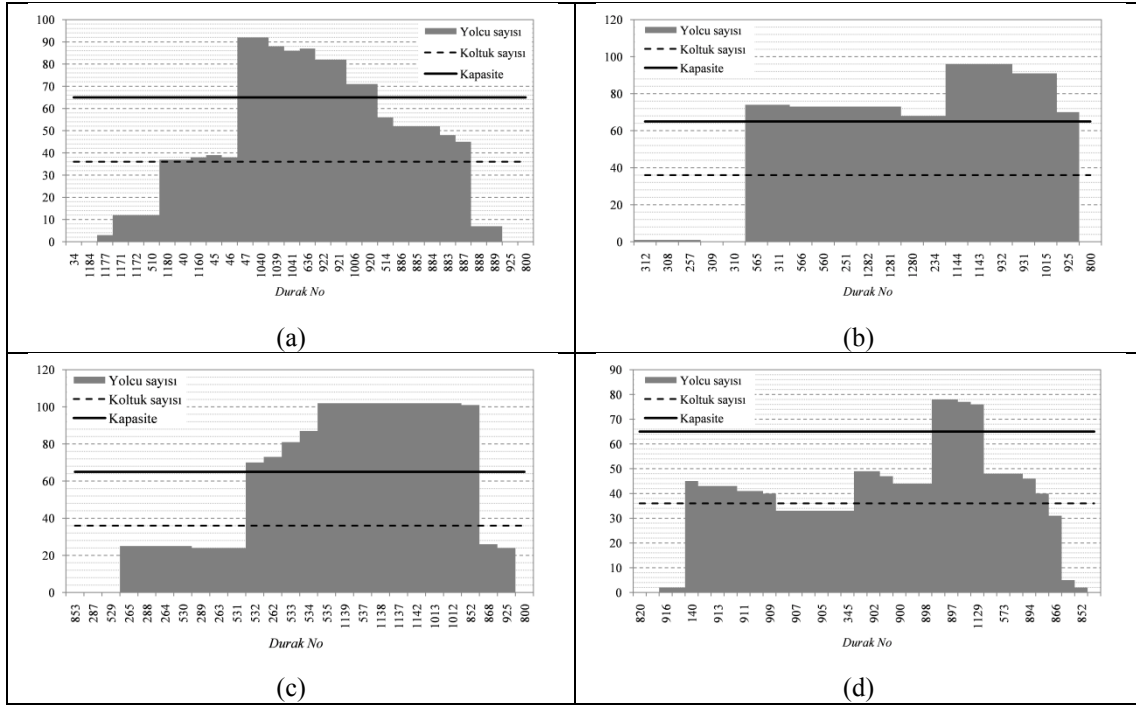
Denizli kent merkezinde minibüs güzergahlarının geçtiği yol kesimlerinin önemli bir kısmında minibüs durağı bulunmamaktadır. Yapılan analizlerde minibüslerin yolcu indirme/bindirme faaliyetlerinde otobüs duraklarını kullandıkları varsayımında bulunulmuştur. Şekil 4'de İncilipınar hattında ilk 2 durakta, Karşıyaka hattında ilk 5 durakta, Sevindik hattında ilk 3 durakta ve Yenişehir hattında ise ilk 2 durakta minibüslere yolcu binmediği görülmektedir. Bu durum, otobüs ve minibüs hatlarının planlanmasında kentsel gelişimin dikkate alınmasından ve hatların mevcut durumda düşük nüfus yoğunluğuna sahip olup gelecekte toplu taşıma talebi artacak olan bölgelere uzatılmış olmasından kaynaklanmaktadır.

### **Önerilen İşletme Planı ve Değerlendirme**

Gelişmiş ülkelerdeki kentiçi toplu taşıma sistemleri incelendiğinde günümüzde raylı sistemler ana taşımacılık sistemi olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte otobüs sistemleri kısmen bağımsız kısmen ise raylı sistemleri besleyici servisler olarak hizmet vermektedir. Dolayısıyla düşük kapasiteleri ve trafik güvenliği ile çevre üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle minibüs işletmelerinin özellikle kent merkezlerinde otobüs sistemlerine dönüşümün sağlanması önem taşımaktadır. Çalışmanın bu bölümünde, İncilipınar, Karşıyaka, Sevindik ve Yenişehir hatlarında 36 koltuk ve toplam (oturan+ayakta) 100 yolcu kapasiteli 12 m'lik standart kentiçi otobüslerinin kullanılması durumunda karşılaşılabilecek olası konfor düzeyleri ve çevresel etkileri ortaya konulmaktadır. Bunun için öncelikle söz konusu dört hatta yaklaşık 1 dakika sıklıkla çalışan 14 yolcu kapasiteli minibüsler yerine 36 koltuklu ve 100 yolcu kapasiteli otobüslerin sırasıyla 30, 15, 10 ve 5'er dakikalık tarife ile çalıştırılması durumları VISUM yazılımında analiz edilmiştir. Atama sonucunda 30, 15 ve 10 dakikalık tarifelerin talebi karşılamada yeterli olmayacağı görülmüş ve 5 dakikalık çalışma tarifi için elde edilen sonuçlar Şekil 5'te verilmiştir.

Şekil 5'te verilen grafiklerde, 36 koltuk sayısı ve TCRP (1999) tarafından otobüslerde kabul edilebilir seviye olan ve koltuk sayısının 1.80 katına karşılık gelen 65 yolcu kapasitesi değerleri sabit çizgi olarak belirtilmiştir. Zirve saatlerde bu otobüslerle ayakta ve oturan toplam 100 yolcu taşınabilmekte ve bu otobüsler ülkemizde yaygın olarak kullanılmaktadır (BMC, 2015). Grafikler incelendiğinde, 5 dk'lık sefer tarifeleri için dört hatta da 100 yolcu kapasitesinin aşılmadığı görülmektedir. Bununla birlikte, İncilipınar (a) hattında toplam güzergahın yaklaşık %30'unda otobüslerdeki yolcu sayısı 80 ila 90 arasında gerçekleşmektedir. Karşıyaka (b) hattındaki yolculuklar incelendiğinde, güzergah genelinde 70 yolcu ortalaması ile seyahatler gerçekleşirken, merkezi iş alanlarına yaklaşıldığında 4 duraklık mesafe boyunca yolcu sayısının 100'e yaklaştığı görülmektedir. Sevindik (c) hattı için güzergahın ikinci yarısında otobüsün toplam kapasitesine ulaşıldığı ancak bu seviyenin aşılmadığı dikkat çekmektedir. Son olarak Yenişehir (d) hattında ise 65 yolculuk kapasitenin kısa bir mesafe için aşıldığı, güzergah boyunca otobüslerdeki yolcu sayısının 100'e yaklaşmadığı görülmektedir. Çalışmaya konu olan dört hattın üçünde (İncilipınar, Karşıyaka

ve Sevindik) TCRP (1999) tarafından ortaya konulan kabul edilebilir yolcu sayısının kayda değer mesafeler boyunca aşıldığı dikkati çekmektedir. Bu durum, söz konusu hatlarda 5 dk'lık tarifelerle çalıştırılacak otobüslerdeki konfor düzeyinin gelişmiş ülke standartlarının altında kalacağı şeklinde değerlendirilebilir.



Şekil 5 İncilipınar (a), Karşıyaka (b), Sevindik (c) ve Yenişehir (d) hatlarında otobüslerle taşınma ortalama yolcu sayıları.

Çalışma kapsamında, sabah zirve saatler boyunca minibüs ve otobüs sistemleri ile gerçekleştirilecek servis-km değerlerine bağlı olarak ortaya çıkacak yakıt tüketimi değerleri hesaplanmıştır. Sahada minibüs ve otobüs şoförleri ile yapılan mülakatlar sonucunda kentiçi yolcu taşımacılığında kullanılan minibüslerin ortalama 0.17 lt/km dizel yakıt tükettikleri, aynı değer 12 m'lik otobüsler için 0.45 lt/km mertebesinde olduğu öğrenilmiştir. Mevcut durum ve önerilen işletme planı için hesaplanan yakıt tüketimi değerleri Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3 Dönüşümü planlanan hatlar için yakıt tüketimi değerleri.

Hat adı	Minibüs		Otobüs	
	Servis-km	Yakıt tüketimi	Servis-km	Yakıt tüketimi
Sevindik	1750	297,5	350	157,5
İncilipınar	1652	280,84	330,4	148,68
Yenişehir	1493	253,81	298,6	134,37
Karşıyaka	1474	250,58	294,8	132,66
<b>Toplam</b>	<b>6369</b>	<b>1082,73</b>	<b>1273,8</b>	<b>573,21</b>

Tablo 3 incelendiğinde, otobüse dönüşümü önerilen dört hatta sabah 2 saatlik sürede tüketilen dizel yakıt değerinin 1083 lt değerinden 573 lt değerine düşerek yaklaşık %47'lik yakıt tasarrufu sağlanabileceği görülmektedir. Farklı araçlarda kullanılan değişik motor türlerine göre farklılık gösterebilecek emisyon değerlerinde de sistemin otobüse dönüştürülmesi durumunda azalma olacağı ve çevresel açıdan da önerilen dönüşümün faydalı olacağı değerlendirilebilir. Buna ek olarak, kentiçi trafiğinde sabah 2 saatlik dilimde dört hattaki araçların yapacağı 6400 servis-km değerinin yaklaşık 1300 servis-km değerine düşeceği ve

trafik yoğunluğunun fazla olduğu yol kesimlerinde görel bir rahatlama olabileceği değerlendirilebilir. Ayrıca, minibüs yerine otobüs kullanan yolcuların otobüslerde biniş kartı kullanarak ücretsiz aktarma imkanından faydalanmaları da söz konusu olabilecektir.

## Sonuçlar

Gelişmiş ülkelerde kentiçi toplu taşıma hizmetlerinde kullanımı uzun zaman önce terk edilmiş olan minibüslerin otobüse dönüştürülmesine ilişkin çalışmalar ülkemizdeki büyükşehirlerde güncel bir konudur. Bu çalışmada, Denizli ili kentiçi toplu taşıma sisteminin genel durumu değerlendirilmiş ve minibüslerin toplu taşımadan aldığı önemli pay ortaya konulmuştur. Yolculuk talebinin minibüslerle karşılanmasının konfor, çevre ve trafik güvenliği açısından risk oluşturabileceği öngörülen dört hatta otobüs dönüşüm planı önerilmiştir. Yapılan analizler sonucunda söz konusu hatlarda otobüslerin kullanılması durumunda yakıt tüketimi, toplu taşımanın kent trafiğine getireceği ilave yük ve çevre açısından kazanımlar olacağı ortaya konulmuştur. Yapılan düzenlemeler yolculuk konforu ile doğrudan ilişkili olan ayakta yolcu taşınması açısından irdelendiğinde, gelişmiş ülkelerdeki standartların yakalanabilmesi için kent genelindeki otobüs güzergahlarının bir bütün olarak değerlendirilerek yeniden düzenlenmesi ya da yolculuk talebinin karşılanmasında daha yüksek kapasiteli toplu taşıma sistemlerinin hayata geçirilmesinin gerekli olduğu değerlendirilebilir. Bildiri kapsamında gerçekleştirilen dönüşüm için gereken yatırımın ekonomik analizi çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır. Ayrıca gelecek çalışmalar kapsamında, VISUM yazılımının makro ölçekte modelleme yaptığı dikkate alınarak hesaplanan değerlerin saha çalışmalarından elde edilen verilerle kalibre edilmesi ve planlama yaklaşımının geliştirilmesi hedeflenmektedir.

**Teşekkür** Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde kullanılan verilerin sağlandığı Denizli Toplu Taşıma Düzenleme Projesi'nde katkısı bulunan Pamukkale Üniversitesi Ulaştırma ABD öğretim üyelerine ve Denizli Büyükşehir Belediyesi çalışanlarına teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

BMC (2015) [http://www.bmcservisi.com/TR/araclar/yolcu\\_tasima\\_araclari\\_dizel\\_sehir\\_ici\\_belde\\_cb\\_12m\\_solo.asp](http://www.bmcservisi.com/TR/araclar/yolcu_tasima_araclari_dizel_sehir_ici_belde_cb_12m_solo.asp) (son erişim tarihi: 01.03.2015)

British Youth Council (2012) Public transport & young people in Suffolk: youth parliament report.

Ceylan, H., Murat, Y.Ş., Haldenbilen, S. ve Cengiz, O. (2004) Genetic algorithm approach to evaluate bus and paratransit public transport in urban areas. 10th World Conference on Transport Research. 4-8 July, İstanbul.

DTTD, 2011. Denizli Toplu Taşıma Düzenleme Projesi ve Yük Etütleri. Denizli Belediyesi.

DUAP 2010. Denizli Ulaşım Ana Planı ve Süreç Yönetimi. Denizli Belediyesi.

Finn, B. and Mulley, C. (2011) Urban bus services in developing countries and countries in transition: A framework for regulatory and institutional developments. Journal of Public Transportation, 14(4), pp. 89-107.

Gulhan, G., Ceylan, H., Baskan, O. and Ceylan, H. (2013) Using Potential Accessibility Measure for Urban Public Transportation Planning: A Case Study of Denizli, Turkey. Promet Traffic & Transportation, 26(2), pp. 129-137.

Fact Sheet (2015) [http://www.amputee-coalition.org/fact\\_sheets/paratransit.html](http://www.amputee-coalition.org/fact_sheets/paratransit.html) (son erişim tarihi: 01.03.2015)

Javid, M. A., Okamura, T., Nakamura, F. and Wang, R. (2013) Comparison of commuters' satisfaction and preferences with public transport: A case of wagon service in Lahore. Jordan Journal of Civil Engineering, 7(4), pp. 461-472.

Lorasokkay, M. A., Çelik, O. N. ve Atasagun, N. (2013) Konya Kentiçi Toplu Taşıma Sisteminin Kullanıcılar Tarafından Değerlendirilmesi. 10. Ulaştırma Kongresi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, 25-27 Eylül, İzmir.

Mashiri, M. A. M., Moeketsi, P. N. and Baloyi, V. (1999) Increasing public transport market share in South Africa: The options. <http://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/2123/6593>.

Ngatia, G. J., Toshiyuki, O. and Fumihiko, N. (2010) The structure of users' satisfaction of urban public transportation service in developing countries: the case of Nairobi. [http://www.easts.info/publications/journal\\_proceedings/journal2010/100237.pdf](http://www.easts.info/publications/journal_proceedings/journal2010/100237.pdf)

Orhon, O. (2010) Toplutaşım Uygulamalarının Değerlendirilmesi, TRANSİST 2010, Ulusal Toplu Ulaşım Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, pp. 175-178, 02-03 Aralık, İstanbul.

Özsoy, M. (2005) Ankara'da Minibüs (Dolmuş) Taşımacılığı İçin Yeni Bir İşletme Modeli:Çay Yolu Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

PTV (2011) VISUM-Fundamentals. PTV Traffic Mobility Logistics, Karlsruhe, Germany.

Pucher, J. and Korattyswaroopam, N. (2004) The crisis of public transport in India: Overwhelming needs but limited resources. Journal of Public Transportation, 7(4), pp. 1-20.

TCRP (1999) Transit Capacity and Quality of Service Manual-Part 2, Texas Transportation Institute.

# Çevre ve Toplum Yaşamına Duyarlı Kentsel Yaklaşımlar Bağlamında Yaya Erişimi ve Yürünebilirlik (Kadıköy Örneği)

**Doç. Dr. Cenk HAMAMCIOĞLU**

YTÜ Şehir ve Bölge Planlama Bölümü  
Yıldız Yerleşimi, 34349 Beşiktaş, İstanbul  
Tel: (0212) 383 26 43  
chamamcioglu@gmail.com

**Doç. Dr. Oya AKIN**

YTÜ Şehir ve Bölge Planlama Bölümü  
Yıldız Yerleşimi, 34349 Beşiktaş, İstanbul  
Tel: (0212) 383 26 43  
oakinster@gmail.com

## Öz

Kentlerin özellikle 90'lı yıllardan bu yana otomobil ağırlıklı büyümesi ulaşım ve altyapı maliyetlerini arttırmakta, toplumsal ve mekânsal ağırları zedelemekte ve doğal kaynakların hızla tükenmesine neden olmaktadır. Bu olumsuzlukları azaltmak amacıyla ulaşırmada; talep yönetimi, akıllı ulaşırma sistemlerinin yaygınlaştırılması, kent planlamada; yeni şehircilik, akıllı büyüme, kompakt kent, yavaş kent, yerleşme değerlendirme sistemleri gibi yaklaşımlar tartışılmaktadır. Çevre ve toplum yaşamına duyarlı kentlerin tesisini hedefleyen bu yaklaşımlar incelendiğinde “kamusal ve çevre dostu yaya ulaşımının” ortak ilkelerden biri olduğu görülmektedir. Bu çalışmada öncelikli amaç; yaya erişiminin geliştirilmesi ve yürünebilir (walkable) çevrelerin tesisinde, yaya yolu tasarımına girdi verecek ilkeleri ortaya koymaktır. Kavramsal ve ilkesel araştırmaların yanısıra alan araştırmasına da yer verilen bu çalışmada; İstanbul Anadolu Yakası'nda toplu ulaşım aktarma odağı ve yaşam alanı olan 'Kadıköy Merkez Bölgesi'nde tespit ve anket yöntemiyle, kullanıcıların yaya yolu deneyimleri hakkındaki görüşlerine başvurulmuştur. Gerek kavramsal araştırmalar gerekse örnek alan çalışması bağlamında; Kadıköy Merkez Bölgesi ulaşım kademelenmesi içinde yayanın yeri ve öneminin tanımlanması ile konforlu ve güvenli hareket etmesine olanak tanıyacak 'kentsel tasarım rehberlerinin' hazırlanmasına girdi verecek temel ilkeler olmak üzere iki sonuç grubuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Yaya ulaşımı, yürünebilirlik, yaya odaklı tasarım, Kadıköy.

## Giriş

Ulaşırma ve kent planlama disiplinlerinde önemi artan 'yaya erişimi ve yürünebilirlik' olanaklarının geliştirilmesine yönelik tasarım ilkeleri; bu çalışma kapsamında iki ana bölümde tartışılmaktadır. Kavramsal çerçeveyi oluşturan ilk bölümde; kent planlamada güncel yaklaşımların ortak önceliğini oluşturan 'yaya erişimi ve yürünebilirliğin önemi' ile 'yaya odaklı tasarımı yönlendirecek ilkeler' konuları ele alınmıştır. Alan çalışmasının yer aldığı ikinci bölümde ise; kavramsal çerçevede elde edilen ilkeler ve örnek alanda yayaların tanımladığı sorunlar koşutunda uygulamaya yönelik öneriler geliştirilmiştir. Kentsel ve yerel ölçekte farklı ulaşım türlerinin kesiştiği bir aktarma noktası ve merkez (alış-veriş, eğitim, kültür, yönetim, sağlık, rekreasyon odağı) özelliği gösteren, dolayısıyla yaya akımlarına konu olan Kadıköy Merkez Bölgesi'nde, rastlantısal örnekleme tekniğinde ve açık uçlu sorulardan

oluşan iki grup anket yapılmıştır. İlk grupta merkezi çevreleyen üç ana konut mahallesinde (Rasimpaşa, Osmanağa, Caferağa) yaşayanlarla toplamda 60 adet olmak üzere; yaya erişim güzergâhları, güvenlik ile tasarım ayrıntılarına ilişkin memnuniyet, sorun tanımlamaları içerikli anket gerçekleştirilmiştir. Toplamda 40 adet yapılan ikinci grup ankette ise; yaya çekimi yaratan toplu ulaşım ve aktarma odak noktalarına (metro, otobüs-minibüs durakları, iskele, kıyı) erişimde kullanılan güzergâhların, güvenlik ile tasarım ayrıntılarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, mevcut durum ve sorun saptama aşamasında yaya öncelikli yollar, araç giren yollar, otoparklar, zemin kaplamaları, kullanım yoğunluklarına ilişkin tespitler yapılmıştır. Sonuç bölümünde alana özgü yaya erişimi ve yürünebilirliği artırmak için öneriler geliştirilmiştir.

## **Yeni Kent Planlama Akımlarının Ortak Önceliği neden “Yaya”?**

Buhar makinesinin keşfi ile yaşanan teknolojik devrim kentsel üretim biçimini hızla değiştirmiş ve kentler; nüfus artışı, sağlıksız yapılaşma, kentsel yayılma süreçleri ile karşı karşıya kalmışlardır. Seri üretim biçimi olarak adlandırılan bu döneme adına veren en önemli girişim ise Ford’un T Modeli otomobili yaygın olarak üretmeye başlamasıdır. 1940-50’li yıllarla birlikte otomobilin, ekonomik sürekliliğin en temel tüketim araçlarından biri olması; kentsel işlev alanlarının yer seçimi ve kentlerin büyüme modelleri konusunda da belirleyici faktör olmuştur. Gerek sanayileşmenin ortaya koyduğu sağlıksız yapılaşma ve çevre kirliliği, gerekse I. ve II. Dünya savaşlarının etkisi ile tahrip olan kentsel alanlar; 1920-1960’lı yıllar arasında modernist felsefenin bakış açısı ile otomobil ulaşım sistemine göre yeniden biçimlenmiş, kentlerde araç ve yaya yolları birbirinden ayrılmış, kent çeperlerinde yeni banliyöler oluşturulmuştur. 1973 petrol krizi sonrasında bilişim, iletişim ve ulaşım alanlarında meydana gelen yeni teknolojik buluşlar ile mal, insan ve sermaye akımları tüm Dünya ölçeğinde çok daha hızlı bir şekilde hareket eder hale gelmiştir. Kamunun rolünün de yeniden tanımlandığı bu dönemde özel sektör eli ile biçimlenen kentler, sanayi alanlarından arındırılarak hizmetler sektörünün etkisi ile yönlendirilmiştir. Otomobil öncülüğünde yaygınlaşan, saçaklanarak çeperlerdeki doğal kaynakları tüketen içerikteki bu kentsel büyüme, 1970’li yılların ikinci yarısında tartışılmaya başlanmıştır (Sauter, 2010). Bu süreçte Özügül (2012)’ün bahsettiği üzere kökenini Jacobs (1961)’un “Death and Life of Great American Cities” kitabından alan yeni şehircilik yaklaşımının savunucuları; kent mekânında işlevsel ayırım yerine karma kullanımı, yaya ulaşımı ve toplu taşıma gibi çevre dostu ulaşım seçeneklerini, mekânsal çeşitliliği, saçaklanma yerine kompakt yaklaşımları çözüm olarak sunmuşlardır. Yeni kent yaklaşımlarının temelini oluşturan bu yeni şehircilik ilkeleri 1980’lerin ilk yarısında ‘kentsel rönesans’ olarak ifade edilen sürdürülebilirlik, çeşitlilik ve yerel halk kavramlarına temellenen; “akıllı büyüme” ilkelerini gündeme getirmiştir. Bu ilkelerin benimsenmesi; gerek insan sağlığı gerekse çevre tahribatını önlemek amacıyla, kentsel ulaşımında toplu taşımacılığı ve yaya gibi çevre dostu ulaşım türlerinin benimsenmesini gerekli kılmıştır. Akıllı kent yaklaşımında günümüzün çağdaş bilgi ve teknolojilerin kullanılarak ekonomi, hareketlilik, çevre, toplum, yaşam ve yönetişimin şekillendirilmesi önem kazanmaktadır. Eko kent ve kompakt kent yaklaşımlarında ise kentlerde sera gazı üreten özellikle bireysel taşıt kullanımının sınırlandırılması ve yerine çevreye duyarlı sürdürülebilir toplu ulaşım sistemleri ile yaya ve bisiklet ağırlıklı ulaşımın geliştirilmesi benimsenmektedir (Göksu, 2012). Babalık Sutcliffe ve Şenbil (2012) yaya ulaşımını da içeren sürdürülebilir ulaştırma sistemlerinin geliştirilmesiyle; toplumsal eşitsizliğin azaltılarak herkese yürünebilir, ödenebilir erişim olanağının sağlanması, trafik sıkışıklığının azaltılması ve kara, hava, su kaynaklarında kirliliğin azaltılmasının sağlanabileceğini vurgulamaktadırlar. Yavaş kent yaklaşımı ise; nüfusu elli binin altındaki kentlerde, yaya ve bisiklet öncelikli ulaşım olanaklarının geliştirilmesi, hizmet alanlarına erişimin kolaylaştırılması ve kentsel

tasarım konularının önemine eğilmektedir. Bu bilgiler ışığında günümüz kentlerinin olumsuz koşullarına çözümler arayan yeni planlama yaklaşımlarında altı çizilen **yaya ulaşımını**; maliyeti en düşük, çevreye zararı olmayan, sağlıklı insan ve toplum, sosyal iletişim ve bilincin gelişmesine yardımcı, ticaret ve turizm faaliyetlerinin gelişmesini destekleyen dolayısıyla yaşam kalitesini iyileştiren bir ulaşım türü olarak tanımlamak mümkündür.

## **Yaya Odaklı Tasarımı Yönlendirecek Temel İlkeler ve Kurallar**

Bilimsel araştırmalar gelişmiş bir yaya ulaşımının kentlerde erişilebilirlik, toplu taşıma tercihinin artması, ekonomik kazanç, arazi değerleri, toplumsal yaşam ve sağlıktan, sosyal eşitlik, ve iklim değişikliğine kadar birçok alanda temel avantajlar sağladığını ortaya koymaktadır (Banister ve diğ., 2007, Rogers ve diğ., 2010). Son yıllarda artan bu bilinçle yaya ulaşımını geliştirmeyi amaçlayan kentlerde; toplu taşıma sistemlerinin kullanımını destekleyecek, sağlıklı, yaşanabilir kentleri hedefleyen tasarım rehberleri geliştirilmiştir (örneğin Oregon Bicycle and Pedestrian Design Guide, 2011, Active Design, 2013). Yaya ulaşımı; farklı özelliklere sahip (cinsiyet, hareket kısıtlılığı olanlar, yaş ...) insanların önemli ölçüde kendi enerjilerini kullanarak günlük ihtiyaçları karşılamalarında, okullara, parklara ve uzun mesafeli yolculuklarda toplu taşıma duraklarına ve varış noktalarına erişimde en temel ulaşım türüdür (Mehndiratta, 2012). Yaya yolları ise yayaların taşıt trafiğinden ayrı, bir tür iz, platform ya da sahanlıklarda güvenilir şekilde hareket etmelerini sağlayan mekânlardır. Yaya yolları aynı zamanda insanların çevrelerini yakından deneyimledikleri, bireylerin etkileşim içinde olduğu, buluşma, ticaret gibi eylemlerin gerçekleştiği dinamik mekânlardır. Yaya yollarında kişisel deneyimler fiziksel mekâna göre şekillenirken, mekânın tasarımında yönetmelik, plan ve politikalar etkili olmaktadır.

## **Yaya Ulaşımı Deneyimini Verimli Kılan ve Yönlendiren Kentsel Tasarım İlkeleri**

Farklı özellikteki kullanıcılara yönelik yaya yolu kentsel tasarım ilkelerini;

- bağlantı ve kesişmelerin güçlendirilmesiyle erişilebilirliğin artırılması,
- güvenlik,
- her toplumsal katman ve yaş grubu için eşit, adaletli erişimin sağlanması,
- insan ölçeğinde mekânların tasarlanması,
- mekânsal sürekliliğe ve çeşitli kullanımlara yer verilmesi,
- mikro-klima ve dirençlilik

başlıklarında toplamak mümkündür.

Yaya güzergâhlarının tasarımında belirli sıklıkta **bağlantı ve kesişmelerin sağlanması**, özellikle kent merkezleri ve konut alanlarında yaya ulaşımının desteklenmesi ve veriminin artmasında öncelikli ilkelerin başında gelmektedir (Cervero ve Ewing, 2010). Bağlantıları güçlü yaya yolları; birçok noktada kesişerek başlangıç-varış yolculukları arasında farklı erişim alternatifleri sunan ve mesafeleri yakınlaştıran ağlardır. Bu nedenle yapı adalarının boyutlarının tasarlanması veya yapı adaları içinden kamusal bağlantıların sağlanması gerekmektedir. Özellikle kaldırımların, ortalama yapı adası uzunluğu olan 120 ila 180m.de bir farklı güzergâhla kesişmesi, yaya bağlantılarının güçlü kurulmasında öncelikli ilkedir.

Yaya ulaşımı ancak fiziksel ve sosyal açılarından **güvenli** olduğunda tercih edilmektedir (Jacobs, 2011). Fiziksel güvenlik; özellikle yayaların kavşak noktalarında güvenli hareket etmelerini sağlayacak düzenleme, malzeme seçimi, döşeme işçiliği ile yaya yollarını ayıran bariyerlerin kayma, düşme ve takılmalara neden olma durumlarıyla ilgilidir. Sosyal açıdan güvenlik ise günün her saati yaya yollarının kullanılabilir şekilde düzenlenmesini kapsar.

Dolayısıyla sosyal güvenlikte aydınlatma, yaya yolu-bina cephesi mesafe ilişkileri ve karma arazi kullanım ilkeleri önemlidir. Burada bina cephelerinin yaya yoluna yakınlığı yayaların diğer insanların varlığını hissederek, mesafeleri kısa algılanmasına yardımcıdır.

Yaya ulaşımı deneyiminin geliştirilmesinde bir diğer tasarım ilkesi de farklı amaçlarda ve yoğunluklarda hareket eden kullanıcılara, uygun konfor koşullarında **erişim** olanağı sağlayan yaya yollarının tasarlanmasıdır (ADA Standards, 2010). Örneğin, yürümek konusunda dezavantajlı grupların (yaşlılar, engelliler, çocuklar) durup oturabilecekleri yerlerin bulunması rahatlık ve güven hissi yaratarak yürümelerini teşvik edecek; engellerin azaltılması ve döşemede duyuumsal izlerin yerleştirilmesi yürüme güçlüklerini azaltacaktır.

Yaya hareket ederken; çevresini sınırlandıran fiziksel elemanları görerek, sesleri işiterek, havasını soluyarak, ısıyı hissederek, zemine ayak basarken döşemenin özelliklerinden etkilenerek çok boyutlu algılar ve deneyimleyerek koşulları değerlendirir. Öte yandan yaya yolları farklı boyutlardaki yapılar, peyzaj öğeleri ve taşıt yollarıyla çevrelenmektedir. Bu bağlamda; yaya yolu genişliği, algılanan yükseklik ve yatay uzaklık konuları **insan-mekân-ölçek ilişkisinde** belirleyici ilkelere (Active Design, 2013). Yaya yollarında genişlik verilen hizmetin ölçeğine ve kullanıcı yoğunluğuna göre değişmektedir.

Yayaların hızları; yaya yollarının kademesi ve arazi kullanıma bağlı sürekli değişmektedir. Sokak ve caddelerin enkesitleri, sinyalizasyon süreleri otomobil hızına göre değil, farklı fiziksel özelliklerdeki yayaların hızlarını (ortalama yaya hızı 4 ile 5 km/sa) dikkate alarak tasarlanmalıdır. Yaya yolları; oturma, bekleme gibi işlevlerin **çeşitlilik** gösterdiği mekânlarla toplumun kaynaşmasına yardımcı olmalıdır (SPUR Report, 2013).

Yaya yolları genellikle iklim ve hava koşullarına açık olduğundan yayaların konforunu ve ulaşım tercihlerini etkilemektedir. Kanal mekân özelliği gösteren yaya yollarının bitkilendirilmesi iklimsel korumayı sağlamanın yanısıra; yeşil sistem sürekliliği ve **mikro klima** oluşturulması, ısı adası etkilerinin azaltılması, hava kalitesinin artırılması, fırtına gibi doğal afet durumlarında **direnç** sağlanmasına yardımcı olmaktadır.

### **Yaya Yollarının Fiziksel Tasarımında Gözönünde Bulundurulacak Kurallar**

Toplumun ilgisini çekecek, güvenli, konforlu bir yaya ulaşım mekânı tasarlayabilmek, insan algısı ve ölçeğine uygun kuralları ve düzenlenmeyi gerektirmektedir. Fiziksel açıdan yaya yolları; zemin, üst örtü/saçak, taşıt yolu ve bina cepheleri olmak üzere dört düzlemde ele alınmalıdır. **Zemin düzleminde**; yaya yollarının genişlikleri, araç yolundan ayıran peyzaj elemanları, kaldırım yükseklikleri ve rampa eğimleri, tabela, aydınlatma ve kent mobilyaları, dükkân ve bina cepheleri, girişler, döşeme malzemesi gibi konular hareketi engellemeyecek ve güvenli kullanıma olanak sağlayacak içerikte tasarlanmalıdır. Yaya yolunun **taşıt yolu düzlemi** ile kurduğu ilişki; taşıtlar ile güvenli bir mesafede olmak kadar, taşıt trafiğinin neden olduğu kirlilikten korunmak açısından da önemlidir. **Bina cephesi düzlemi**; görsel temasın kurulabildiği dükkân cepheleri ile şeffaflık içeren, iklim koşullarından koruyan, arazi kullanımındaki çeşitlenme ile yaşayan bir kentsel mekân elde edilmesini sağlayan düzlemdir. Yaya yolu mekânının çatısını oluşturan **üst düzlem ise**; insan ölçeğinde, iklimsel koruma sağlayan, algılanabilir, yönlendiren bir içeriğe sahip olmalıdır (Active Design, 2013). Konforlu, kaliteli ve canlı yaya yolu mekânın elde edilebilmesi; bu dört düzlemin birlikte ele alınmasını gerektirmektedir.



**Yaya yolları genişliklerinin belirlenmesi;** kentteki konum, etki alanı içindeki nüfus, arazi kullanım ve kullanıcı yoğunluğundan hareketle tanımlanmaktadır. Farklı işlevlerin mekânda yer seçimi için yarıştıkları kent merkezleri, işlevsel çekicilikler ve ulaşım aktarma noktası özellikleri nedeniyle yaya akımlarının yoğunlaştığı kentsel mekânlardır. Yoğunluğun yüksek olduğu merkez bölgeleri ile yoğunluğun daha düşük olduğu konut alanı bölgelerinde yaya yolları için tanımlanan genişlik ölçütleri birbirlerinden farklıdır. Active Design (2013) ve SPUR Report (2013)'da kent merkezleri için tavsiye edilen yaya yolu genişliği en az 3.00 m., mahallelerin ana caddelerinde ise en az 1,5m.dir. İnsan ölçülerinden yola çıkılarak tavsiye edilen bu yaya yolu genişliklerinin; akışı engellemeyen, güvenli geçiş ve duraklamalara olanak tanıyan, rahatsızlık oluşturmayan ve erişim kısıtlılığı olanların hareketlerini engellemeyecek boyutlarda kurgulanması gerekmektedir.

**Arazi kullanım çeşitliliği, şeffaflığı ve dışa yansıyan kullanımlar;** yaya yollarının kaliteli, konforlu, güvenli ve yaşayan mekânlar ortaya koyması açısından önemlidir. Yaya yollarından cephe alan işlevlerin çeşitliliği, günün önemli bölümünde farklı kullanıcılara olanak tanımalıdır. Ticari birimlerin cepheleri, yayalarla içerde gerçekleşen faaliyetler arasında görsel ilişki kurulabilmesi, özellikle akşam saatlerinde yayaların yalnız hissetmemeleri için şeffaf tasarlanmalıdır. Konut alanlarında ise binaların yaya yolundan kısa mesafede geri çekilmesi, araya peyzajın yerleştirilmesi hem zemin katlarda oturanların şeffaflık seviyelerini artıracak, hem de yayaların yalnızlık hissini önleyecektir. Ayrıca, yaya yolları zemin katlardaki dükkân, kafe ve restoranların oturma kullanımları açısından potansiyel alanlardır. Yaya yoğunluğuna göre belirlenmesi gereken asgari yaya yolu genişliğini işgal etmeyecek dış mekân kullanımları mekâna canlılık kazandırmaktadır.

Yaya yolu mekânında yer alan ve yere özgü tasarımları gerektiren **diğer yapısal elemanlar** ise; duraklar, tabelalar, bilgilendirme ve reklam panoları, aydınlatma elamanları, sokak mobilyaları, yangın muslukları ve büfelerdir (Walkable Edmoton Toolkit).

- Tabelalar, toplu taşıma durakları uygun ölçek ve karakterde, bina cephelerini ve yaya akışını engellemeyecek şekilde konumlandırılmalıdır. Örneğin insan çevresini yatay düzende 50-55° yukarı, 70-80° aşağı yöndeki açılar arasında algılamaktadır.
- Genellikle ulaştırma kurumlarının düzenleme yetkisinde bulunan yönlendirici trafik tabelaları ve ışıkları, sokak aydınlatmaları; yayaların, bisikletlilerin ve taşıtların güvenli ve performansı yüksek hareketini sağlayan elemanlardır. Bu elemanların konumları, ölçek, boyut ve tasarımları okunabilirliği ve işlevselliklerini etkilemektedir.
- Sokak ve caddelerde yaşamı kolaylaştıran oturma grupları, reklam panoları, bisiklet park alanları gibi sokak mobilyaları asgari yaya akışını engellemeyecek şekilde konumlandırılmalı, malzemede dil birliği ve boyutlandırma konularına dikkat edilmelidir.
- Sokak satıcıları ve büfeler gibi ekonomik faaliyetler de yaya yollarının canlılığına katkıda bulunmaktadır. Bu tür faaliyet birimleri; yaya mekânının havasını, yaya akışını, bina cephelerini, toplu taşıma durakları ve açık mekânların okunurluğunu engellememelidir.

**Yaya yollarındaki girişler, bariyerler, rampa ve kaldırım yükseklikleri;** yayaların hareket kabiliyetleri ile uyumlu, algılanabilir standartlarda tasarlanmalıdır (Institute of Transportation Engineers, 1998, National Center-Bicycling & Walking, 2010).

- Yaya yollarının canlandırılmasında birimlere girişler görülebilir, erişilebilir ve davetkâr tasarlanmalıdır. Bina cephelerindeki girintiler yaya akışını yönlendiren, bina cephelerine hareket kazandıran, korunaklı cepler sağlar.
- Taşıt giriş-çıkışları yaya akışını önemli ölçüde engellediğinden, yaya yoğunluğu ve hareketliliğinin olduğu alanlarda otopark ve yükleme-boşaltma alanları dışındaki girişlere izin verilmemelidir. Taşıt girişlerinde azami genişliğin tanımlanması yaya hareketlerinin

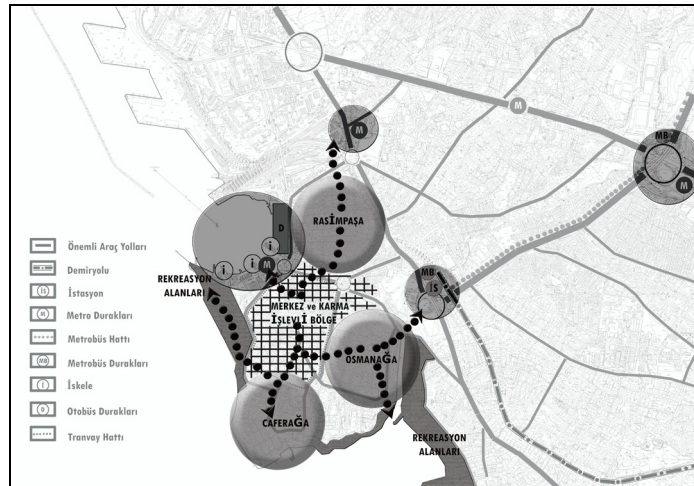
aksamamasına, taşıt girişlerinin birbirine asgari mesafelerinin tanımlanması ise peyzaj, yol kenarı otoparkları gibi işlevlerin sürekliliğinin korunmasına yardımcı olur.

- Yaşlılar, yürüme ve görme engelliler, bebek arabalıları gibi hareket kısıtlılığı olan gruplar yaya yollarını ancak rampalar ile döşemede üç boyutlu izlerin bulunması ve uygun koşullarda tasarlanmış olması halinde kesintisiz kullanabilmektelerdir.
- Yaya yollarını taşıt yollarından ayıran bariyerler, havalandırma ızgaraları, rögar kapakları, yangın muslukları gibi altyapıya ilişkin elemanlar yükseklik, aralık ve boyutları ile yayaların takılma ve çarpmalarına neden olmayacak şekilde yerleştirilmelidir.

**Bina cephesi ve üst düzlemi tanımlayan geri çekilme ve saçaklar**; algılama ve yönelimi sağlayan, bağlantıları engellemeyen, sürpriz hacimler ortaya koyarak yaya yollarını zenginleştiren, iklimsel koruma sağlayan, üçüncü boyutta mekânı sınırlandırarak ölçeklendiren elemanlardır (Active Design, 2013, SPUR Report, 2013). Uzun ve tekrar eden cepheler yayalara monotonluk hissi vermektedir. Bu nedenle azami cephe uzunluklarında farklı mimari düzenlemeler (malzeme, doku, pencere, renk) ya da dikey ve yatay ritimleri parçalanmış bina cepheleri, hareket halindeki yayalara sürekli değişim hissini vermesinde dikkate alınmalıdır. Öte yandan sokak ve caddelerde yapıların zemin seviyesinde geri çekme oranı (Carmona, 2010'da yatay açıklık ile yükseklik arasında  $\frac{1}{2}$  oranı çevrelenme için en uygun ölçü olarak belirlenmiştir) yaya yollarında çevrelenme hissini belirleyen ana unsurlardandır. Son olarak **peyzaj** elemanları yayaların gölgede rahat hareket etmelerini sağlarken, ağaçların ihtiyacı olan su ve hava için ayrılan toprak yüzeyler aşırı yağışlarda suyun çekilmesini de kolaylaştırmaktadır. Ağaçlar, türlerine göre, 7,5m.de bir dikilmeli, uzun ömürlü olabilmeleri içinse toprak yüzey 1,5m. genişlikte bırakılmalıdır.

## Kullanıcı Görüşlerine Göre Kadıköy'de Yaya Erişimi ve Yürünebilirlik

Kadıköy Merkez; denizyolu, lastik tekerlekli ve raylı toplu taşıma sistemlerinin kesiştiği; tarihsel süreçte yer seçmiş yerel, metropoliten ve hatta ülke ölçeğinde hizmet veren yönetim, sağlık, eğitim, sosyo-kültürel, ticaret gibi kamu kurum ve özel hizmet alanlarının da kümелendiği bir bölgedir. Dolayısıyla İstanbul Anadolu Yakası'nın ulaşım aktarma odağı ve karma işlevli çekim merkezi kimliklerine sahiptir (Şekil 1). Kadıköy-Kartal metrosu, Söğütlüçeşme-Beylikdüzü metrobüs hattı ile Ayrılıkçeşme-Kazlıçeşme bölümü hizmete açılan ve çalışmaları devam eden Gebze-Halkalı Marmaray metrosu, Kadıköy'ün kıyıdaki merkez ve ulaşım aktarma kimliğini güçlendirmektedir. Kuzeyinde tarihi Haydarpaşa Garı ve demiryolu hattının eşik oluşturduğu bu merkez bölge, aynı zamanda konut ağırlıklı Rasimpaşa, Osmanağa ve Caferaga mahalleleriyle birlikte yaşamaktadır.



Şekil 1 Kadıköy'de Toplu Taşıma Aktarma Odakları ve Karma İşlevli Çekim Merkezi.

Bu konut bölgelerinde yaşayanlarla; ulaşım transfer noktaları, merkez, kıyı ve donatı alanlarına yaya erişilebilirlik koşullarının ve güzergâh tanımlamaları ile deneyimlerine bağlı memnuniyet seviyeleri, sorun tespitleri elde edilmesi amacıyla toplam yüz adet anket gerçekleştirilmiştir. Toplu taşıma ve aktarma odaklarını kullanan 17-76 yaş aralığında toplam 30 kişiyle yapılan anketlerde; %80'inin Kadıköy Merkez dışından toplu taşıma ve otomobil kullanarak, %20'sinin Kadıköy Merkez ve yakın çevresinden yaya olarak eriştikleri öğrenilmiştir. Bu grup aktarma odakları çevresindeki temel sorunları; yoğun araç trafiği (%32), yaya geçitleri (%17) ve trafik ışık süreleri ile yayalara ayrılan genişliğin yetersizliği (%15) olarak tanımlamıştır. Kıyı alanında 16-41 yaş aralığında 10 kişiyle yapılan ankette; yoğun araç trafiği (%50), yaya geçitleri ve trafik ışık süreleri (%40) temel sorunlar olarak belirtilmektedir. Üç mahallede ise 20'şer olmak üzere toplam 60 anket yapılmıştır. Rasimpaşa'da ankete katılanların tamamı, Osmanağa'da %95'i ve Caferağa'da %75'i Kadıköy Merkez ve ulaşım aktarma odaklarına erişimde yürümeyi tercih ederken, kıyıya erişimde bu oranlar Rasimpaşa'da %60'a, Osmanağa'da %70'e ve Caferağa'da %55'e gerilemektedir. Caferağa'da öncelikli sorunların %27'si sosyal ağırlıklı güvenlik, %23'ü yoğun araç trafiği, %20'si yürümeyi engelleyen elemanlar, %14'ü yaya geçitleri ve trafik ışıkları olarak sıralanmıştır. Bu oranlar Rasimpaşa'da %35 yoğun araç trafiği, %30 yaya geçişleri ve %25 yaya yolu genişlikleri, Osmanağa'da %33 yoğun araç trafiği, %17 yaya yolu genişliği, %17 kaldırımların ticari birimlerce işgal edilmesi olarak saptanmıştır.

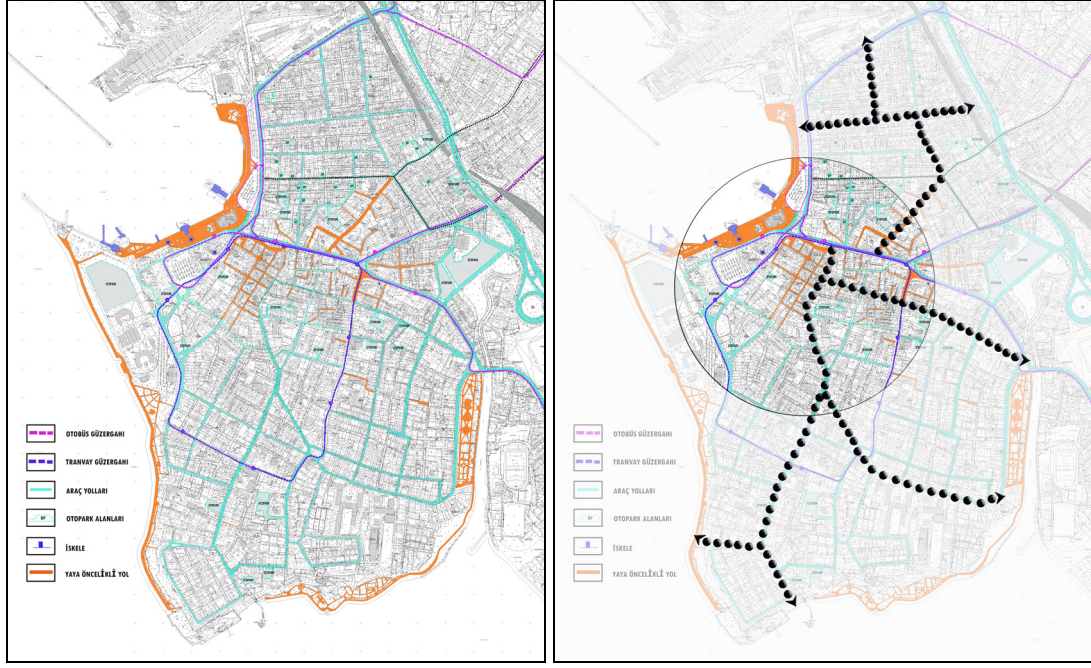
Ankete katılan yayalar Kadıköy Merkez, kıyı ve rıhtımdaki ulaşım aktarma odaklarına erişimde farklı güzergâhları kullandıklarını belirtmektedir. Yapılan tespitlerde de mevcut yapı adası boyutlarının ızgara ağırlıklı dokuya sahip bu bölgenin yayalara **bağlantı ve kesişim seçenekleri** açısından avantaj sağladığı görülmektedir. Yayaların %59'u **hemzemin geçitlerin güvenliği**yle ilgili sorunlarla karşılaştıklarını ifade etmektedirler. Bu konuda özellikle Kadıköy rıhtımdaki iskelelere ve otobüs/minibüs duraklarına erişimde hemzemin yaya geçitlerinin tamamı örnek gösterilmektedir. Sorun tespitleri arasında; taşıt yoğunluğu, trafik ışığı sürelerinin farklı fiziksel özelliklerdeki yayaları gözetmemesi, sürücü davranışları, taşıtların hızlı hareket etmesi ve geçişlerin yeterince tanımlı olmaması belirtilmiştir. Fiziksel güvenlik konusunda üzerinde durulan diğer konu da **yaya yolu genişliklerinin yeterli olmaması**dır. Memnuniyetin %35 çıktığı mahalle görüşlerinde; sokak enkesitlerinin dar olması nedeniyle yayalara yeterli genişlikte kaldırımların sağlanamadığı ve taşıtlarla iç içe hareket edilmek durumunda kalındığı vurgulanmıştır. Yayaların güvenle hareketlerinde diğer fiziksel unsur olan **döşeme malzemesinin seçimi ve emniyetinde** ise; toplu taşıma aktarma odakları çevresinde ve Osmanağa Mahallesi'nde memnuniyet %40 ve aşağısında çıkmıştır. Döşemelerin sürekli değişiklik gösterdiği, yağışlı havalarda kayganlaşan zemin ve kötü işçilikten kaynaklı sorunlar ifade edilmektedir. Buna karşılık anketlerde, yaya yollarının **bakım ve onarımı** konusunda %54 oranında memnuniyetin olduğu da görülmektedir. Ancak sahildeki otobüs-minibüs duraklarını kullananlarda memnuniyet %30 seviyesindedir. Buradaki sorunlar; yamalar, döşemenin yer yer çökmesi, yerinden oynaması, su sıçratması, yaşlıların takılması, bariyerlerin bakımsızlığı şeklinde sıralanmaktadır. Yayaların **akşam ve gece saatlerinde** yürüme tercihleri sorulduğunda; kıyıyı kullananların ve Caferağa Mahallesi'nde oturanların %70'i, metro ve otobüs/minibüs duraklarını kullananların %60'ı **güvenlik** problemi yaşamaktadır. Güvenlikle ilgili sorunlar; ıssız çevre, uyuşturucu kullananlar ve darp-kapkaçtır.

Toplam ankete katılanların %60'ı **kaldırımlarda rampaların** yeterli olmadığı ve %77'si **rampa eğimlerinin** ise standartlara uygun tasarlanmadığı görüşündedir. Yaya akışını sağlayan **trafik ışık sürelerinin** yeterliliğinde toplu taşıma aktarma odakları çevresinde ve kıyıya erişimde memnuniyet %35'te kalırken, mahallelerden Kadıköy Merkez'e erişimde, yayaların

sinyalizasyon sürelerini %60 oranında uygun buldukları görülmektedir. Anket yanıtlarında **yönlendirme** konusunda memnuniyet %45 çıkmaktadır. Bununla birlikte, yönlendirmelerin yeterli ve yaygın olmadığı, hiç dikkat çekmediği, tahrip edildikleri, yerleştirilmelerinde sorunların olduğu ve engelliler için yönlendirmelerin bulunmadığı, kaldırımlardaki izlerin yetersiz olduğu tanımlanmaktadır. **Kaldırımlardaki engeller** konusunda ankete katılanların %81 olumsuzdur. Yürürken pek çok engelle karşılaştıklarını belirten anket katılımcıları; direkler, reklam panoları, altyapı ve trafolar, bariyerler, kaldırımları işgal eden dükkânlar, taşıtları örnek göstermektedirler. Yayaların sosyalleşmesini ve sokakta zaman geçirmelerini sağlayacak **oturma ve dinlenme mekânlarının** hemen hemen hiç bulunmadığı belirtilmektedir. Yaya yollarında çeşitliliği sağlayan bir başka unsur da **bina cephe uzunluklarıdır**. Bu konuda Kadıköy'deki yapıların parsel cephelerinin uzun olmaması nedeniyle yayalara sürekli değişen bir ortam sunduğu görülmüştür. Kıyı alanı dışında ankete katılanların %59'u **kaldırım genişliklerini** yetersiz bulmaktadır. Bunda en önemli nedenler araçların kaldırımlara park etmeleri, ticari birimlerin kaldırımlara taşmaları, gün içinde yoğun kullanılan güzergâhların özellikle okul bölgelerindeki çıkış saatlerinde daha da yetersiz kaldığı, reklam panoları ve direklerin engel oluşturduğu, bebek arabası ile ya da iki kişi yan yana yürünemediği ve oturma alanlarının olmadığını belirtilmektedir. **Kaldırım yükseklikleri** ise ankete katılanların %71'i tarafından olumlu bulunurken, iskeleye erişimde kaldırımlarda değişen yükseklik ve platformlar nedeniyle memnuniyet %40'a gerilemektedir. Kaldırım yüksekliklerinin bina girişlerine göre düzenlendiği yerlerde engellilerin hareket etmelerinin mümkün olmadığı belirtilmektedir. Katılımcıların %60'ı Kadıköy Merkez Bölgesi'nde yapı yoğunluğu ve sokakların dar enkesitleri nedeniyle **hava ve iklim koşullarından korunacakları ağaçlandırmanın** yeterli olmadığı görüşündedir. Bu nedenle sıcak mevsimde binaların gölgelerinden yürümeye çalıştıklarını belirtmektedirler. Araçlarla birlikte hareket edildiğinden **gürültü, egzoz gibi sorunlara** doğrudan maruz kaldıklarını vurgulamışlardır.

## Değerlendirme ve Sonuç

Bu çalışma yaya ulaşımının geliştirilmesinde ulaştırma ve kentsel tasarım uzmanlarının eşgüdümlü çalışmalarının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Ulaşım kademelenmesi; kentsel ve yerel ölçekte kararların eşgüdüm içinde gerçekleştirilmesini gerektirmektedir. Bu nedenle üst ölçekli kararlar dizgesi açısından; araç yolu kademelenmesi ve hız düzenlemesi-sınırlaması, sokaklara araçların giriş-çıkışlarının denetlenmesi, otopark yüzeylerinin düzenlenmesi, yaya yolları sürekliliğinin sağlanması, ana çekim odaklarına yaya ulaşımının desteklenmesi gerekmektedir. Örnek alan çalışmasında ele alınan Kadıköy Merkez Bölgesi özelinde aşağıda izlenen yaya akımları öneriler bağlamında geliştirilmiştir (Şekil 2). Kentsel tasarım ölçeğinde ise; kaldırımların zemin-taşıt yolu-bina cephesi ve üst düzlem olarak dikkate alınması, asgari kaldırım genişliklerinin belirlenmesi, güvenlik sorunu olan alanlarda arazi kullanım çeşitliliğinin ve asgari şeffaf cephe oranlarının sağlanması, döşeme malzemesi seçimi, altyapı ve işçiliğe özen gösterilmesi, diğer yapısal elemanların düzenlenmesi, kaldırımlarda taşıt giriş aralıkları, bariyer, kaldırım yüksekliğinin sağlanması, ada ve cephe uzunluklarının yaya yolu ve kaldırımların sürekliliğinde dikkate alınması, peyzaj düzenlemesi konularına önem verilmesi önemlidir.



Şekil 2 Kadıköy Merkez Bölgesi Öneri Yaya Erişim Aksı.

**Teşekkür:** Kadıköy anket çalışmasına katkılarından dolayı YTÜ Şehir ve Bölge Planlama Bölümü öğrencilerinden Zeynep Uzelli, Merve Altın, Kübranur Demir, Bahar Büşra Kara ve Kübra Yıldız'a teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

Active Design (2013) Active Design: Shaping the Sidewalk Experience. Department of City Planning, Department of Transportation, Department of Design and Construction, Department of Health and Mental Hygiene City of New York Municipality, New York.  
[http://www.nyc.gov/html/dcp/pdf/sidewalk\\_experience/active\\_design.pdf](http://www.nyc.gov/html/dcp/pdf/sidewalk_experience/active_design.pdf)

ADA Standards (2010) Standards for Accessible Design, Department of Justice, USA.  
<http://www.ada.gov/regs2010/2010ADASTandards/2010ADASTandards.htm>

Babalık Sutcliffe, E., Şenbil, M. (2012) Sürdürülebilir Ulaşım ve Politikası, Kentsel Planlama Ansiklopedik Sözlük, der. M. Ersoy, Ninova Yayınları, İstanbul, ss.413-416.

Banister, D., Pucher, J., Lee-Gosselin, M. (2007) Making Sustainable Transport Politically and Publicly Acceptable. in Rietveld, P. and Stough, R., eds., Institutions and Sustainable Transport: Regulatory Reform in Advanced Economies. Cheltenham, Edward Publishing, 2007, pp. 17-50.

Carmona, M., Tiesdell, S., Heath, T., Oc, T. (2010) Public Places-Urban Spaces: The Dimensions of Urban Design, Architectural Press of Elsevier, 2nd Edition, Oxford, UK.

Cervero, R., Ewing, R. (2010) Travel and Built Environment: A Meta-Analysis, Journal of American Planning Association, Vol. 76, No. 3. pp. 265-294.

Göksu, Ç. (2012) Eko-Kent, Kentsel Planlama Ansiklopedik Sözlük, der. M. Ersoy, Ninova Yayınları, İstanbul, ss.106-107.

Institute of Transportation Engineers (1998) Design and Safety of Pedestrian Facilities, ITE Committee 5A-5, Washington.

Jacobs, J. (2011) Büyük Amerikan Şehirlerinin Ölümü ve Yaşamı. (The Death and Life of Great American Cities, Modern Library, 1961) çev. B. Doğan, Metis Yayınları, İstanbul.

Mehndiratta, S. (2012) Cycling and Walking: Preserving a Heritage, Regaining Lost Ground. Sustainable Low-Carbon City Development in China, eds. A. Baumler, E. Ljjasz-Vasquez, S. Mehndiratta, The World Bank, Washington, pp.243-269.

National Center for Bicycling & Walking (2010) Increasing Physical Activity Through Community Design: A Guide for Public Health Practitioners. May 2010. W.C. Wilkinson, N. Eddy, G. MacFadden, B. Burgess, Washington.

Özügül, M.D. (2012) Yeni Şehircilik Akımı, Kentsel Planlama Ansiklopedik Sözlük, der, M. Ersoy, Ninova Yayınları, İstanbul, ss.488-492.

Roger, S.H., Halstead, J.M., Gardner, K.H., Carlson, C.H. (2010) Examining Walkability and Social Capital as Indicators of Quality of Life at the Municipal and Neighborhood Scales. Applied Research in Quality of Life, June 2011, Volume 6, Issue 2, pp 201-213.

Sauter, D. (2010) How Ideologies Influence Walking Policy. The future of Walking, PQN Final Report, Part B3: Documentation, ESF Provides The Cost Office through an EC Contract, November, Cheltenham, United Kingdom, pp. 15-55.

SPUR Report (2013) Getting to Great Places. San Jose Advisory Board, San Francisco.

The City of Edmonton, Walkable Edmonton Toolkit, Design for Walkability,  
[http://www.pinelandsalliance.org/downloads/pinelandsalliance\\_134.pdf](http://www.pinelandsalliance.org/downloads/pinelandsalliance_134.pdf)

# Farklı Erişilebilirlik Hesap Yöntemleri ile Erişilebilirliğin Hesaplanarak Yöntemlerin Birbirleriyle Karşılaştırılması: İstanbul Örneği

**Araş. Gör. Sabahat Topuz KİREMİTÇİ, Prof. Dr. Haluk GERÇEK**

İTÜ Maslak Kampüsü, İnşaat Fakültesi, 34469, Sarıyer/İstanbul

Tel: (0212)2857056, (0212)2853658

E-Posta: topuzsa@itu.edu.tr, hgercek@itu.edu.tr

## ÖZ

Erişilebilirlik, en basit haliyle, çeşitli imkanlara (iş, eğitim, alışveriş, sosyal etkinlikler v.b.) erişme kolaylığı olarak tanımlanmakla birlikte, pek çok farklı tanıma ve dolayısıyla farklı hesap yaklaşımlarına sahip bir terimdir. Söz konusu hesap yaklaşımlarının hepsi genel olarak erişilebilirliği ifade ederken, içerdikleri değişkenler ve kullanılan yöntemler ile birbirlerinden ayrılmaktadırlar.

Erişilebilirliğin ölçümünde en yaygın kullanılan ölçütlerden birisi “eşik ölçütü”dür. Bu ölçütte, belirli bir bölgedeki hizmetlere ya da etkinliklere belirli sürelerde erişebilme potansiyeli hesaplanır. “Sürekli ölçütler” ise belirli hizmetlere ya da bölgelere erişim kolaylığı açısından bir yerleşim alanının çekiciliğini ortaya koymak için kullanılan en uygun ölçütlerdir. Bu ölçütler, yolculuğun karakteristikleri (yolculuk süresi ya da maliyeti) ve tesislerin ya da hizmetlerin karakteristikleri (belirli bir bölgedeki işyeri ya da istihdam sayıları) ile yolculuk süresi ya da maliyetindeki değişime bağlı olarak hesaplanan bölgeler arasındaki yolculuk direnimini birleştirirler.

Bu çalışmanın amacı, erişilebilirlik açısından sorunlu bölgelerin belirlenmesinden ulaşım yatırımlarının değerlendirilmesine kadar farklı kullanım alanlarına sahip olan erişilebilirliği, literatürde mevcut olan farklı ölçütlerle hesaplayarak, gerek hesap sürecini, gerekse elde edilen sonuçları birbiri ile karşılaştırmaktır. Böylece hangi erişilebilirlik ölçütünün hangi tür ve hangi amaçlı çalışmalarda kullanılabileceği sorusuna cevap vermeye çalışılacak, aynı zamanda yöntemlerin olumlu ve olumsuz yönleri vurgulanacaktır.

Bu amaç doğrultusunda, çalışma alanı olarak İstanbul ili seçilmiştir. Çalışma kapsamında, öncelikle erişilebilirlik ve erişilebilirlik ölçütleri hakkında bilgi verilecek, ardından İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından 2006 yılında yapılmış hanehalkı yolculuk anketi verileri kullanılarak, literatürde en sık kullanılan erişilebilirlik ölçüm yöntemlerinden eşik yöntemi, çekim yöntemi ve fayda yöntemi ile İstanbul için ev-iş yolculuklarına ait erişilebilirlik hesapları yapılacaktır. Son bölümde hesap yöntemlerinin karşılaştırması ve değerlendirmesi yapılacaktır.

**Anahtar sözcükler:** Erişilebilirlik, Erişilebilirlik ölçüm yöntemleri, Eşik yöntemi, Çekim yöntemi, Fayda tabanlı yöntem



## GİRİŞ

Gerek karar vericiler gerekse toplum düzeyinde çevre ve kent bilincinin artması ile sürdürülebilirlik kavramı da her geçen gün önemini arttırmaktadır. Temelde, gelecek kuşakların ihtiyacı olan kaynakları tüketmeden, ekonomik gelişmenin artırılması, toplumsal eşitliğin oluşturulması ve çevrenin korunması olarak özetlenebilen sürdürülebilirlik hedeflerinin ulaştırma özelinde sağlanabilmesi için ise erişilebilirlik en önemli ölçütler arasında yer almaktadır. Sürdürülebilirlik kavramının öneminin artması ile, günümüzde ulaştırma planlaması, yalnızca hareketlilik miktarının ölçülmesi yerine, erişilebilirliğin kalitesini ölçen çıktılara odaklanmaktadır. Hareketlilik, çoğu zaman, tek başına bir sonuç değildir. Artan hareketlilik her zaman yararlı değildir ve gereksinimlerin karşılanması için daha fazla yolculuk yapılmasına yol açan verimsiz bir ulaştırma sisteminin de belirtisi olabilir (Gerçek, 2005). Ulaştırma sitemindeki ya da arazi kullanımındaki bir iyileşme, yolculuk taleplerindeki ya da tür seçimlerindeki bir değişim, ulaşım süresini ve maliyetini azaltmakta, bunun sonucunda erişilebilirlik artmakta ve bu artış da bölgenin çekiciliğini ve potansiyelini arttırmaktadır.

Erişilebilirlik pek çok şekilde tanımlanmış ve kullanılmıştır. Bunlardan en iyi bilinen bazıları “Karşılıklı etkileşim için potansiyel fırsatlar” (Hansen, 1959), “Belirli bir ulaşım sistemi kullanarak herhangi bir arazi kullanımına ulaşım kolaylığı sağlanması” (Dalvi ve Martin, 1976), “Bireylerin değişik etkinliklere katılıp katılmamayı seçme özgürlüğü” (Burns, 1979) ve “Bir ulaşım/arazi kullanım sistemi ile sağlanan kolaylıklar” (Bek-Akiva ve Lerman, 1979) şeklinde ifade edilmiştir. Erişilebilirlik, en yalın ve uygulamaya dönük haliyle, kişinin ihtiyacı olan ya da istediği yer, hizmet, tesise ulaşabilme kolaylığı olarak tanımlanabilir (DfT, 2004). Erişilebilirliğin ölçümünde de tanımında olduğu gibi farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu yaklaşımlar, içerdikleri bileşenler ve kullanılan yöntemler ile birbirlerinden ayrılmaktadır. Her erişilebilirlik hesap yöntemi sonuç olarak erişilebilirliği verdiği göre, hangi durumlarda hangi ölçütlerin kullanılmasının daha uygun olacağı, yöntemlerin olumlu ve olumsuz yönlerinin vurgulanması, farklı erişilebilirlik hesap yöntemlerinin hesaplama ve sonuçlarının birbirleri ile karşılaştırılması bu bildirinin konusudur.

Bildirinin ikinci bölümünde erişilebilirlik ile ilgili literatür araştırmasına yer verilecek, erişilebilirliğin bileşenleri ve literatürde en sık kullanılan yöntemler olan eşik yöntemi, çekim yöntemi ve fayda tabanlı bir yöntem olan logaritmik toplamlar yöntemi üzerinde durulacaktır. Üçüncü bölümde, söz konusu yöntemler ile İstanbul ili için erişilebilirlik hesaplarının sonuçları verilecektir. Dördüncü bölümde ise yöntemlerin birbirleri ile karşılaştırılması yapılacak ve çalışmadan elde edilen sonuçlar vurgulanacaktır.

## ERİŞİLEBİLİRLİK

İdeal bir erişilebilirlik ölçüm yönteminin barındırması gereken çeşitli bileşenler bulunmaktadır. Bu bileşenler Geurs ve Wee (2004) tarafından arazi kullanım bileşeni, ulaştırma bileşeni, zamansal bileşen ve bireysel bileşen olarak tanımlanmıştır. Farklı erişilebilirlik ölçüm yöntemleri bu bileşenlerden bir kısmını ya da hepsini ifade edebilmekte, ifade edilemeyen bileşenler yöntemin eksik kaldığı kısımları göstermektedir.

Arazi kullanımı bileşeni her varış noktasındaki imkanların miktar ve kalitesi, başlangıç noktalarında bu imkanlara olan talep, imkanlar için arz ve talebin karşılaştırılması ile ifade edilebilmektedir. Ulaşım bileşeninin ifade edilmesinde genellikle yolculuk süresi (araç içi yolculuk, bekleme, aktarma, park etme süreleri), yolculuk maliyeti (sabit ve değişken



maliyetler) ve çeşitli hizmet düzeyi özellikleri (güvenilirlik, konfor, kaza riski vb.) kullanılmaktadır. Zamansal bileşen, zamansal kısıtları barındırır. İmkanların günün farklı saatlerinde mevcut olup olmaması şeklinde ifade edilebilir. Bireysel bileşen ise kişinin, ihtiyaçları (yaşa, gelire, eğitim düzeyine göre değişken), yetenekleri (fiziksel durum, kullanılan ulaşım türleri) ve imkanları (kişinin gelir düzeyi, yolculuk bütçesi, eğitim düzeyine göre değişken) ile tanımlanmaktadır.

### **Eşik Yöntemi**

Kümülatif fırsatlar yöntemi (Bhat ve diğerleri, 2000) ve kontür yöntemi (Geurs ve Van Eck, 2001) olarak da isimlendirilen bu yöntemde, belirli bir başlangıç noktasından, hedeflenen etkinlik alanlarına erişilebilirlik, zamansal aralıklar şeklinde ifade edilmektedir.

$$A_i = \sum_j O_{jt} \quad (1)$$

Denklem (1)'de,  $A_i$ , t eşik değerinde, i zonundan j zonundaki  $O_{jt}$  imkanlarına erişilebilirlik olarak tanımlanmaktadır.  $O_{jt}$  imkanları, hedeflenen amaç doğrultusunda, zonlardaki iş imkanı sayısı (istihdam), eğitim imkanlarının sayısı (öğretmen sayısı, sıra sayısı, toplam sınıf kapasitesi sayısı, vb.), sağlık imkanı sayısı (hastane sayısı, doktor sayısı ya da yatak sayısı), alışveriş imkanı sayısı olarak alınabilir. Örneğin 15 dakikalık bir eşik değerinde erişilebilen hastanelerin toplam yatak sayısı ya da 5 TL yolculuk maliyeti ile erişilebilen iş imkanlarının sayısı eşik yöntemi ile hesaplanabilir. Bu yöntem altyapı kısıtlarını içerdiği gibi, aynı zamanda arazi kullanım bileşenini de bünyesinde barındırmaktadır.

Eşik yöntemin başlıca avantajı, bireylerin ulaşım, arazi kullanımı ve bunların bileşimi hakkındaki algılamaları ile ilgili karmaşık kabuller gerektirmemesidir. Ayrıca, bu ölçüt için gerekli olan veri nispeten ulaşılabilir (Jones,1981). Bunun yanında, yöntemin çeşitli dezavantajları bulunmaktadır. Bunların başında, bütün imkanların, ulaşım için harcanan zaman ya da imkan türü dikkate alınmaksızın eşit derecede çekici olarak ele alınması gelmektedir (Vickerman, 1974). Örneğin, 15 dakikalık bir eşik düşünüldüğünde, aynı eşik aralığı içinde 1 dakikada erişilebilen imkanlar ile 15 dakikada erişilebilen imkanlar aynı çekicilikte görülmekte, benzer şekilde iş imkanlarının da ticaret, sanayi ya da hizmet sektörü fark etmeksizin ya da eğitim, maaş uzmanlık alanı gözetilmeksizin eşit çekicilikte olduğu kabul edilmektedir. Diğer bir sorun ise, seçilen başlangıç noktasına bitişik ve takip eden eşik çizgisi üzerinde kalan imkanlar arasında herhangi bir ayırım yapılmamasıdır (Ben-Akiva ve Lerman, 1979). Yani, 15 dakikalık bir eşik değerinin 1 dakika dışında kalan bir merkezi iş alanı yok kabul edilmektedir. Eşik ve aralıklarının, araştırmacının kabulüne göre seçilmesi de (15 dakika mı yoksa 30 dakika mı ya da 5 TL mi yoksa 3 TL mi), bazı durumlarda sorun yaratabilmektedir (Özysal, 2010).

Yöntemin uygulamasına yönelik çok sayıda yayın (Ingram, 1971; Wickstrom, 1971; Wachs ve Kumagai, 1973; Black ve Conroy, 1977; Guy, 1983) mevcuttur.

### **Çekim Yöntemi**

Potansiyel erişilebilirlik (Geurs ve Van Eck, 2001) olarak da adlandırılan bu yöntem eşik yönteminin eksikliği olarak değerlendirilen keyfi ve rijit eşik değeri sorununu ortadan kaldırarak, fırsatları zaman ve mesafe bütününde birbirinden farklı değerlendirmektedir. Buna karşılık model yine de çalışma alanındaki bütün kullanıcılara eşit yaklaşarak bireysel ve davranışsal etkileri ifade etmekte yetersiz kalmaktadır.

İlk defa Hansen (1959) tarafından Newton'un çekim teorisine dayanarak üssel fonksiyon olarak düzenlenmiş yöntemde, daha sonra negatif eksponansiyel ve Gauss fonksiyonlar kullanılmıştır. En basit haliyle çekim yönteminde erişilebilirliğin matematiksel ifadesi (2) numaralı denklemle gösterilebilir.

$$A_i = \sum_j O_j . d_{ij}^{-\alpha} \quad (2)$$

Burada,  $A_i$  i zonundan j zonundaki  $O_j$  imkanlarına bağlı erişilebilirlik,  $d_{ij}$  i ve j zonları arasındaki yolculuk süresi, maliyeti ya da mesafesi,  $\alpha$  ise zonlar arasındaki yolculuk süresi, maliyet ya da mesafesinin etkisini gösteren katsayıdır (duyarlılık parametresi). Burada da  $O_j$  imkanları, eşik yöntemine benzer şekilde, zonlardaki iş, eğitim, sağlık vb. imkanı sayıları olarak alınabilir.

Literatürde çekim yöntemine örnek olarak gösterilebilecek çok sayıda çalışma bulmak mümkündür. (örneğin, Hansen, 1959; Vickerman, 1974; Linneker ve Spence, 1992; Handy,1994)

### Fayda Yöntemi

Erişilebilirliğin ölçümünde sıklıkla kullanılan diğer bir yöntem de fayda tabanlı yöntemdir. Bu yöntem farklı yolculuk tercihlerinden kullanıcının algıladığı faydaya dayanmaktadır. Rassal fayda teorisi temelli bu yöntemde, bireylerin tercihlerini kendilerine en yüksek faydayı sağlayan seçenekten yana kullanacakları varsayımı yapılmaktadır (Dong ve diğerleri, 2006). Fayda tabanlı erişilebilirliğin en genel hali (3) numaralı denklemde verilmiştir.

$$A_n = E \left[ \text{Max}_{i \in C} U_{in} \right] \quad (3)$$

Burada n bireyi için erişilebilirlik,  $A_n$ , C tercih kümesindeki, bütün i varış mekanları seçenekleri için beklenen en büyük fayda  $U_{in}$  olarak tanımlanmaktadır. Burada faydanın stokastik ifadesi (4) numaralı denklemdeki gibi yazılabilir.

$$U_{in} = V_j + \varepsilon_{ij} \quad (4)$$

$V_j$ , varış zonunun çekimini ya da n kullanıcısının i zonundan j zonuna yapılan yolculuktan elde ettiği faydanın deterministik değerini ifade etmektedir.  $\varepsilon_{ij}$  ise denklemin stokastik bileşeni olup, faydanın rassal ve gözlemlenemeyen kısmını ifade etmektedir.

Faydanın rassal ve gözlemlenemeyen kısmı, daha kolay çözülebilir bir ifade elde etmek amacıyla genellikle, stokastik bileşenlerin ( $\varepsilon_{ij}$ ) özdeş olduğu ve Gumbel dağılımına uyduğu varsayımı yapılarak bir  $\mu$  parametresi ile ölçeklendirilir. Böylece denklem (5) ile ifade edilen çoklu bir lojit model elde edilir.

$$E \left[ \text{Max}_{i \in C} U_{in} \right] = \frac{1}{\mu} \ln \sum_{i \in C} \exp(\mu . V_j) \quad (5)$$

Koenig (1980), Niemeier (1997) ve Handy ve Niemeier'in (1997) çalışmalarında fayda tabanlı yöntemin (logaritmik toplamlar olarak) başarılı uygulamalarını bulmak mümkündür.

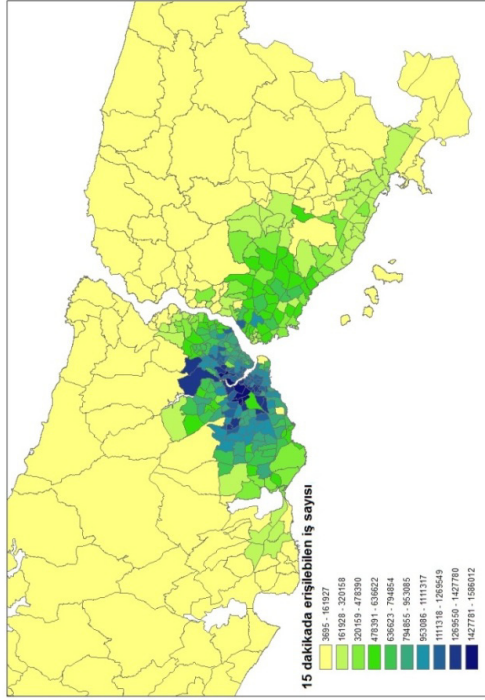
## İSTANBUL'DA İŞ YOLCULUKLARININ ERİŞİLEBİLİRLİĞİ

Erişilebilirlik hesaplamalarında kullanılan yolculuk süreleri, ArcGIS ile hazırlanmış toplu taşıma ve özel otomobil ulaşım ağlarından İstanbul Ulaşım Ana Planı'nda (İUAP, 2011) kullanılmış olan 451 trafik analiz zonunun merkezleri arasındaki yolculuk sürelerinin hesaplanmasıyla elde edilmiştir. Zonlardaki iş imkanları (iş yerlerindeki istihdam sayıları) verileri İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nden alınmıştır. Fayda yönteminde kullanılan yolculuk maliyeti, yolculuk yapanların gelir, yaş ve otomobil sahipliği verileri ise İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından yapılmış 2006 yılı hanehalkı yolculuk anketinden elde edilmiştir.

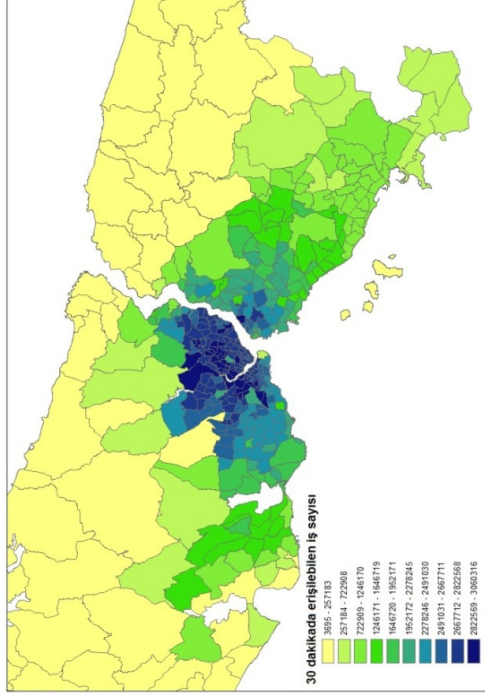
### İstanbul İçin İş İmkanlarının Erişilebilirliğinin Eşik Yöntemi İle Hesaplanması

Eşik yöntemi ile yapılan hesaplamalarda belirlenen eşik değerleri uygulamayı yapmanın kararına bırakılmıştır. Bu çalışmada aradaki farkın daha iyi görülebilmesi için dört farklı eşik değeri için hesap yapılmıştır. Özel araçla zonlar arası yolculuk süresine göre yapılmış olan hesaplarda, belirlenen eşik değerinin bir dakika fazlası dikkate alınmadığı gibi eşik değeri içerisinde kalan imkanların hepsi aynı çekicilikte kabul edilmektedir. Şekil 1-a'da 15 dakika, Şekil 1-b'de 30 dakika, Şekil 1-c'de 45 dakika ve Şekil 1-d'de 60 dakikada İstanbul için özel araç ile erişilebilen iş imkanları gösterilmiştir.

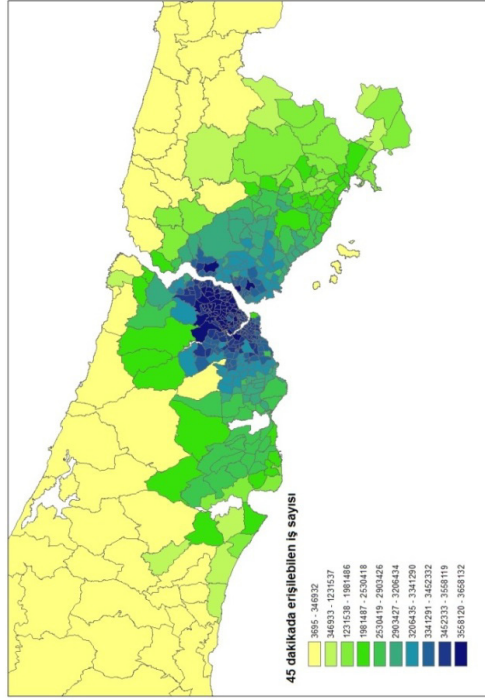
Eşik yöntemiyle hesaplanan erişilebilirlikle ilgili olarak özetle, Avrupa yakasındaki erişilebilirlik değerlerinin Anadolu yakasına göre daha yüksek olduğu, Haliç çevresi iş imkanlarına erişilebilirliğin yüksek olduğu bir merkez olarak kabul edilirse söz konusu merkezden uzaklaştıkça erişilebilirliğin düştüğü söylenebilir. Haritalardan da anlaşılacağı üzere eşik yönteminde seçilen eşik değerleri sonuçlar üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Örneğin 15 dakikalık eşik değeri içinde iş imkanlarına erişilebilirliğin en düşük olduğu zon sayısı (haritada en açık renk ile gösterilen alanlar) çok fazla iken 60 dakikalık eşik değeri içinde iş imkanlarına erişilebilirliğin en düşük olduğu zon sayısı çok daha azdır. Benzer haritaların lejandı incelendiğinde 15 dakikada erişilebilirliğin en fazla olduğu (en koyu renk ile gösterilen) zonlarda erişilebilen iş imkanı sayısı 1.427.781 ile 1.586.012 arasında değişirken, 60 dakikada erişilebilirliğin en yüksek olduğu zonlarda erişilebilen iş imkanı sayısı 3.706.176 ile 3.741.191 arasında değişmektedir.



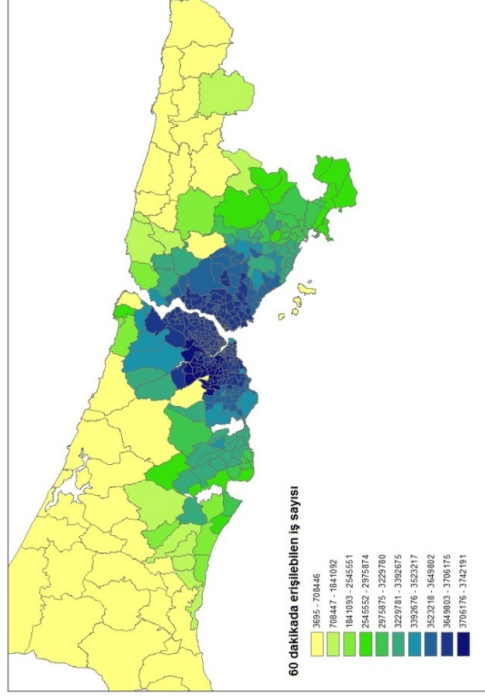
Şekil 1-a 15 Dakikada Özel Araç ile Erişilebilir İş İmkanı Sayısı.



Şekil 1-b 30 Dakikada Özel Araç ile Erişilebilir İş İmkanı Sayısı.



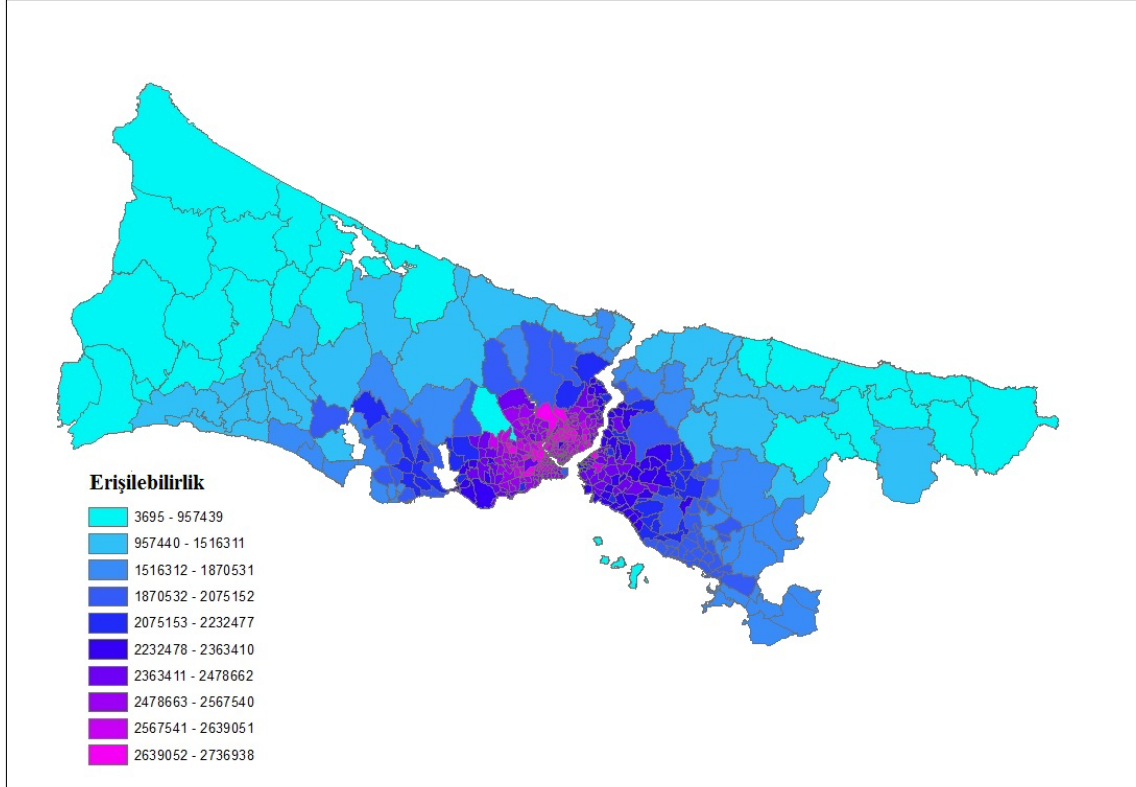
Şekil 1-c 45 Dakikada Özel Araç ile Erişilebilir İş İmkanı Sayısı.



Şekil 1-d 60 Dakikada Özel Araç ile Erişilebilir İş İmkanı Sayısı.

## İstanbul İçin İş İmkanlarının Erişilebilirliğinin Çekim Yöntemi İle Hesaplanması

Çekim yöntemi ile yapılan hesaplamalarda direnim fonksiyonu olarak negatif üssel fonksiyon ve değişken olarak zon merkezleri arası özel otomobil ile yolculuk süresi kullanılmıştır. Şekil 2, İstanbul'da özel araç erişilebilen iş imkanlarını göstermektedir. Erişilebilirliğin en yüksek olduğu kesimler koyu renk ile gösterilen, sınırları batıda Bakırköy, kuzeyde Şişli ve doğuda Anadolu yakasında Kadıköy'le belirlenmiş kentin merkezindeki bir bölgedir.

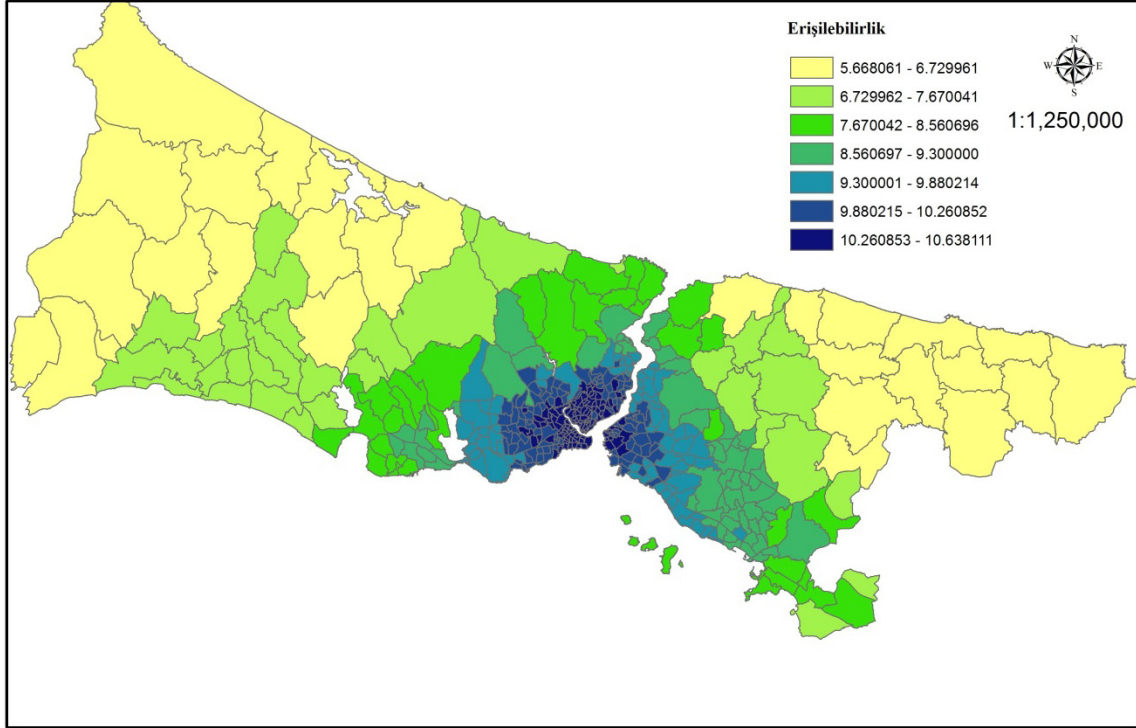


Şekil 2 Çekim Yöntemi ile İş İmkanlarının Erişilebilirliği

## İstanbul İçin İş İmkanlarının Erişilebilirliğinin Fayda Tabanlı Yöntem İle Hesaplanması

Fayda tabanlı hesaplamalarda yolculuk türü ve varış noktası (zonu) tercihinin birlikte yapıldığı kabulü ile birleşik logit model kullanılmıştır. Fayda fonksiyonunda değişken olarak yolculuk süresi, yolculuk maliyetinin hanehalkı gelirine oranı, zonlardaki istihdam sayısının kentin toplam istihdam sayısına oranı, kişilerin cinsiyet ve otomobil sahipliği değişkenleri kullanılmıştır. Öncelikle, 2006 yılında, ev-iş yolculuğu yapmış 18.000 kişinin hanehalkı yolculuk verileri kullanılarak bireysel bazda fayda fonksiyonu kalibre edilmiştir. Daha sonra, mekansal bazda (zon bazında) erişilebilirliğin hesaplanabilmesi için, birey bazında kalibre edilmiş olan fayda fonksiyonları, cinsiyet (kadın, erkek), gelir düzeyi (düşük, orta, yüksek), otomobil sahipliği (otomobil sahibi değil, 1 otomobil sahibi, birden fazla otomobil sahibi) şeklinde 18 kategori oluşturularak toplulaştırılmıştır. Bu kategorideki kişiler için (5) numaralı denklemde belirtilen beklenen en büyük fayda değerleri hesaplanmış ve her zonda söz konusu 18 kategorideki kişi sayısı ile çarpılarak mekansal bazda toplulaştırılmış erişilebilirlik haritası oluşturulmuştur. Şekil 3 fayda tabanlı yöntem ile oluşturulmuş erişilebilirlik haritasını göstermektedir.

Çekim yöntemi ile oluşturulmuş haritadakine benzer şekilde, fayda yönteminde de yüksek erişilebilirlik değerlerine sahip alanlar yine Tarihi Yarımada, Beyoğlu, Beşiktaş, Şişli, Kadıköy gibi merkezi bölgelerdir.



Şekil 3 Fayda Tabanlı Yöntem ile İş İmkanlarının Erişilebilirliği.

## SONUÇLAR

Erişilebilirlik hesap yöntemlerinin birbirleri ile karşılaştırılması yapılırken öncelikle yöntemlerin kullanım amaçlarının doğru değerlendirilmesi gerekir. Eşik yönteminin gerek hesabı gerekse sonuçları konunun uzmanı olmayan kişilerce de kolaylıkla anlaşılabilir sadeliktir. Uygulaması son derece basit, gerekli olan veri ise kolay temin edilebilir niteliktedir. Bu yöntem ulaştırma amaçlı küçük ölçekli erişilebilirlik hesaplamalarında kullanılabileceği gibi aynı zamanda firmalar için pazar alanı hesaplamalarında da kullanılabilir.

Çekim yöntemi, eşik yönteminin olumsuz yanı olarak belirtilen uygulamacının tercihine bağlı eşit değerlerini ortadan kaldırır. Bu yöntem için gerekli olan veriler eşik yöntemiyle aynı olmakla birlikte hesaplama aşamaları eşik yöntemine göre biraz daha ayrıntılıdır. Seçilen direnimsel fonksiyonu (negatif üssel, eksponansiyel vb.) sonuçları az da olsa değiştirebilir.

Fayda tabanlı yöntem ise diğer yöntemlere nazaran daha karmaşık bir yapıya sahiptir. Eşik yöntemi ve çekim yöntemi bireysel bileşenler içermezken fayda tabanlı yöntemde bireysel değişkenlerin etkisi hesaplara yansıtılabilir. Hesaplarda yolculuk yapanların cinsiyeti, hanehalkı geliri, otomobil sahipliliği gibi bireysel değişkenler kullanılmıştır ve bunların çeşitlendirilmesi de mümkündür. Ayrıca bireysel bazda kalibre edilmiş olan fayda fonksiyonunun katsayıları üzerinden her değişkenin fonksiyon üzerindeki etkilerinin incelenmesi, duyarlılık analizlerinin yapılması da mümkündür. Diğer bir deyişle, bu yöntem daha fazla değişken içermesi ve daha karmaşık bir yapıya sahip olması açısından uygulaması daha zor olsa da diğer yöntemlere göre daha gerçekçi ve hassastır.

## Kaynaklar

- Ben-Akiva, M., Lerman, S.R., (1979). Disaggregate travel and mobility choice models and measures of accessibility. Behavioural travel modelling. (Hensher, D.A., Sopher, P.R., (Eds)). 654-679. Andover: Croom Helm.
- Bhat, C., Handy, S., Kockelman, K., Mahmassani, H., Chen, Q., & Weston, L. (2000). Development of an urban accessibility index: Literature review. Research project conducted for the Texas department of transportation. University of Texas, Austin, TX:Center for Transportation Research.
- Black, J., Conroy, M., (1977) Accessibility measures and the social evaluation of urban structure. Environment and Planning A 9,1013–1031.
- Burns, L.D., 1979. Transportation, Temporal and Spatial Components of Accessibility. Lexington Books, Lexington/Toronto.
- Curtis, C., Scheurer, J., (2010), Planning for sustainable accessibility: Developing tools to aid discussion and decision-making. Progress in Planning 53–106.
- Dalvi, M.Q., Martin, K.M., 1976. The measurement of accessibility: some preliminary results. Transportation 5, 17–42.
- DfT, Transport Analysis Guidance (2010). The Personal Affordability Sub-Objective. [www.dft.gov.uk/webtag](http://www.dft.gov.uk/webtag) (adresinden indirilebilir)
- Dong, X., Ben-Akiva, M.E., Bowman, J.L., Walker, J.L., (2006) Moving from trip-based to activity-based measures of accessibility. Transportation Research Part A. 40 (2006) 163-180.
- Gerçek, H. (2005) Sürdürülebilirlik açısından İstanbul'da ulaştırmanın bugünü ve geleceği, 6. Ulaştırma Kongresi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi, 130 - 142.
- Geurs, K. T., & van Eck, J. R. (2001). Accessibility measures: Review and applications. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (National Institute of Public Health and the Environment, RIVM) and Urban Research Centre. Bilthoven/Utrecht, Netherlands: Utrecht University.
- Geurs, K. T., & van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of landuse and transport strategies: Review and research directions. Journal of Transport Geography, 12, 127–140.
- Guy, C.M., (1983). The assessment of access to local shopping opportunities: a comparison of accessibility measures. Environment and Planning B 10, 219–238.
- Handy, S., (1994). Regional versus local accessibility: implications for non-work travel. Transportation Research Record 1400, 58–66.
- Handy, S.L., Niemeier, D.A., (1997). Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives. Environment and Planning A 29, 1175–1194.



Hansen, W. G. (1959). How accessibility shapes land use. Journal of the American Planning Institute, 25, 73–76.

Ingram, D.R., (1971). The concept of accessibility: a search for an operational form. Regional Studies 5, 101–107.

İUAP (2011). İstanbul Metropolitan Alan Kentsel Ulaşım Ana Planı. İBB Ulaşım Dairesi Başkanlığı, Ulaşım Planlama Müdürlüğü, İstanbul.

Jones, S.R. (1981). Accessibility measures: a literature review (TRRL Report 967). Berkshire: Transport and Road Research Laboratory.

Koenig, J.G., (1980). Indicators of urban accessibility: theory and applications. Transportation 9, 145–172.

Linneker, B.J., Spence, N.A., (1992) Accessibility measures compared in an analysis of the impact of the M25 London orbital motorway on Britain. Environment and Planning A 24, 1137–1154.

Lucas, K. (2006) Providing transport for social inclusion within a framework for environmental justice in the UK. Transportation Research Part A, 40, 801–809.

Özuysal, M., (2010) Şehirsel Yerleşimlerde Erişilebilirlik Ölçütünün Modellenmesi ve Kullanımı: Ulaşım Türü Seçimi Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Vickerman, R.W. (1974). Accessibility, attraction and potential: a review of some concepts and their use in Europe. Regional Studies, 33, 1-15

Wang, D., Timmermans, H. (1996) Accessibility: Activity-Based Measures of Accessibility for Transportation Policy Analysis. 24th European Transport Conference Proceedings

Wachs, M., Kumagai, T.G., 1973. Physical accessibility as a social indicator. Socio-Economic Planning Science 6, 357–379

Wickstrom, G.V., (1971). Defining balanced transportation—a question of opportunity. Traffic Quarterly 25 (3), 337–349



# Kent Makroformu Ulaşım Sistemi İlişkisi: Erzurum Örneği

**Doğan DURSUN<sup>1</sup>, M.Yasin ÇODUR<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü,  
25240, Erzurum

Tel: (442) 2311607

E-Posta: ddursun@atauni.edu.tr

<sup>2</sup>Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği  
Bölümü, Erzurum

Tel: (442) 6662527/2136

E-Posta: mycodur@erzurum.edu.tr

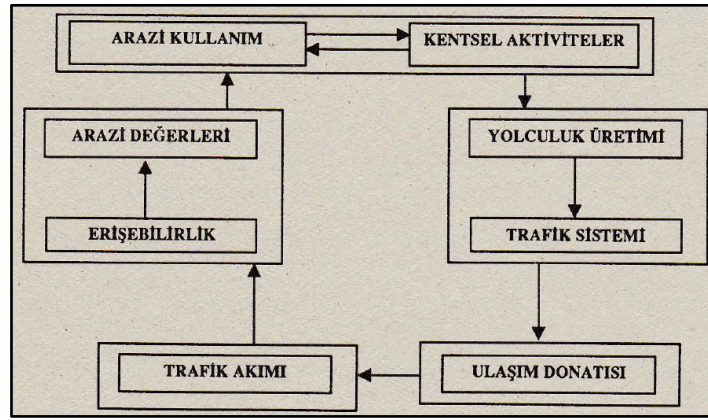
## Öz

Ulaşım planları ile kent makroformu arasındaki yakın ilişkiye dayalı olarak ulaşım planlarının kent planlama sürecinin ayrılmaz bir parçası olduğu kabul edilmektedir. Planlama sürecinde ulaşım talepleri ve sistemleri ile kentsel gelişime dayalı arazi kullanım kararları arasındaki karşılıklı bağımlılık belirleyici olmaktadır. Kentin bir bölgesinde öneri olarak geliştirilen ulaşım projesi ile kentsel gelişim tetiklenebilirken, arazi kullanım kararları (Merkezi iş alanı, alt merkezler, konut alanları ve sanayi bölgesi gibi) ile ulaşım sisteminin karakteristikleri ve ulaşım taleplerinin niteliği belirlenmektedir. Bu iki yönlü ilişkinin belirlenmesi sürecinde kentsel gelişim kararlarının ulaşım sistemlerine etkilerinin tespitiyle ilgili gelişmiş modeller bulunmaktayken, ulaşım sistemine dair kararların kentsel gelişime etkileri yönünde çalışmalar sınırlıdır. Bu sınırlılığın nedeni olarak kentsel gelişimin yalnızca ulaşım kararları ile açıklanamayacağı gerçeğini söyleyebilmekteyiz. Çok faktörlü bir analiz ve değerlendirme gerektiren kent makroformu ulaşım sistemi ilişkisinde tarihsel gelişim sürecinin de hesaba katılması gerekmektedir. Bu çalışmada Erzurum kentsel yerleşiminin tarihsel gelişimi, eski imar planları, gelişme alanları, doku analizleri ve ulaşım sistemleri üzerinden incelenmiştir. Kentin makroform gelişimi ile ulaşım sistemi arasındaki karşılıklı ilişki ve etkiler çözümlenmiştir. Elde edilen bulgular Erzurum kent makroformunun tarihsel süreçte farklı biçimlerde geliştiğini, kentin farklı parçalarının farklı karakteristikte arazi kullanımı-ulaşım biçimi ilişkilerine sahip olduğunu göstermiştir. Kentin merkezi alanında sağlıklı bir yerleşim ve ulaşım sistemi gözlenirken, yeni gelişme alanlarında tarihsel süreç içerisinde planlı bir gelişim ancak ilişkileri zayıf bir ulaşım sistemi ilişkisi gözlemlenebilmektedir. Sürdürülebilir bir kentsel çevre ve ulaşım sistemi ilişkisi için Erzurum kenti bütününde makroform, iklim ve ulaşım sistemi konularını birlikte ele alan bir yaklaşım gerekliliği çok açıktır. Aksi takdirde mevcut durumda gözlemediğimiz altyapıdan yoksun sağlıklı çevreler, kirlilik ve kentsel saçaklanma gibi problemler önümüzdeki dönemde de devam edecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Ulaşım Sistemi, Kent Makroformu, İmar Planı, Planlama Kararları

## Giriş

Ulaşım türleri ve güzergâhları ile kentsel formlar ve bütünsel anlamda kent makroformu etkilenmekteyken ortaya çıkan kentsel doku, yerleşimin niteliği ve yaşam kalitesi hakkında bizlere birçok bilgi vermektedir. Ulaşım türleri ve güzergâhları ile kentsel yerleşim arasındaki ilişki planlama sürecinde üzerinde durulması gereken en önemli konulardan birisidir. Kent formu dediğimizde kastedilen şey aslında kentin o anlık biçimidir (Kaplan, 1992). Bu biçim uzun dönemde değişimler göstermektedir ve bu değişimleri etkileyen bazı süreçler bulunmaktadır. Ulaşım kent formunu belirleyen en önemli süreçlerden birisi olarak karşımızda durmaktadır. Kent makroformuyla ilgili olarak Lynch ve Rodwin'in (1958) vurguladığı "arazi kullanımları" ile "akım sistemleri (ulaşım)" birlikteliği kentsel yapıyı belirleyen etmenlerdir (Kaplan, 1992). Şekil 1'de görüldüğü gibi arazi kullanımları ile yolcu ve yük hareketlerini kapsayan aktiviteler kentsel yapıyı belirleyen etmenlerdir.



Şekil 1. Ulaşım ve Arazi Kullanımı Arasındaki İlişki (Kaplan, 1992, s.228)

Diğer taraftan Marın ve Altıntaş'ın Wegener'in (2003) çalışmasına dayanarak işaret ettiği gibi arazi kullanımı ile ulaşım arasında karşılıklı bir etkileşim bulunmaktadır: -"Farklı arazi kullanımlarının (konut, endüstri ve ticari) kentsel alandaki dağılımı, insanların yaşama, çalışma, alış veriş yapma, eğitim ve boş zamanları değerlendirme gibi aktivitelerini belirler, - İnsan aktivitelerinin mekandaki dağılımı, mekânsal etkileşimi ve dolayısıyla da bu aktiviteler arasındaki mesafe, ulaşım sistemi üzerinde kent içi yolculuk ihtiyacını ortaya çıkarır, -Ulaşım sistemini meydana getiren altyapı, mekanlar arasında fiziksel yakınlık olarak ölçülebilen etkileşim olanaklarını doğurur ve -Mekandaki fiziksel yakınlığın dağılımı, hem yer seçme kararlarını hem de arazi kullanımında meydana gelen değişimleri birlikte belirler" (Marın ve Altıntaş, 2004, s.80). Kent formu ile ulaşım sistemleri arasında var olan karşılıklı belirleyicilik literatürde birçok çalışmanın konusu olmuştur.

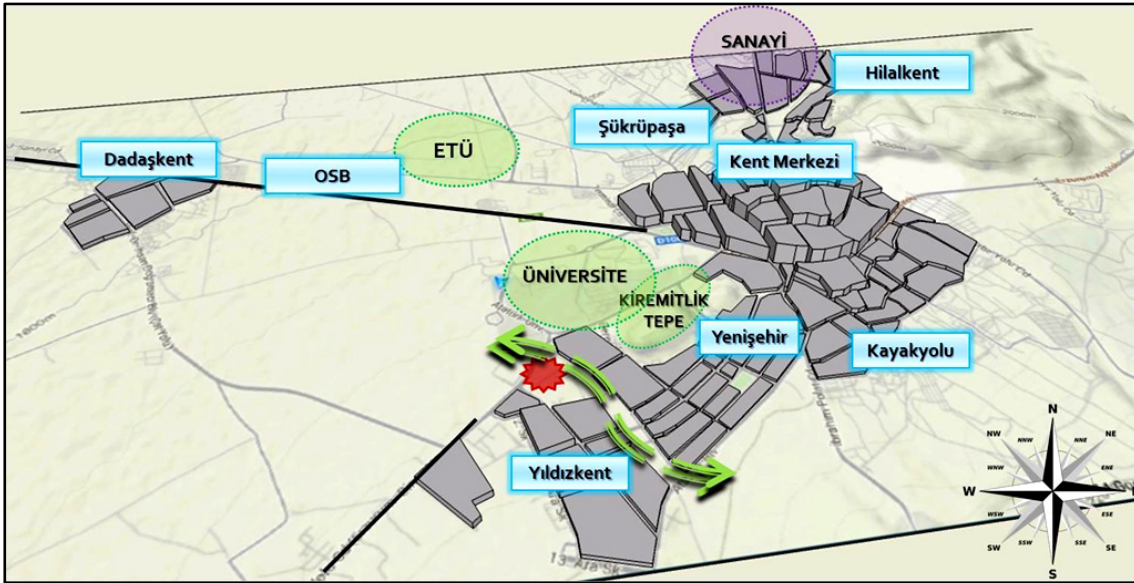
Bu çalışmada Erzurum kentsel yerleşiminin farklı bölgelerinde ulaşım ve kentsel doku ilişkisine dair bir çözümleme yapılmıştır. Erzurum kentinin mekânsal gelişim tarihi, ulaşım ve makroform ilişkisi bağlamında değerlendirilmiştir. Ulaşım sistemi ve kentsel yapı arasındaki karşılıklı ilişkilerin kentlerimizin bugün sahip olduğu sorun ve olanakların temelinde yatan önemli belirleyicilerden olduğu gerçeğinden yola çıkarak Erzurum kentinin mevcut durumu ve tarihsel gelişim süreci analiz edilmiştir.

## Kentsel Arazi Kullanımı ve Makroformu Belirleyen Etmenler

Bu bölümde Erzurum kent merkezinin mevcut arazi kullanımı ve kent makroformunu belirleyen etmenler açıklanmıştır. Tarihsel süreç içerisinde yapılan planlama çalışmaları ve yerleşmenin mekânsal gelişimi bu açıklamalar için izlenen yol olmaktadır.

Erzurum coğrafi olarak her yöne doğru gelişme potansiyeline sahip gözükmemektedir ancak kentin kuzeyinde bulunan tarım toprakları ve Erzurum ovası gelişimi bu yönde sınırlamaktayken güney yönünde bulunan yüksekliği 3000 metrelere ulaşan Palandöken dağı da bu yönde bir eşik oluşturmaktadır. Diğer yönlerde doğru gelişme mümkün görünmekle birlikte ulaşım, altyapı ve kamu yatırımları bu bölgelere doğru gelişmeleri mümkün kılmıştır (Göktaş, 2002).

Yenişehir, Yıldızkent, Dadaşkent, Hilalkent, Kayakyolu ve kent merkezini çevreleyen (Şükrüpaşa gibi) yerleşimler Erzurumun makroformunu belirleyen yeni yerleşim alanlarıdır. Kentin batı ve kuzeybatı yönünde bulunan Atatürk ve Erzurum Teknik Üniversiteleri kampüsleri kenti batı yönünde sınırlamaktayken, Dadaşkent ve Organize Sanayi Bölgesi bu alanları sıçrayarak gelişen uydu yerleşimler olarak farklı bir yapı sergilemektedir (Şekil 2). Kentin kuzeydoğu bölümünde yer alan sanayi alanı da bu yöndeki gelişmeleri kısıtlayıcı bir kullanım olmaktadır.



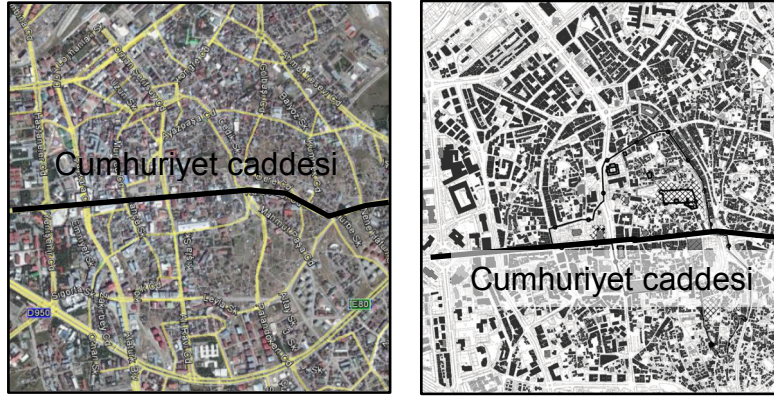
Şekil 2. Erzurum Kenti Mevcut Arazi Kullanımı (Canlandırma).

Kentin merkezi alanında en önemli ulaşım arteri doğu-batı aksında uzanan Cemal Gürsel ve devamında yer alan Cumhuriyet caddeleridir. Cemal Gürsel caddesi kamu kurum ve kuruluşlarının toplandığı, Cumhuriyet caddesi ise ticari ve sosyal faaliyetlerin yoğunlaştığı merkezi alanlardır. Cumhuriyet caddesi taşıdığı yük ve alternatif eksikliği nedenleriyle yoğun bir kullanıma ve sıkışıklığa maruz kalmaktadır. Cumhuriyet caddesinin kuzey ve güneyini kapsayan ve kentin merkezi alanını oluşturan eski mahalleler doku analizinde de (Şekil 3) görüldüğü gibi dar ve çıkmaz sokaklara sahip bir bölgedir.

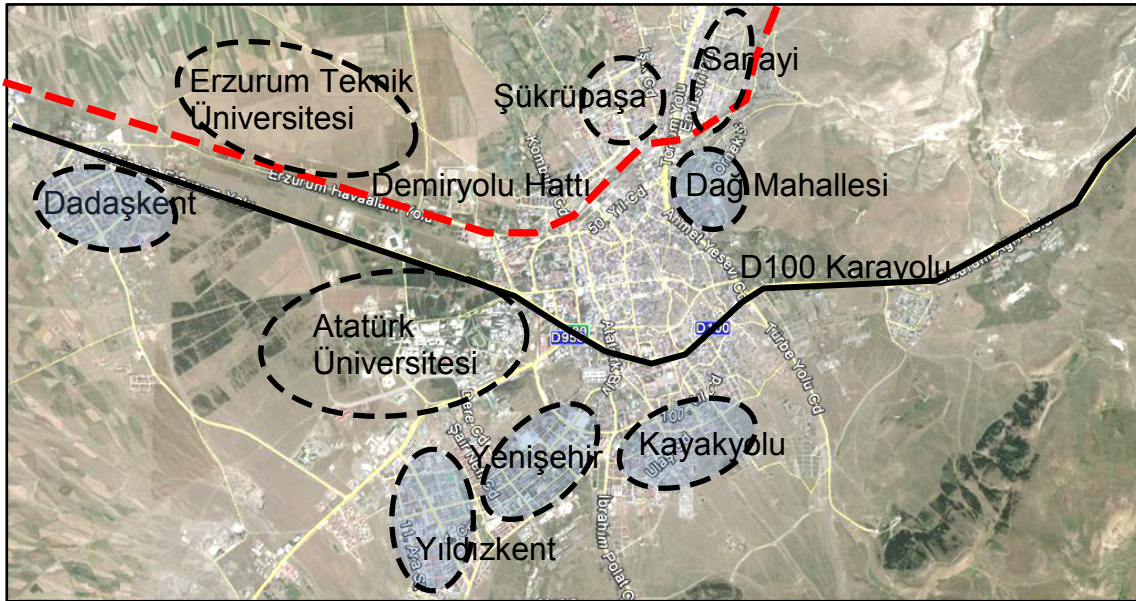
D 100 karayolu Erzurum kentini doğu batı aksında bir yay çizerek ikiye bölen ve makroformunu belirleyen önemli bir arterdir (Şekil 4). Bu aksın güneyinde yer alan ve



Palandöken ilçesi sınırlarına giren Yenişehir, Yıldızkent ve Kayakyolu semtleri modern yapılaşma ve geniş caddeleri ile öne çıkan bölgelerdir (Şekil 4-5). Yeni kurulmuş olan bu mahalleler tarihi Erzurum merkezi'ne göre daha planlı ve ferah olan alanlardır.



Şekil 3. Kent Merkezi Doku Analizi.



Şekil 4. Demiryolu Hattı, D 100 Karayolu ve Kent Parçaları.

Demiryolu hattı kent makroformunu etkileyen bir diğer önemli akstır (Şekil 4). Kent merkezinin kuzey bölgesinde sınırlayıcı bir unsur olan demiryolu hattının doğuda ulaştığı sanayi alanı düşük gelir gruplarının yaşadığı topoğrafik olarak eğimli konut bölgeleriyle (Şekil 6) çevrili bir alandır. Kentin doğu sınırlarını belirleyen Dağ Mahallesi ve Tabyalar sahip oldukları yüksek eğim ile coğrafi olarak da bir eşik oluşturmaktadırlar.

Erzurum kentinin batı yönünde bulunan Dadaşkent yerleşimi uydu kent karakteri ile diğer bölgelerden farklılaşan bir karaktere sahiptir (Şekil 7). Prestijli konut alanları olarak tasarlanan bölgede müstakil ve çok katlı apartmanlar bir arada bulunmaktadır. Kentin makroform oluşumunda ana ulaşım arteri (Erzurum-Erzincan yolu) üzerinde kurulmuş uydu kent formu ile belirleyici bir bölge niteliğindedir.

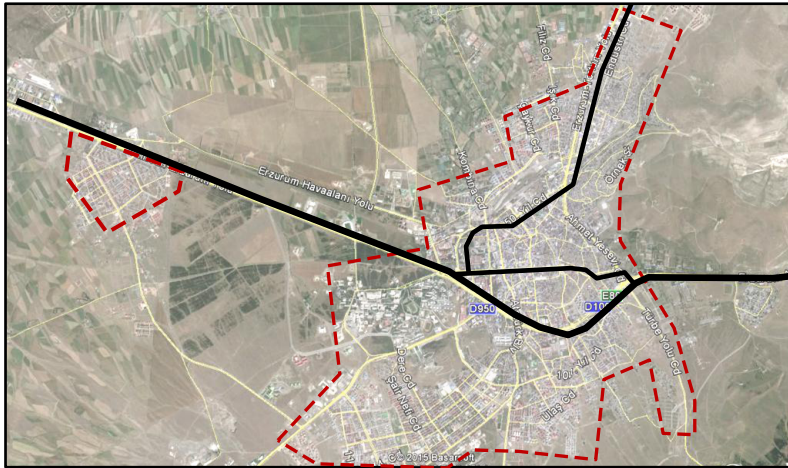


Şekil 5-6-7. Yenisehir, Dağ Mahallesi ve Dadaşkent Yerleşimleri Doku Analizi.

Erzurum kenti her yönde imara açılmış yeni gelişme alanlarına sahip bir kenttir. Bu durum doğal olarak yerleşime uygun olmayan alanlarında kullanılması durumunu ortaya çıkarmaktadır. Sonuçları ulaşım kademelenme problemi, saçaklanma ve kirlilik sorunları olarak karşımıza çıkan bu durum kentin sürdürülebilir gelişimi içinde bir tehdit oluşturmaktadır.

Erzurum, merkezi alanında tarihi değerlere sahip bir kenttir ve bu yapının korunması gerekliliği açıktır. Bu anlamda sit alanları ve koruma amaçlı imar planı bulunan kentte merkezi alanın dokusu korunmaya çalışılmaktadır. Kentin makroformu açısından belirleyici bir bölge olan tarihi merkez mevcut durumuyla ulaşılabilirliği düşük, sağlıksız bir çöküntü alanı niteliğindedir. Ulaşım ve kent formu ilişkisi tamamıyla problemlidir.

Erzurum kentinin ulaşım ağı iç ve dış bağlantılar çerçevesinde incelendiğinde; kentin dış bağlantıları Erzincan-Kars, Artvin-Bingöl ve Ardahan karayolları ile sağlanmaktayken, kent içi ulaşım sisteminde doğu-batı yönünde uzanan üç ana aks bulunmaktadır (Kuzey Çevre Yolu ve 50. Yıl Caddesi, Kent merkezinden geçen Cemal Gürsel-Cumhuriyet Caddesi ve Güney Çevre yolu) (Şekil 8).



Şekil 8. Kentiçi Ulaşım Ağı.

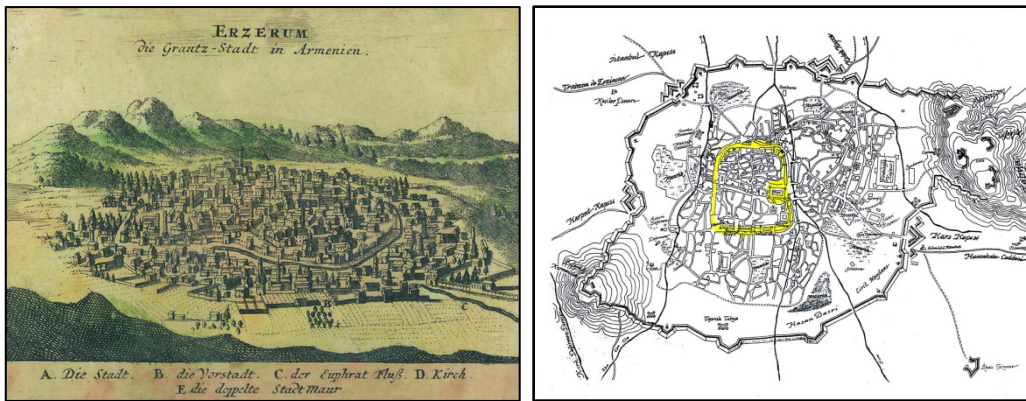


## Erzurum Kenti Mekânsal Yapısının Tarihsel Gelişimi

Erzurum'un M.Ö 4000'lerden bu yana meskûn bir alan olduğu bilinmektedir. 1800'lü yıllarda İran'ın Avrupa ile ticaret yaparken önemli bir odak haline gelen Trabzon limanına ulaşım için kullandığı rotada bulunan Erzurum, ticarete önem kazanmış stratejik bir yerleşimdi. Kent İran ve Kafkasya'dan gelen yolların çatallandığı yerde Erzurum ovasının güneyinde Palandöken dağının (1850-2000m) eteğinde kurulmuş olan bugünkü merkezinin bulunduğu, sur ve tabyalarla çevrili dairesel bir biçime sahiptir. Tarih boyunca Avrupa ile Asya arasındaki mal akımları için önemli bir kent olan Erzurum kale-kent niteliğindeki yerleşim biçimine sahiptir (Göktuğ, 2002). 19.yüzyıl başlarına kadar sur içinde kaldığı bilinmektedir. Kentin büyümesi ile paralel olarak sur dışına çıkan yerleşimler ilk etapta yeni surlarla çevrilmiş olmasına rağmen daha sonraları kent farklı yönlere doğru yayılmıştır.

Erzurum kentinin ulaşım sistemi ile makroform oluşumu arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek için tarihi süreçte yapılan planları ve alınan plan kararlarını incelemek gerekliliği açıktır. İlerleyen bölümde mekânın tarihsel gelişimi ortaya konulmuştur.

Erzurum Büyükşehir Belediyesi Koruma Amaçlı İmar Planı açıklama raporundan (2002) alınan bilgiler ışığında XV. yüzyıla kadar kentin asıl yerleşim alanı olarak Ulu Camii, Çifte minareli Medrese, Yakutiye Medresesi ve Ahmediye Medresesi ile belirlenen dörtgen alanın kabul edildiği bilinmektedir. Kent sonraki dönemde büyük ölçüde kuzey yönüne yayılmıştır (Şekil 9). 17.yüzyılda kentin kuzey yönünde bugünkü Gürcükapı Caddesi'ne dayandığı belirtilmektedir. 18. yüzyılda ise kent doğuda, bugünkü Aziziye ve Mecidiye tabyalarının bulunduğu tepelerin yamaçlarına, güneyde de Erzurum-Kars Yolu'na kadar yayılmıştır. Erzurum'un 18. yüzyıl sonuna kadar surlarla çevrili bir kent biçiminde olduğu kabul edilmektedir. Daha sonra surların yıkılmaya başlaması, ev ve sokakların genişlemesiyle birlikte sur içi yol yapısı değişmiş ve eski doku yok olmuştur. Dış surların ise 19. yüzyılın ikinci yarısında tamamen ortadan kalktığı ve böylelikle tarihi sınırın kaybolduğu düşünülmektedir (Yavaş, 2012; Demircan, 2010; KAİP, 2002; Doğanay, 1983).



Şekil 9. Erzurum İç Kale Gravürü ve Sur İçi Haritası.

Tarihi süreç içerisinde kentin her yöne doğru bir gelişim gösterdiği ancak son durumu itibari ile genel anlamda güneybatı ile kuzeydoğu yönleri arasında uzanan bir makroforma sahip olduğu görülmektedir. Kentin batı ve güney batı akslarında kurulan Dadaşkent ve Yıldızkent yerleşimleri bu eğilimin en büyük göstergelerindendir (Şekil 10).

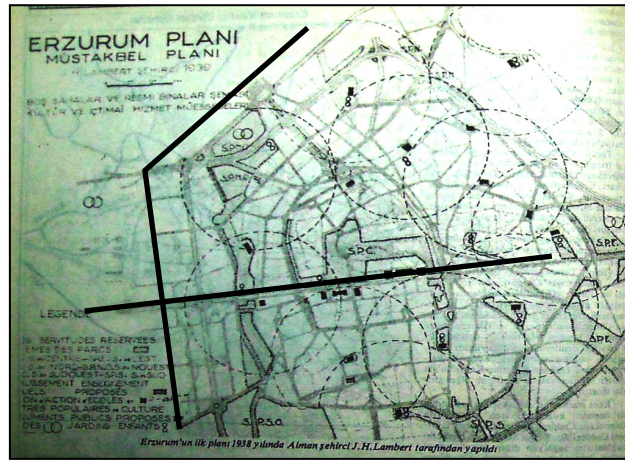


Daha sonra, 1981 yılında Alim Çopuroğlu başkanlığında Erzurum Nazım Plan bürosunca Erzurum Kent Bütünü ve Yakın Çevresi 1/25000 Ölçekli Nazım İmar Planı hazırlanmıştır (Doğanay, 1983; Demircan, 2010). Bütün bu imar planları, eksikleri, kestirim hataları ve uygulamadaki problemler nedenleriyle uygulanabilirliklerini zaman içinde yitirmişlerdir.

Diğer taraftan belediye tarafından alınan bir kararla, kentin Ilıca, Organize Sanayi, Dadaşkent, Yenişehir ve Atatürk Üniversitesi alanı dışında kalan 3000 ha'lık bir bölümü için revizyon imar planı yaptırılmıştır. Zühtü Can'ın görevlendirildiği plan 1989 yılında onanmış ve 1/1000 ölçekli Uygulama İmar Planlarının büyük bir çoğunluğu 1990 yılında hazırlanmıştır (Şişman ve Kırzioğlu, 2002; Demircan, 2010).

### Lambert Planı (1939)

Alman Şehirci J.H. Lambert'in 1939 yılında yaptığı plan ile başlayan planlı hareket etme döneminin izleri bugünkü gelişme deseninde gözlenebilmektedir. Plan 1965 yılı için 100.000 kişilik nüfusa göre hazırlanmıştır. Planda kent içi ulaşım ağı, merkez çevresinde dolaşan ring yollar; merkeze gelen ışınal yollar ve ana eksenler, transit yollar ve servis yolları ile kılcal yollar olarak dört grupta toplanmıştır. Plan kentte yer alan tarihi eserlerin çevrelerinin temizlenerek korunmasını da önermiştir. Kentin o güne kadarki gelişme eğilimine koşut olarak ticaret bölgesinin kent merkezinde yer alması önerilmiştir. Sanayi için ise demiryolu bağlantısı, transit yol ilişkisi ve hakim rüzgar yönü gözetilerek kentin kuzeyinde yer gösterilmiştir. Lambert Planı büyük ölçüde uygulanmıştır. Planın kent içi ulaşım sistemi için önerdiği önemli bağlantıların tümüne yakını açılmış ve konut alanları plana uygun bir şekilde kurulmuştur (Şekil 11) (EBB, 2002).



Şekil 11. Lambert Planı (Kaynak: Erzurum İli Analitik Etüd Raporu, 1965).

### Zeki Yapar Planı (1966)

Kentin makroformu üzerinde belirleyici olan ikinci plan 1966 yılında Zeki Yapar tarafından yapılmıştır. Planın hareket noktası olarak Erzurum Kenti'nin gelişme alanlarının sınırlı olduğu ve bu nedenle o ana kadarki kompakt yapının değişmesi gerekliliği gösterilmektedir. Kent parçalanarak çevresinde uydu kentler yerleştirilmiştir. Öneri plan nüfusunun bir bölümünün kentin batıya doğru gelişmesini engelleyen üniversite alanı atlanarak kentten 5 ve 12 km uzaklıktaki Gezköy ve Ilıca'ya yerleştirilmesi önerilmiştir. Planın onanmasıyla birlikte Gezköy (Dadaşkent) çevresindeki tarım arazileri el değiştirmiş ve kaçak yapılaşma başlamıştır. Diğer taraftan Gezköy yakınlarında 100 hektarlık bir organize sanayi bölgesinin



kurulması planlanarak onanmıştır. Dadaşkent ve OSB alanları kentin batı yönünde sıçramalı olarak önerilmiş ve kentin makroformu değişmiştir. 1/5.000 ölçekli nazım planda kentin gelişme alanının olmadığı öne sürülerek 20.000 kişilik bir nüfus kentin güneyindeki Palandöken Dağları'nın eteklerindeki (Yenişehir) boş alanlara yerleştirilmiştir. Daha sonra bu alan gecekondularla dolmuştur (Doğanay, 1983; EBB, 2002).

### **Nazım Plan Bürosu Çalışmaları (1976-1981)**

Zaman içerisinde önceki planların yetersizlikleri ve getirdikleri yanlış kararlar ortaya çıkmış, yapılan çok sayıda plan değişikliği ile mevcut planların geçerliliği yitirilmiş ve kent imar planlarının yeniden yapılmasına karar verilmiştir. Bu çalışmayı yürütmek üzere 1976 sonunda İmar İskan Bakanlığı'na bağlı bir Nazım Plan Bürosu kurulmuştur (EBB, 2002). Bu büronun aldığı kararlar Erzurum kenti makroformu üzerinde önemli değişiklikler yaratmıştır. 1977'de çalışmaya başlayan Nazım Plan Bürosu, yerleşime uygun arsa olarak önceki planda kış sporları için ayrılan kentin güneyindeki alanın, "Gecekondulu Önleme Bölgesi" (Yenişehir) olmasını önermiştir. Öneri kabul edilmiş ve 400 hektarlık alan kamulaştırılarak 55.000 nüfusu kapsayacak şekilde planlanmıştır. Sonraki dönemde çok sayıda yapı kooperatifi bölgede yerleşme isteminde bulunmuştur (EBB, 2002).

Zeki Yapar Planı'nda kentin kuzeyinde sanayi kullanımı için ayrılmış olan alanlar yapılan plan değişikliği ile Gezköy yakınlarına kaydırılınca bu alanlar hisseli parseller halinde satılarak kısa sürede gecekondularla dolmaya başlamıştır. Bu nedenle Nazım Plan Bürosu bir plan değişikliği hazırlayarak alanı konut kullanımına ayırmıştır. 1978'de onanan değişiklikle 100 hektar büyüklüğündeki alana 20.000 kişilik nüfus yerleştirilmiştir.

Yapar Planı'nda kentin 5 km batısındaki Gezköy'e 100.000 kişilik bir nüfusun yerleştirilmesi önerilmiştir. Bu karar, o güne kadar tümüyle kırsal bir yapıya sahip olan Gezköy'ün yapısını büyük ölçüde etkilemiştir. Köyün verimli tarım arazileri hızla el değiştirmiştir. Gezköy'deki gelişme Erzurum kent merkezindeki arsa piyasasını da çeşitli şekillerde etkilemiştir. Bunun üzerine, kararın yanında ve karşısında olanlar iki baskı grubu oluşturmuşlardır. Kararı destekleyenler, planın zayıflığından endişe ederek öncelikle, Gezköy'de Organize Sanayi Bölgesi yapılması talebinde bulunmuşlar ve bunun gerçekleşmesiyle güçlenmişlerdir. Bu arada yaklaşık yirmi adet yapı kooperatifi Gezköy çevresinde arsa satın alarak, planını yaptırmış ve planların onanması için yerel merkezi yönetime baskı uygulamaya başlamışlardır. Bu kooperatiflerden ikisinin planları onaylanmış, 1978 ve 1979'da inşaatlar bitirilerek yerleşime açılmıştır. Öte yandan Gezköy 1960'ta belediye sınırları içine alındığından elektrik, su, otobüs gibi kentsel hizmetler de sağlanmıştır. Bu durumu göz önüne alan Nazım Plan bürosu Gezköy'ün yerleşime açılmasının kaçınılmaz olduğuna karar vermiş ve 1979'da imar planını hazırlamaya başlamıştır. 1/5.000 ölçekli Nazım İmar Planı ile 1/1.000 ölçekli Uygulama İmar Planının I. Bölümü 1981'de onaylanarak yürürlüğe girmiştir (EBB, 2002).

Daha sonra Nazım Plan Bürosu, yaptığı çalışmalar ile kent bütünü sınırlarının genişletilmesine karar vermiştir. Kuzeydoğuda Dumlu, batıda Ilıca kasabalarını ve bunların dışında 9 kırsal yerleşimi içine alacak şekilde getirilen öneriler ile Erzurum kenti makroformu, merkezde bir ana kütle ve çevresinde kara ve demiryolları ile merkeze bağlanan uydular şeklinde belirlenmiştir. 1983 yılında I.sınıf tarım arazisi olmasına rağmen iskana açılan Dadaşkent yerleşimi Erzurum kenti için en büyük uydu yerleşim olmuştur (EBB, 2002).

## Sonuç

Tarihsel süreç içinde planlı gelişme arayışı ile yönlendirilmeye çalışılan Erzurum kentinin makroform gelişiminin, parçacıl plan değişiklikleri ve farklı plan kararları ile konsantrik formdan uydu yerleşimler yönünde bir değişim geçirdiği gözlenmiştir. Ancak ortaya çıkan bu durum soğuk iklim koşullarına sahip bir kent için doğru bir yaklaşım olmamakla birlikte, kent içi ulaşım taleplerini artırmakta ve çevresel açıdan sürdürülebilirliği azaltmaktadır. Kentin farklı parçalarında ortaya çıkan dokuyu incelediğimizde Yenişehir ve Dadaşkent'in açık ve kapalı alan dengesi ve ulaşım kademelenmesi açısından olumlu planlı yerleşimler olduğu, Kayakyolu, Yıldızkent ve Şükrüpaşa yerleşimlerinin yoğun kullanım karakteristikleri ile olumsuzluklara sahip oldukları ancak ulaşım sistemleri ile kentsel form ilişkisi açısından olumlu oldukları görülmüştür. Dağ mahallesi ve kent merkezi gibi yerleşimlerin doku analizinden de anlaşıldığı gibi sağlıklı bir ulaşım-kent formu ilişkisi gözlemlenmemektedir.

Erzurum kentinin bugünkü durumunu göz önünde bulundurarak yapılması gereken aslında çok açıktır; -Kent sıçramalı genişlemeye dönük olarak parçacı plan onamalarından kurtarılmalı ve üst ölçek planın çizdiği çerçevenin titizlikle korunmasına çalışılmalıdır. - Kentin makroformunun desantralizasyonu yönünde verilen kararların süreç içinde bir yayılma-saçaklanma üretmekte olduğu tespitinden hareketle, bu formu toparlayacak bütünleşik bir kent makroformu oluşturulması seçeneği seçilmelidir.

## Kaynaklar

- Aru, K. A. (1988) Türk Kenti: Türk Kenti Dokularının İncelenmesine ve Bugünkü Koşullar İçinde Değerlendirilmesine İlişkin Yöntem Araştırması. Yem Kitabevi, 288 s, İstanbul.
- Demircan, N. (2010) Mevcut ve Öneri Kentsel Dönüşüm Projelerinin Peyzaj Mimarlığı Açısından İncelenmesi, Erzurum Örneği, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Doğanay, H. (1983) Erzurum'un Şehirsel Fonksiyonları ve Başlıca Planlama Sorunları, Doçentlik tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi.
- Erzurum Büyükşehir Belediyesi (2012) Erzurum Koruma Amaçlı İmar Planı Araştırma Raporu, KAİP.
- İller Bankası (1965) Erzurum İli Analitik Etüd Raporu, Güzel Sanatlar Matbaası, Ankara.
- Göktaş, M. (2002) Kentçi Ulaşım Sorunları, Çözümleri ve Erzurum Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kaplan, H. (1992) Ulaşım ve Makroform: Ülkemizde Son 30 Yılda Ulaşım Tür ve Ağ Değişmelerinin Kent Formlarına Etkisinin Değerlendirilmesi, 15.Dünya Şehircilik Günü, 3.Türkiye Şehircilik Kongresi, 6-8 Kasım.
- Lynch, K., Rodwin, L. (1958) A Theory of urban Form, Journal of the American Institute of Planners, No: 11, s.201-214.
- Marın, M.C., Altıntaş, H. (2004) Konut Yer Seçimi-Ulaşım Etkileşim Teorileri: Kritik Bir Literatür İncelenmesi, Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cit:19, No:1, s.73-88.
- Şişman, E.E. Kırzioğlu, I. (2002) Erzurum Kent Merkezinde Yaya Bölgesi Olabilecek Kent Mekan Birimlerinin Saptanması ve Projelendirilmesi Üzerinde Bir Araştırma. Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Dergisi B Serisi, Fen Bilimleri, 3 (2): 127-139.
- Wegener, M. (2003) "Land-Use Transport Interaction: State of the Art:What Can We Learn from North America?", www.feweb.vu.nl/re/STELLA/General/Genesis/MichaelWegener.doc.
- Yavaş, M. (2012) Tarihi Çevrede Kentsel Kimlik ve Bir Uygulama Aracı Olarak Tasarım Rehberleri: Erzurum Kentsel Sit Alanı Örneği, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi.

# Kentiçi Ulaşım Uygulamalarında Dönüşüm ve Mekansal Muhayyile

**Doç. Dr. A. Serap TUNÇER**

Ahi Evran Üniversitesi  
İİBF Kamu Yönetimi Bölüm Başkanı  
Bağbaşı Yerleşkesi, 40100, Kırşehir.  
(386)2804907 (539)7686058  
serap@seraptuncer.com

## Öz

Bu çalışma, Harvey'in bir temel öngörüsüne dayanmakta ve toplumsal gelişmeleri mekansal okumayla anlamlandırmanın, olanaklı ve yararlı olduğunu ileri sürmektedir. Harvey bunu "muhayyile" olarak ortaklaştırdığı iki kavramla anlatır. Ona göre: bizim "sosyolojik muhayyile"miz, tarih ve sosyal felsefe tarafından kurgulanır ve dünyayı anlamamıza yarar. Ama bu anlama yetimizi, onun "mekansal bilinç" ya da "coğrafi muhayyile" dediği, bilgilerin mekansal ilişkilerini gözetme yoluyla da pekiştirmemiz gerekmektedir. Giderek tamamen kentsel topraklarda yaşayacak olan insanlık için de bu "coğrafi" irdeleme çabasında, mekanı anlamak ve değerlendirmenin ön koşulu, ulaşım politikalarını irdelemektir. Bu çerçevede çalışma, kentiçi ulaşım konusunu, kentsel sosyolojinin en önemli alanı olarak kısaca değerlendirmekte ve ulaşım süreç ve yöntemlerinde tarih boyunca yaşanan değişimi ele almaktadır.

Çalışmada, toplu taşıma hizmetleri, Avrupa Kentsel Şartı'nın hizmet ilkeleri çerçevesinde ele alınmakta ve hizmetin kentsel ekonomideki işlevi ile kent mekanında ve özellikle metropol kentlerin merkezinde ve çeperinde yarattığı dönüşüm perspektifinden değerlendirilmektedir.

Kent merkezlerin kültürel ve tarihi dokusunun korunması ama aynı zamanda bu merkezlerin, büyüyen kentin genişleyen, canlanan ve dönüşen odakları niteliğinin de gözetilmesi gerektiğinden; bu çelişik iki amacın uyumlaştırılmasında, ulaşım politikalarının rolü değerlendirilecektir. Kentsel yaşam kalitesinin önemli bir unsuru olan bu hizmet alanında, günümüz yerel yönetimlerinin, uygulamaya koydukları yeni sistemler de çalışmanın odaklandığı temel sorunsalı oluşturmaktadır. Öte yandan Avrupa'daki tarihi kentlerden esinlenilerek Türk kentlerinde giderek birörnek hale gelen tramvay vb nostaljik öğelerin canlandırılması boyutuna da vurgu yapılmaktadır.

Çalışma ağırlıklı olarak metin taraması yöntemiyle kurgulanmış olup, özellikle büyük kentlerde gerçekleştirilen bazı yeni uygulamaların değerlendirilmesi ile de çalışmanın güncel boyutu kuramsal bölüme eklemlenerek ana çerçeve oluşturulmuştur.

**Anahtar sözcükler:** Ulaşım, Mekansal Muhayyile, Tramvay.

## Giriş

Toplu taşıma sistemleri, genellikle tüm büyük kentler için bir gelişmişlik göstergesidir. Sistemin kurgusu, teknolojik olduğu kadar, ideolojik/sosyal/siyasal boyutlar da içermektedir. Çünkü sağlıklı bir ulaşım ağı kurmak için, birbiriyle ilişkili farklı ulaşım sistemleri de bağlantılı ele alınmalı ve bütüncül bir politika olarak yürütülmelidir. Ulaşım politikasının, kent içerisindeki ağ yapısı oluşturulurken, bu ağın sınıfsal konumlanmalarla nasıl bağlantılandırıldığını çözümlenmek, kentsel biriktirim süreçlerini ve kente dair ekonomik işleyişi de açıklamaya yarar.

### Harvey'e Göre Kent Sorunu ve Coğrafi Muhayyile

#### *Harvey'in "Coğrafi Muhayyile" Kavramı*

Harvey, kentsel mekanın şekillenmesinde, toprağın önemini, Marx'ın, "kullanım ve değişim değerleri" ayrımını kullanarak değerlendirmiştir. Kentin sermaye sınıfının rant beklentisine göre şekillenmesiyle oluşan abartılmış değişim değerlerinin kentliye ödetilmesini adaletsiz bulmakta, bu gelişimin doğal değil, yaratılmış bir gelişim olduğunu ileri sürmektedir. Ona göre, arsaya ve yapı gibi taşınmaz mallara yatırım ile çağdaş kapitalizm, kendi egemenlik alanının genişlemesinin sürekliliğini garantilemektedir. "Eğer kentler kent çeperlerine doğru hızla geliyorsa, yörekentlerde yeni yeni konut siteleri yaratılıyorsa, bunun temel nedeni o yerlerde yatırım yapmanın, anamal sahipleri, bankacılar, taşınmaz mal alım satımı yapan ortaklıklar, taşınmaz mal yatırım ortakları ve her türlü yatırımcılar için çekici ve karlı bir alan olmasıdır." (Keleş, 2013: 132-133)

Harvey'in bu temel yaklaşımı sınıfsal bir okumadır ve onun sınıfları çözümlenme çabasında, "mekan" ögesi önemli yer tutar. "Pek çok sınıf ve sınıfsal yapı kuramı olduğunu; Marx ve Weber tarafından bu kuramların temelini atıldığını" ifade eden Harvey, Giddens'in ve Poulantzas'ın görüşlerinin de eklenmesiyle, "Sınıf" kavramının, "üretim feodal, kapitalist ya da sosyalist biçimlerinden hangisini ele aldığımıza göre, değişen anlamlara sahip" olduğunu belirtir. (Harvey, 2002: 150)

Kuramın oluşmasında, sınıfların "devingenlik" yeteneği önemli bir yere sahiptir ve bu yetenek, doğrudan ulaşım olanakları ve donanımlarını dayanak alır. Yazar bu durumu şöyle ifade eder: "Üretim, değişimin, iletişimin ve tüketimin örgütlenmesindeki giderek artan değişim hızı, toplumda hatırı sayılır bir uyum yeteneğini gerektirir. Bireylerin donanımlarını, coğrafi yerleşimlerini, tüketim alışkanlıklarını vb değiştirmeye hazırlıklı olmaları gerekir. Bu, toplumda devingenlik olanaklarının her zaman için var olmasını zorunlu kılar. Devingenliğin gerektirdiği kadar açıklığa sahip bir toplum, kaçınılmaz olarak dikkate değer bir değişkenlik yaratır." (Harvey, 2002: 159) Devingenlik yeteneği, mali olanaklara ve bu olanaklarla da beslenen teknolojik ve düşünsel donanımla geliştirilir. Burada söylenmek istenen şudur: Kentsel mekanlarda değişen koşullar ve olanaklara uyum sağlama yetisine sahip olanlar, kentin ekonomisinden daha fazla pay alanlardır. Merkeze uzak ve rant beklentisi yüksek yerlere taşınmak, araç sahipleri için daha kolaydır. Aynı şekilde bu kişiler ileriye görecektir şekilde daha iyi eğitim almış ve genellikle fırsat kollamayı bir tavır olarak benimsemiş kişilerdir.

Devingenlik yeteneği, yine Harvey'in kavramsallaştırmasıyla, "coğrafi muhayyileye" esneklik ve işlerlik kazandırır. Ona göre: bizim "sosyolojik muhayyile"miz, tarih ve sosyal felsefe tarafından kurgulanır ve dünyayı anlamamıza yarar. Ama bu anlama yetimizi, onun

“mekansal bilinç” ya da “coğrafi muhayyile” dediği, bilgilerin mekansal ilişkilerini gözetme yoluyla da pekiştirmemiz gerekmektedir. “Bu muhayyile, bireyin kendi yaşam öyküsündeki mekan ve yerin rolünü anlamasını, etrafında gördüğü mekanlarla ilişkilendirmesini, bireyler ve çeşitli örgütlenmeler arasındaki işlemlerin onları ayıran mekan tarafından nasıl etkilendiğini anlamasını sağlar.” (Harvey, 2006: 28) Bu tanımlama, kent yöneticilerinin plan kararlarını sorgulamayı ve özellikle mekansal değişimlerle ilgili kararlarda coğrafi anlamlılığı dikkatli okumayı önermektedir.

“Kentın mekansal biçiminin, insan davranışının temel bir belirleyicisi olarak görmenin mümkün” olduğunu kabul eden Harvey, bu “mekansal çevresel determinizm”in, “kentın mekansal çevresini değiştirerek yeni bir toplumsal düzen geliştirmeyi hedefleyen fiziksel planlamacıların kullandıkları bir varsayım” olduğunu belirtir. Ancak bu görüşe karşı çıkanlar vardır ve onlar, sadece mekansal bakış açısı geliştirmenin “değişen teknoloji ve değişen sosyal normlar” gibi boyutları ihmal etmekle sonuçlanacağını ifade ederler ki Harvey bu determinizmi de “sosyal determinizm” olarak adlandırır. (Harvey, 2006: 47)

Bu felsefi açıklamanın gerçek hayatta örneklenmesi ise şöyledir: “Her iki yaklaşımın güncel savunucuları, geri beslemenin rolünü de kabul edecekleridir. Mekansal çevreci bilecektir ki, eğer taşıma ve ulaşım ağının mekansal yapısını değiştirirse, toplumsal süreç muhtemelen toprak kullanımında önemli değişiklikler üretecektir. Sosyal determinist ise bilir ki, eğer toplumsal süreç egemen bir norma (diyelim ki otomobille ulaşım) doğru kayarsa, karşılığında bu norma uygun mekansal biçim de oluşacak ve normu destekleyecektir –birçok modern Amerikan kenti yürümeye uygun inşa edilmemekte ve böylece otomobil satışı ve kullanımı desteklenmektedir... ABD’de otomobil satın alıp kullananların bu kadar çok oluşu, bir ölçüde başka seçenekler yerine karayollarına yönelik yatırım politikalarının sonucudur.” (Harvey, 2006: 48, 53)

Harvey’in iddiası günümüz metropol kentlerindeki insan-odaklı olmayan, araç-odaklı kent içi ulaşım politikalarını da değerlendirmeye yaramaktadır. Tıkanan trafik noktalarında “trafiği rahatlatma” gerekçesiyle yapılan alt-üst geçitler, trafiği sürdürme kararlılığının bir ifadesi olmaktadır.

Örneğin “ulaşım maliyetleri” konusu, karmaşık bir ilişki ağını değerlendirmeyi gerektirir. “Nicel bir bakış açısıyla, hiç kimse kentsel izdiham maliyetinin ne kadarının sermayenin otomobili kutsaması ve kentsel toplu taşımacılığı ihmal etmesinin sonucu, ne kadarının da insanların kendi yaşadıkları bölgeleri otoyolların ürkütücü yönlerinden (gürültü, egzoz gazları ve benzeri) koruma çabalarının sonucu olduğunu bilemez.” (Orhangazi, Özgür, 2000: 31) Buna karşın Harvey’in önerdiği bilinç çerçevesinden bakıldığında, nicelleştirilebilir ölçütler geliştirmenin de mümkün olduğu ama daha önemlisi, bu düzlemden bakışla sorunu değerlendirmenin çok daha önemli olduğunu kabul etmeyi gerektirir.

Ancak bu yaklaşımla, bir park alanının yapılaşmaya açılmasının, doğrudan etkileri kadar ulaşım ve onun yan sorunlarına olacak katkısını vurgulamaya olanak tanır.

### *Harvey’in Yaklaşımını Destekleyen Diğer Görüşler*

Harvey, temel olarak bu “coğrafi muhayyile” konusundaki farkındalığın artması ve mekan sorunlarının çözümü üzerinden bir sosyal adaletin kurulmasını olanaklı kılacak mekanizmaların kullanılabilirliğini sorgulamaktadır.

Kenti tamamen bir “erk ve denetim” sistematığı olarak gören Laborit de “mekan hakkında karar alıcılar ve onların sınıfsal duruşları konusunda Harvey ile aynı görüşleri paylaşmaktadır. Ona göre bugün, “kent merkezi, yazıhanelerin, bankaların, tecimsel (ticari) malların sergilenip satıldığı yer, öte yandan da kentsoylu sınıfın görkemli konutlarının oturtulduğu yer olup çıkmış; İşçi sınıfı yavaş yavaş kentin dış mahallelerine, kenar mahallelerine itilmiş, kent de tecimsel mal tapınağı haline gelmiş”tir. Özetle, “Kent bugün egemen sınıfın, kenar mahalleler de emekçilerindir.” (Laborit, 1990: 138-139)

Kuşkusuz bu gelişimi olanaklı kılan temel unsur “ulaşım”dır. Çünkü mekan üzerindeki bu tekelci uygulamalar nedeniyle, “toplumsal çatışmalar ya da en azından işçi sınıfında hoşnutsuzluk ve kaygı doğurabilecek ciddi konut bunalımı çözmek üzere kentlerin yörelerinde pıtırak gibi yatakhane mahalleler bitmiştir... Geceyi geçirmeye yarayan bu konutlar, ailenin buluşma yeri bile değildir.” (Laborit, 1990: 140) Kenti sürekli büyüten politikalar sonucu, işçi sınıfı hep biraz daha çepere ötelenmekte; günlük yaşam sürelerinden hep biraz daha fazlasını ulaşım sürecine harcamak zorunda kalmaktadırlar. Hem bedenen hem de düşünsel açıdan tükenme getiren bu yaşam tarzı, sınıfsal çatışmalara zaman ve enerji harcamayı da böylece önlemektedir.

Ancak düşünür, işçi sınıfı için ulaşım koşullarının yine de iyileştirilmeye çalışıldığını, çünkü sonuç itibarıyla aslolanın “tüketimi artırmak” olduğunu ve işçi sınıfının da tüketici rolünün önemsendiğini düşünmektedir. Şöyle der: “yatakhane mahallesi bu evrimin yalnız bir evresidir. İşçi sınıfı her şeye karşın güçlü bir tüketim kaynağıdır. Tecim merkezinden uzaklaşmak, bunlar kısa erimde kar getirmeyeceği için taşıtlarda görülen yetersizlik...” aşılına çalışılır. (Laborit, 1990: 141) Harvey’le ortaklaştığını saptadığımız bu sınıfsal çözümleme konusunda, Laborit, Lewis Mumford’un da benzer söylemleri bulunduğunu aktarmaktadır. (Laborit, 1990: 117)

Yukarıda Harvey’in, ulaşım politikası konusundaki, otomobil odaklılık tercihi dayatmasının sosyal muhayyilemizi nasıl etkilediği şeklindeki görüşleri, pek çok örnek olayla sınanabilir. Çünkü bu politikalar öylesine kavramlarımızı değiştirir ki, örneğin tarihin bir döneminin “meydan”ları, bugün otomobil odaklı politika için sadece bir “kavşak” anlamını taşımaktadır. İkinci’nin değindiği gibi, “Evrensel ilkelere hemen hiç aldırılmayan ülkemizde, özellikle otomobil sevdasına dayalı “Amerikan şehirciliği” düşkünlüğümüz, hem tarihin hem de cumhuriyetin armağanı meydanlarımızı “kavşak”laştırdı... Aynı anlayışın son yıllardaki yeni sevdası da “alışveriş merkezleri”. Rant ekonomisi, eline geçirdiği her yere bu “tüketim hangarları”nı sıralıyor.” (Ekinci, 2009: 94) İşte bu nedenle tarihi “Yeşil Bursa”nın “Meydan”ı, bir büyük AVM’den ibarettir. O AVM önünde otobüs durakları vardır, tamamen beton bir buluşma ve gösteri mekanı olan meydan da aynı AVM’nin çıkışı/bahçesi işlevini görmektedir.

Coğrafi muhayyilenin bir yansıması da “kentlilik” davranışlarında açığa çıkmaktadır. Bu konuya da ulaşım” üzerinden bir örnek vermek gerekirse Walter Benjamin’e atıf yapmak mümkündür. Benjamin, kent içi ulaşımın yarattığı “kentlilere özgü” sorunlardan birinin de “tedirginlik” olduğunu Simmel’in görüşlerine dayandırarak söyler. Büyük şehir insanının gözünün, birtakım güvenlik işlevleriyle zorlandığı açıktır. Kentin karmaşası ve yüklü olduğu olası tehditleri göze fazladan işlev yüklemiştir. Ağırıklı olarak ulaşım araçları kaynaklı gürültü ise, görece rutinleşmiş bir uğultu niteliği kazandığından, hem dikkat çekme işlevinde aşınma doğmuş, hem de bu noksanlık, gözün daha fazla işlev kazanmasına neden olmuştur. Benjamin’in aktarımıyla, Simmel bu durumu şöyle ifade etmektedir:

“İşitmeden gören kişi, ...görmeden işitene oranla çok daha tedirgindir. Büyük şehre... özgü bir şey var burada. Büyük şehirlerde insanlar arasındaki ilişkinin ayırt edici özelliği, gözün kulağa oranla çok daha fazla önem kazanmasıdır. Bunun temel nedeni kamu ulaşım araçlarıdır. 19. yy da otobüslerin, trenlerin, tramvayların gelişmesinden önce insanlar uzun dakikalar, hatta saatler boyunca tek bir kelime etmeden karşılıklı birbirlerine bakmak durumunda kalmamışlardı.” (Benjamin, 2001: 151) Gözün bu işlevinin, Harvey’in deşindiği “muhayyile”yi harekete geçirişini de bu anlamda önemlidir.

Kuşkusuz bu yoğun kullanım zorunluluğu, “bakmak ve görmek” ikilemi konusunda kentliyi yeni bir sorun alanına da taşımaktadır. Kentli, bu sorunun yarattığı boşluğu da oluşturduğu “muhayyile” ile doldurmaya eğilimlidir.

Laborit de bu davranışsal sonucu doğrudan doğruya kent olgusunun kurucu ögesi saydığı “saldırıcılık” tavrı ile bağlantılandırır ve şöyle der: “Saldırıcılık ancak ‘kentleşme’den, başka deyişle daracık bir yere kapatılmadan ötürü insan’da belli bir duyguyla yüklenmiş ve kendisine bugün verilen yaygın anlamı kazanmıştır... İlk çağlarda doğal ortamda yaşamı sürdürme” amacına dayalı “içgüdüsel saldırıcılık, yerini kentleşme ve çalışmanın uzmanlık dallarına ayrılması bireylerin birbirinden kaçmasına olanak tanımadığı, herkesi birbirine bağladığı gün duygusal saldırıcılığa bırakmıştır.” (Laborit, 1990: 60, 81) Duygusal saldırıcılığın en görünür olduğu anlarsa, kısıtlı ulaşım olanakları sürecinde yürütülen yarışmacı tavırlarda belirginleşir. Özellikle günlük çalışma saatlerinin başlama ve bitişlerinde yaşanan büyük kargaşalar, bu uygar çatışmaların açığa çıktığı anlardır. Hem toplu taşıma sistemlerinde hem de bireysel araçlarda, bu saatlerde kentli saldırıcılık doruk seviyeye ulaşır.

### **Ulaşım Konusunda Kentli Hakları**

İşte bu gelişimde, kentlinin haklarının neler olduğu ve bu hakların nasıl korunacağı sorunu üzerine önemli belgelerden biri Avrupa Kentsel Şartı olmuştur. Şart, Avrupa Konseyi Avrupa Yerel Yönetimler Konferansı’nda Mart 1992’de kabul edilmiş; diğer hukuksal süreçlerden farklı olarak, Hükümetlerin değıl yerel yönetimlerin imzasına açılmıştır.

Avrupa Kentsel Şartı, kentliler için,

- Her türlü kirlilikten, bozuk çarpık kentsel çevrelerden arınma hakkı (Sürdürülebilir Çevre),
- Yaşadığı kentsel çevreyi demokratik koşullarda denetleyebilme hakkı (Katılımcılık),
- İnsanlık onuruna yaraşır bir konut edinebilme (Konut),
- Sağlık ve kültür hizmetlerinden yararlanma (Sağlık ve kültür),
- Dolaşım özgürlüğü gibi hakları temel kentli hakları olarak kabul etmiştir. (Avrupa Kentsel Şartı, 1996: 5-6) 1992 yılında kabul edilen Şart, 2008 yılında “Yeni Bir Kentlilik İçin Manifesto” adıyla yenilenmiştir. (Keleş, Mengi, 2014: 5-6)

Şartın temel ilkelerinden olan “Ulaşım ve Dolaşım” başlığına bakıldığında, bireysel ulaşımı simgeleyen “otomobil”e açıkça karşı bir duruş vardır ve “kente karşı otomobil” ifadesi kullanılmaktadır. Madde özel araç yoğunluğunun, hava kirliliğinden gürültü kirliliğine kente verdiği çevre zararlarını da önemle vurgulamaktadır. Şöyle denilmektedir:

“Ulaşımındaki her ilerlemeyle, insan yaşamı biraz daha değımiş, bugünün kentlerinde yaya, at, raylı taşıma, otomobil, otobüs, ticari araçlar gibi ulaşım sistemlerinin çok ötesine erişilmiştir. Bu tür gelişime uğramış dolaşımın çeşitli faydaları vardır. Tercihler, kişinin yaşamak ve çalışmak istediğı çevreye, ilişkide olmak istediğı kişilere göre yapılabilir. Otomobil ilk icat edildiğı 1884’den beri, ulaşım politikalarını yönlendirmiş, hatta etkisiyle toplu taşıma sistemlerini dahi gözden düşürmüştür. Kente karşı otomobil; çok basitleştirilmiş bir ifade

olmakla birlikte; durum buna çok yakındır. Yavaş ama kesin bir biçimde, otomobil kentleri öldürmektedir. Öyle ki 2000’li yıllar, ikisi bir arada olamayacağından, otomobil ya da kentten birini seçmemizi zorunlu kılacaktır. Bugünden bir şey yapılmaz, yeni düzenlemeler getirilmezse, araç trafiği; özellikle de özel araçlar ve kamyonlar, sadece kentleri tahrip etmekle kalmayacak, ‘sera etkisiyle’ tüm çevrenin zarar görmesine de hatırı sayılır bir katkıda bulunacaktır. Araçlar; kentleri gürültü, rahatsızlık, ruhsal ve fiziksel tehlike, çevre estetiği ve sosyal alanların yok olması, hava kirliliği gibi sorunlarla tehdit ederler.” (URL 1)

Şart, “Üst sosyal sınıfların kentten yöre kentlere göçmesiyle oluşan yeni koşulların yarattığı ulaşım sorunlarını” ise “ağır bedeller” olarak nitelemekte ve “bu yöre kentlere toplu taşıma hizmetini verimli ve ekonomik bir biçimde götürmenin genelde olanaksız olduğunu” belirtmektedir. Ayrıca bu gelişimi, “kültürel ve sosyal kayıp” olarak da sorunsallaştırmaktadır.

Sonuç olarak, “Özellikle özel araçlarla, seyahat hacminin azaltılması gerekliliği” vurgulanırken, “Dolaşım, yaşanabilir bir kent oluşturmaya yönelik bir biçimde düzenlenmeli ve çeşitli ulaşım alternatiflerine izin vermeli” önerileri geliştirilmektedir. Burada yaşanabilir kent kavramı, “yaşamın keyif verdiği bir kent” olarak açıklanmaktadır. Bu keyfin yaratılmasında, ulaşım ile ilgili hususlar ise şöyle sıralanmıştır: Toplu taşımaya, bisiklete ve yayalara öncelik vermek, kent merkezlerindeki ağır trafiği kısıtlamak, yol kullanımında zaman dönüşümlü uygulamalar gerçekleştirmek, bisiklet yolları ve iyi düzenlenmiş yaya yolları oluşturmak ve kent dışında otopark yerlerini artırmanın yanı sıra, merkeze ulaşımında düşük maliyetli, sık, güvenli toplu taşıma sistemleri yaratmak.” (URL 1)

Şartın, “Sokağın sosyal bir arena olarak algılanması” talebi ise sokağın yaşanabilir sosyal bir mekan olarak kaybının, kentte güvensizliğin artması, trafik akımlarının kontrolünün güçleşmesi, açık alanların düzenlenmesinin önemi gibi çok önemli sorunlara çözüm olarak önerilmektedir. Şart bunun uygulamasında baş faktörü, “Sürekli bir eğitim ve öğretim çabası gerekliliği” olarak vurgulamaktadır. “Seyahat, iletişim ve kamu ulaşımının tüm insanlar için erişilebilir olması” başlığında ise, dolaşım özgürlüğünün güvence altına alınması vurgulanmaktadır. Özellikle değişik engelleri nedeniyle bu haktan yeterince yararlanamayanlar ise özel olarak değerlendirilmektedir. (URL 1)

“Avrupalı Kentli Hakları Deklarasyonu”nda ise ulaşım maddesinde, “dolaşım özgürlüğü” yaklaşımı dile getirilmekte, “Toplu taşıma, özel arabalar, yayalar ve bisikletliler gibi tüm yol kullanıcıları arasında, birbirinin hareket kabiliyetini ve dolaşım özgürlüğünü kısıtlamayan uyumlu bir düzenin sağlanması” önerilmektedir. (URL 2)

“Türkiye’de Ekim-2010 itibariyle anlaşmayı imzalayan bir belediye henüz olmamıştır.” (Akgül, Efe, 2010: 30) Kent hakkı dahil olmak üzere tüm temel ve sosyal hakların kökeninde İnsan Hakları Evrensel Bildirgesi vardır. Ancak Keleş, kent hakkı terimini Lefebvre’in görüşlerine dayandırmakta ve hakkın bu yönüyle tekil bir hak olmayıp, çoğul bir boyut taşıdığına dikkat çekmektedir:

“Lefebvre’in ‘kent hakkı’ teriminin tekilliği içinde, örtülü olarak temel insan hak ve özgürlüklerinin çoğulluğu da vardır. Lefebvre, mekanın yansız bir kavram olmadığını, kapitalist bir toplumda, mekanı sermayenin ve devletin biçimlendirdiğini; ama asıl amacın, denetim erkinin onlardan alınarak kenti asıl sahibi olan kenttaşlara aktarılması gerektiğini vurgulamıştır.” (Keleş, 2014: 50)



İşte tam bu noktada, Harvey ve Lefebvre'in, mekan-ekonomik sistem ilişkisini aynı bağlamda değerlendirdiklerini; “mekanı biçimlendiren sermayenin” buna ilişkin bir coğrafi muhayyile yarattığını ve diğer kesimlerin de bu muhayyile kalıpları ile düşünmek zorunda bırakıldıkları sonucunu çıkarabiliyoruz. Bu kalıbı kırmanın yolu da yine her iki düşünürün ortaklaştığı bir görüş olan, “kentten denetimi erkinin bu sınıflardan alınarak kentin asıl sahibi olan kenttaşlara aktarılması gereğine” ulaşmaktadır.

## Ulaşımında Gelişim Süreci

### *Kentiçi Ulaşımında At*

İnsanlık önce hayvanları kullanır ulaşım için. Ve tabii en çok da atlar öne çıkar bu süreçte. Bloch, Normanlar'ın, talan ettikleri yörelerden elde ettikleri atları, savaş aracı olmaktan daha çok ulaşım aracı olarak kullanma alışkanlığını geliştirmelerinden sonra, “sırf at elde edebilmek için 866'da Doğu Anglia'ya bir akın düzenlediklerini” belirtir. (Bloch, 2005: 47) Kır insanı için çok önemli yere sahip olan at, kentlerarası ulaşım için de uzun süre işlevselliğini korur ve zamanla kent içi ulaşımında da rol oynar.

Dickens'in Fransız İhtilali'ni anlattığı ölümsüz eserinde de Paris ve Londra'daki faytonlardan sık sık söz edilir ve varsılık simgesi faytonların, yoksul yayalara karşı üstünlüğü anlatılır: “Kaldırımsız dar sokaklarda azgın soyluların çılginca araba sürme alışkanlıkları sadece vatandaşları tehlikeye atıyor, onları sakatlanma riskiyle karşı karşıya getiriyordu. Her sürücü kendisinin dikkat etmesi yerine, zavallı halkın bu tehlikelere karşı dikkatli olmaları gerektiğini düşünüyordu.” (Dickens, 2005: 139) Bugün motorlu araç sahiplerinin de trafik işaretleri ile kısıtlanmadıkları durumlarda, genellikle benzer “azgınlıkta ve çılginca” araç kullandıklarını çoğu kez hala görürüz.

Amıcıs, İstanbul'da gördüğü “büyük atlı tramvaylara” değinirken, “arkadaşıyla bu tramvaylara yol verebilmek için zaman zaman kendilerini dükkanlara atmak zorunda kaldıklarını”; sözettiği “tramvayların önünde, ellerindeki değnekle yol açan, belden yukarısı çıplak Türkler'in koştuğunu” anlatır. (Amıcıs, 1981: 64)

Nitekim Sunay Akın, da bu tramvayların uygulamaya konmasını şöyle anlatır: “3 Eylül 1869'da ...ilk atlı tramvay sefere konulmuştur İstanbul'da. Böylelikle tramvay hattına parke taşı döşenerek, kentte ilk kez yolların düzeltilmesi uygulaması da başlatılır... O yıllarda kentte kaldırım olmadığından, atların halkı ezmemesi için bir görevli de onlarla birlikte koşmaya başlar! İstanbul'un serseri ve bıçkınlarının rağbet ettiği bu yeni meslek vardacılıktır. Yollarda “Vardaaa” diye bağırarak ya da boru çalarak insanları uyararak vardacıların işlerine bir süre sonra tasarruf amacıyla son verilir. Onların yerine, tramvayın geldiğini haber vermek üzere çingiraklar bağlanır atların boyunlarına. Ne var ki, bu uygulama da atların ürkerek pek çok kazaya yol açmaları yüzünden kaldırılır.” (Akın, 2001: 93)

İstanbul'da “tramvay hattına parke taşı döşenerek, kentte ilk kez yolların düzeltilmesi uygulaması”, sonradan cumhuriyetin merkezi rolünü kaptan Ankara'ya daha geç gelir. Kutlu'nun kaleminde 1920'lerin Ankarası'nda insanlar, “üstünden insanların ve kağınların geçtikçe biraz basılmış bir tarladan başka bir şey olmayan yol”dan kente girerler ve “istasyondan kente uzanan bu tozlu yolu, yolcular yürüyerek aşmak zorunda”dırlar. (Kutlu, 2005: 138)

Sonra Ankara'da faytonlar “makam faytonu” olarak kullanılmaya başlarlar. Geray da anılarında, bir yakınının anlatımına dayanarak, ülkemizde kullanılan bu “Makam Faytonu”

olgusuna değinir. Yazarın anılarında yer eden diyalogda canlı gücünden makine gücüne geçiş süreciyle, “kar” olgusunun da ulaşım sektöründe kazandığı başat role örnek oluşturur. (Uysal, 2013: 14)<sup>1</sup> Kıbrıs’da da atlı arabalardan, otomobile geçiş sürecinde yaşanan değişim, bu ada ülkesi hakkında bir trafik endişesi yaratır. (Denktaş, 2000: 152)<sup>2</sup>

Gördüğümüz gibi bugün en ilkeli olarak görülse bile, dönemi için bir zenginlik göstergesi olan atla ulaşımdan bugüne, “ulaşılabilirliği” sağlayan tekniğe hakim durumda olan sınıflar, yolları ve ulaşım sistematiğini, kendi öncelik ve tercihlerine göre kurmuşlardır. Mekan üzerindeki bu egemenliklerini de diğer sınıfların algılaması kolay olmamış, sistem değiştikçe geride kalmayı ya da çarkı yakalamayı öncelikli hedef bilmeyi kabullenmişlerdir.

### *Tramvaylar*

Sonra yavaş yavaş çeperlere doğru büyüyen kentlerde daha kalabalık “toplu taşıma” yapabilecek araçlar geliştirilmeye başlanmış, banliyö trenleri ve elektrikli tramvaylar ortaya çıkmıştır.

Gerçekçi edebiyatta hemen yansısını bulan bu gelişim, cumhuriyet döneminin en büyük edebiyatçılarından olan Tanpınar’ın eserlerinde de görünürlük kazanmış; yazarın kahramanı Mümtaz, “tramvayın... peşine takılmış, bilinmeze, talihin haşin cilvelerine doğru yürümüş”tür. (Tanpınar, 2005: 46) Perulu yazar Llosa ise, başkent Lima’nın gençlerini anlattığı eserinde, “Chorillos tramvay hattının” yanındaki mekanlardan söz eder. (Llosa, 1984: 228) Alman Nobelli edebiyatçı Heinrich Böll’ün mizah yüklü eleştirel öykülerinde ise tramvay sürekli kullanılan bir kent içi ulaşım aracıdır. (Böll, 1967: 49-50, 156)<sup>3</sup> Bir diğer Nobel ödüllü yazar olan Cezayir asıllı Albert Camus de Cezayir’de işlenen bir cinayeti anlattığı “Yabancı”sında, geceyi ve tramvayı anlatır. (Camus, 2010: 30)<sup>4</sup>

Tramvaylar yukarıda edebi eserlerden yapılan bazı alıntılarda da görüldüğü üzere, dünyanın hemen tüm coğrafyasında var olmuşlar, özellikle tarihi dokusunun korunması için çaba gösterilen kentlerde Saraybosna’dan Tiran’a, Bremen’den Amsterdam’a kullanılmışlardır. Üstelik Avrupa’da pek çok kentte tramvaylar, nostaljik bir öge olmanın ötesinde toplu taşıma aracı olarak artan bir şekilde kullanılmaktadır. (Örneğin Paris ve Barcelona) Bugün ülkemizde de birçok kentte, özellikle kentsel merkezlere ulaşım konusunda diğer seçeneklere göre daha çevreci ve kent dokusuna özenli bir seçenek olarak tramvayların yeniden işletmeye konulduklarını görüyoruz.

<sup>1</sup> Ülkemiz otomobil sektörünün önemli ismi Koç ile ilgili yazarın anlatımı şöyle: “Talat Eniştemin Vehbi Koç ile ilgili bir anısı şöyle: o zaman otomobiller yok. Sanayi Müsteşarı’nın makam faytonu var. Eniştem tekerlekleri döndükçe elektrik üreten bir dinamo kuruyor, böylece gece far gibi ışık parlıyor. Halbuki o zamanlar en fazla fener kullanılıyor. Bunu görmüş Koç ve ilgilenmiş. “Öbür bakanlara, müsteşarlara da yapabilir miyiz?” diye enişteme sormuş. Eniştem de “yapabiliriz” yanıtını veriyor. “Peki, bu kaç yıl dayanır?” diye soruyor Koç. Eniştem, “çarpma olmadıkça çok dayanır, ömrü uzun olur” diyor. Koç, “bu olmadı işte, bir arıza olacak ki, sık sık bize başvursunlar” diyor. (Uysal, 2013: 14)

<sup>2</sup> “Atatürk meydanında garotsaların (atlı araba) konakladığı, 1930-36 aralığında, Kıbrıs’daki otomobil sayısı 500-600 kadardı. 1000 numaralı Ford arabayı 1936’da Girne’de gördüğümüzde herkes dehşetle ayağa fırlamıştı. Ne olacaktı Kıbrıs’ın hali?” (Denktaş, 2000: 152)

<sup>3</sup> “Kara Koyunlar” öyküsünde, “elindeki zimbayla biletindeki günü iptal eden” ve böylece “zamana hükmeden” tramvay biletçisini anlatır; “Dostluk Başka Alışveriş Başka” öyküsünde ise savaştan dönenlerin sivil yaşama karışamamasını, “bir tramvaydan inememeleri” örneğiyle son derece etkili bir dille canlandırır. (Böll, 1967: 49-50, 156)

<sup>4</sup> Yazar şöyle anlatıyor: “Sokağın fenerleri birden yanıp geceyle birlikte ışıldayan ilk yıldızları solduruverdi... Sokak lambaları yağlı kaldırımları parlatıyordu. Tramvaylar düzenli aralıklarla ışıklarını parlak saçlar, gülümseyen bir çehre ya da gümüş bir bilezik üzerine saçıyordu.” (Camus, 2010: 30)

## *Otobüs ve Metro*

1990'larla birlikte, birçok kentte bazı otobüs hatlarının özelleştirilmesi gerçekleştirildi. Örneğin Ankara Büyükşehir Belediyesi adına toplu taşıma hizmeti yapmakla görevli olan EGO Genel Müdürlüğü'nün, elindeki araçların yetersiz kalması ve artan toplu taşıma ihtiyacında özel işleticilerden yararlanılması amacıyla 1997 yılı içerisinde açılan ihaleler ile 400 adet Solo tipi otobüs hattı ile 95 adet çift katlı otobüsün çalıştırılmasının özelleştirilmesi yapılarak, 10 yıl süre ile işletme hakkının devri gerçekleştirildi. (Tunçer, 1998: 78-90) Bu işlem daha sonra süre uzatımı yoluyla sürdürülürken, iki başlı hizmet kalıcılaştı.

Zamanla raylı sistemlerin dayatması, kamuya ek bir harcama alanı açtı. Sonuç, açık bir çelişkiyi işaret ediyordu: "toplu taşıma hizmetlerinde, altyapısı hazır olan ve işleyen ulaşım alanlarının "özelleştirilmesi" gerçekleştirilirken, kuruluş maliyeti çok daha yüksek olan "raylı taşıma" hizmetlerinin yapım ve işletme yükün kamunun elinde kalmakta ve belediyelerin yetersiz gelirlerine yüklenmekteydi." (Tunçer, 2003: 173-188)

Otobüs ulaşımındaki yenileşmeler, günümüzde biyoyakıt, doğalgaz, elektrikli ve hidrojen pilli olarak gelişmeye devam etmektedir. Örneğin "Kuzey Avrupa, Amerika ve Çin'de elektrikli otobüs kullanımının yaygın olduğu... Avrupa'da Londra, Köln ve Roma gibi büyük şehirlerde bu araçların yaygınlaştırılması için sıfır emisyon bölgelerinin oluşturulduğu" bildirilirken; "Koç Topluluğu Şirketleri'nden Otokar'ın ürettiği Türkiye'nin ilk elektrikli otobüsü Doruk Electra'nın da İstanbul, İzmir, Samsun ve Antalya büyükşehir belediyeleri tarafından test edildiği" haberler arasında yerini almıştır. (URL 3)

"Brezilya'da da toplu taşıma araçlarında yakıt tasarrufu amacıyla Sao Paulo Belediyesi'nin, Mitsubishi ile anlaşarak daha önce biyoyakıt kullanan filosunu bataryalı araçlara dönüştürmeyi başardığı" bilgisi verilmektedir. (URL 4)

Yaklaşık olarak aynı tarihlerde de gelişen ve derinleşen ulaşım sorunları, kent yönetimlerinin daha teknoloji yoğun alanlara yönelmesini gerektirmiş ve metro yapımı uygulamaları (hafif ve ağır raylı taşımacılık olarak) kentlinin gündemine girmiştir. Söz konusu yatırımların büyük yatırım maliyetleri, kentlerin çağdaş finans modellere olan ilgisini de artırmıştır.

Metro ulaşımı, çağın yeni çözümü olarak diğer ülkelerden ülkemize yansıyan bir gereksinim olmuş, ülkemizden çok önce dünyanın birçok mega kenti metro ağının yaygınlığı ile yarışır duruma gelmişlerdir. Hatta kimi metrolar, kente dair simgesel bir rol kazanmışlardır. Örneğin "dünyanın en modern binalarının bulunduğu New York gibi görkemli kentin metrosu, son derece kirli ve bakımsız görünümlü, adeta korkutucu bir yapıda iken, Washington metro sistemindeki klimalı, modern dizaynlı istasyonlar eski ve yeniye adeta sembolize etmektedir." (Tunçer, 2008: 34-38)<sup>5</sup>

Aynı şekilde bugün büyüyen kentlerdeki ulaşım hizmetlerinin tekel özelliği de ekonomideki etkin güçlerini artırmaktadır. Bazı yatırım tür ya da zaman aralıkları için ticari anlamda karlı olmamaları birincil unsur olarak değerlendirilemez. Çünkü ekonomi dışı boyutları da en az bu

<sup>5</sup> "ABD şehirlerinin çoğu iki tür toplu taşıma sistemine sahiptir: Otobüsler ve trolleybüsler. Toplu taşımacılık oldukça güvenli ve dakiktir, otobüsler zaman çizelgelerinde gösterilen vakitte gelirler. Geniş arazi kaynağı nedeniyle New York gibi birkaç metropolitan kent dışında, yaygın yerleşimli konut yapılanmasıyla, Amerika'da kent içinde otobüs kullanımı kimi zaman diğer ülkelerdeki tempo dikkate alındığında, bıktırıcı derecede yavaş görünebilmektedir." (Tunçer, 2008: 34-38) Bu da ulaşımın rahat, itiş kakış olmaksızın ve konfor içinde yürütülmesi geleneğinden kaynaklanmaktadır.

yönleri kadar önemlidir. Atılğan buna New York'dan bir örnek vermektedir: “Doğal tekellerin ürettiği kamu hizmetlerinin sosyal ve kültürel yararları vardır. Bu alandaki kamu harcamaları beşeri sermayeyi artırmak ve sosyal bütünleşmeyi sağlamak için yapılmaktadır. Bilanço anlamındaki zararlar, makro düzeydeki yararları karşı karşıya koyup değerlendirmek yanlış olur. Hele yerel kamu hizmetlerinin piyasaya bırakılması son derece yanlış bir politikadır. Dünyanın en zengin ülkesi olan Amerika’da, dünya ticaretinin merkezi New York’da, her türlü özel ve toplu ulaşım imkanı var iken, 2005 sonunda yapılan 2 günlük metro grevi günde 1.5 milyar dolar zarar yarattı. Demek ki toplu ulaşımın, taşımacılık gelirlerinden başka yarattığı önemli zenginlikler vardır.” (Atılğan, 2006: 27)

Öte yandan toplu ulaşım uygulamaları sadece kentsel ekonomideki rolleri açısından değerli değildir. Aynı zamanda tartışmasız daha “çevreci” modellerdir. “Motorlu taşıt dizgelerinin yerini raylı taşıma dizgelerine bırakması” talebi, raylı dizgelerin aynı zamanda “enerji savurganlığının önlenmesine ve hava kirliliğinin azalmasına” sağladıkları katkılara da dayanmaktadır. (Keleş, 2014: 130) Özellikle yeraltını kullanabilen modeller ise ilk yatırım maliyetleri yüksek olmasına karşın, uzun erimde kent toprağı kullanım maliyetini de azaltmaktadır.

## Sonuç

Bu çalışmada David Harvey’in önerdiği anlamda “coğrafi muhayyile” kullanılarak, kentsel mekan dönüşümleri, ulaşım politikaları üzerinden okunmaya çalışılmıştır. Teknolojinin gelişmesine ve kentin büyümesine paralel olarak değişen, dönüşen ulaşım araçları, kentin sınıfsal paylaşımında da kolaylaştırıcı olarak işlev taşımışlardır.

Bugün kentiçi ulaşımındaki tüm dönüşümlere genel olarak bakıldığında, kente yapısal müdahalelerle gerçekleştirilen ekonomik işlevlendirme üzerinden, kentlilerin gereksinimlerinin farklılaştırıldığı saptanmaktadır. Özellikle özel araç odaklı bir şekillendirme tercihinin kullanılması; büyüyen kentlerin merkez-çevre ilişkilerini hem zorlaştırmakta hem de çalışma saatlerine bağlı olarak bağı koparmamayı seçmektedir. Ancak bu tercih, ulaşılabilirlik kanallarını kullanma açısından kentin sınıfsal farkını daha belirgin duruma getirmektedir.

Bu temel görevi nedeniyle, metropollerde toplu ulaşım politikalarının, kendi başına ekonomi yaratan bir araçsallığa sahip bulunduğu söylenebilir. Bütün bir ulaşım uygulama tarihi düşünüldüğünde, ulaşım hizmetlerinin, doğası itibarıyla “tekelci” olan mekan olgusuna, esneklik ve rant artışı getirdiği açıktır. Sorun bu rantın kullanımı konusunda yaratılan algılarda odaklanmaktadır. Harvey’in önerdiği şekilde, “coğrafi muhayyile”nin ve “mekansal bilinç”in etkin kullanımı halinde, sürece müdahale olanakları da belirecek, sınıfsal talepler mekansal içeriklerini kazanacaklardır.

Konut-ticaret olanakları ile kentsel mekanda ortaya çıkan ekonomik dönüşümler, daha somut ifade edildiklerinde, kent hakkına ilişkin kullanım alanları da işlerlik kazanabilecektir. Hem kentin korunması hem de kentli haklarının korunması adına bu kararlara katılım önem taşımaktadır. Avrupa Kentsel Şartı, kentliler için, -Her türlü kirlilikten, bozuk çarpık kentsel çevrelerden arınma hakkı (Sürdürülebilir Çevre) ve -Yaşadığı kentsel çevreyi demokratik koşullarda denetleyebilme hakkı (Katılımcılık) ilkelerini temel önemde görmektedir.

Bu hakların sadece yazılı metinler olarak kalmaması ve hayata geçmesi için de karar alıcıların kentlinin müdahale hakkına saygı göstermeleri gerekmektedir. Uzlaşma kültürü günümüzde büyük önem taşımaktadır. Uzlaşmaz tavırlar, toplumsal tansiyonun daha kolay yükselmesine neden olmaktadır. Bugün kentsel kalkışmalar olarak açığa çıkan eylemlilikler, Harvey'in aradığı sosyal adalet arayışının bir parçası olarak algılanmalıdır. Çünkü kenti kullanım değeri olarak önemseyen kentli ile kenti sadece değişim değeri üzerinden algılayan rant odaklı bakış, kentin temel çehresini de farklılaştırmaktadır.

Kent insani bir özgürlük ve işbölümü projesi olarak doğmuştur ve böyle kalması, insani boyutunun yaşamasına bağlıdır. Aksi halde, aşırı değerlendirilmiş yapılar mezarlığından başka bir anlamı olmayacaktır. Yapılması gereken şey, kent kararlarına yalın kararlar olarak değil, sonuçları itibariyle coğrafyayı nasıl dönüştürdükleri noktasından bakmayı kural haline getirmek gerekmektedir. Ayrıca kent eğer bir ekonomik düzenleme aracı ise bundan doğrudan zarar gören kesimler adına sosyal adaleti sağlayıcı müdahaleler yapılmalıdır. Ulaşım bu açıdan çok stratejik bir araçtır. Mekan kullanımını konusunda, ulaşımda yaşanan gelişmelerin sağladığı olanaklar için de Avrupa Kentsel Şartı metinleri, yalın ve kesin talep unsurları olarak kullanılmalıdır.

### **Kaynakça**

Akgül, B. Efe, M. (2010) Dünyada ve Türkiye'de Bölge Planlama Çalışmaları ve Bunların Karşılaştırılması, Çağdaş Yerel Yönetimler, C.19 S.4, s. 19-45. ([http://www.todaie.gov.tr/resimler/ekler/5b44a8bcb68ce21\\_ek.pdf?dergi=%C7a%F0da%FE%20Yerel%20Y%F6netimler%20Dergisi](http://www.todaie.gov.tr/resimler/ekler/5b44a8bcb68ce21_ek.pdf?dergi=%C7a%F0da%FE%20Yerel%20Y%F6netimler%20Dergisi)) (20.04.2015)

Akın, S. (2001), İstanbul'da Bir Zürafa, Çınar Yayınları, İstanbul.

Amıcıs, E. D. (1981), İstanbul (1874), Çev. Beynun Akyavaş, Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara.

Atılğan, A. (2006) Özelleştirme Raporu (Yerel Kamu Hizmetlerinde Özelleştirme-Su, Toplu Ulaşım-Çöp), Hizmet-İş Sendikası Yayınları, Ankara.

Avrupa Kentsel Şartı, (1996) Çev. Zerrin Yener ve Kumru Arapkirlioğlu, İçişleri Bakanlığı Mahalli İdareler Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara.

Benjamin, W. (2001) Son Bakışta Aşk (Metis Seçkileri) Haz. Nurdan Gürbilek, Üçüncü Basım, Metis Yayın, İstanbul.

Bloch, M., Feodal Toplum, Çev. M. Ali Kılıçbay, Doğu Batı Yayınları, 4. Baskı, Ankara.

Böll, H. (1967) Cüce İle Bebek, Çev. Kamuran Şipal, Cem Yayınevi, İstanbul.

Camus, A. (2010) Yabancı, Çev. Vedat Günyol, 33. Basım, Can Yayınları, İstanbul.

Denktaş, R. R. (2000) Kıbrıs: Elli Yılın Hikayesi, Hatıralar (Toplayış) 10.Cilt, Boğaziçi Yayınları.

Dickens, C. (2005) İki Şehrin Hikayesi, Çev. Mehmet Gökhan Topçu, Antik Dünya Klasikleri, İstanbul.

Ekinci, O. (2009) Uygarlıkların İzinde Kentsever Yazılar, Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul.

Harvey, D. (2002) Sınıfsal Yapı ve Mekansal Farklılaşma Kuramı, 20. Yüzyıl Kenti, Duru, Bülent Ayten Alkan (Der. ve Çev.), İmge Kitabevi, Ankara, ss.147-172.

- Harvey, D. (2006) Sosyal Adalet ve Şehir, Çev.Mehmet Moralı, 2. Basım, Metis Yay., İstanbul.
- Keleş,R. (2013) Kentleşme Politikası, 13. Basım, İmge Kitabevi, Ankara.
- Keleş, R. (2014) 100 Soruda Türkiye’de Kentleşme, Konut ve Gecekondu, Cem Yayınevi, İstanbul.
- Keleş, R. Mengi, A. (2014) İmar Hukuku’na Giriş, 2. Basım, İmge Kitabevi, Ankara.
- Laborit, H. (1990) İnsan ve Kent, Çev. Bertan Onaran, Payel Yayınevi, İstanbul.
- Llosa, M. V. (1984) Kent ve Köpekler, Çev.Sena Volkan, Alan Yayınevi, İstanbul.
- Orhangazi, Ö. – Gökçer Ö. (2000) Küresel Çevre Kirlenmesi ve Türkiye, Marksizm ve Ekoloji, Demirer, G.N. Duran, M., Gökçer, Ö. (Der.) Öteki Yayıncılık, Ankara, s.194-283.
- Tanpınar, A. H. (2005) Huzur, Dergah Yayınları, İstanbul.
- Tunçer (Fırat), A.S. (1998), Belediyelerde Özelleştirme Uygulamaları, TODAİE Çağdaş Yerel Yönetimler, C:7, S:1, Ankara, s.78-90.
- Tunçer (Fırat), A.S. (2003) Kent içi Ulaşım Konusunda Belediyelerce Yürütülen Düzenlemeler ve Yaşanan Sorunlar, 4.Ulaşım ve Trafik Kongresi, Ankara, 26-27 Eylül 2003, s.173-188.
- Tunçer (Fırat), A.S. (2008) “Amerika’da Toplu Ulaşım Üzerine Bazı Notlar”, Belediye Dünyası, C.9, S.5, s. 34-38.
- Uysal, M. (2013) Efsane Dekan (Anılarıyla Cevat Geray), İsim Yayınları, Ankara.
- URL 1- [http://www.cankaya.bel.tr/oku.php?yazi\\_id=470](http://www.cankaya.bel.tr/oku.php?yazi_id=470) (Avrupa Kentsel Şartı) (20.04.2015)
- URL 2- <http://www.ankara.gov.tr/Portal.asp?X=AB28> (Avrupalı Kentli Hakları Deklerasyonu) (20.04.2015)
- URL 3- <http://haber.star.com.tr/otohayat/turkiyenin-elektrikle-calisan-ilk-otobusu/haber - 76776> (20.04.2015)
- URL 4- <http://www.bugun.com.tr/son-dakika/dunyanin-elektrikle-calisan-ilk--haberi/1230259> (20.04.2015)

# **Arazi Kullanım Uyumlu Ulaşım Planlaması (AKUUP) Neden Mümkün Olamıyor? Sebepler ve Makro Öneriler**

## **Yavuz DUVARCI**

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Gülbahçe Kampüsü  
Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü  
35430, Urla İZMİR  
Tel: (232) 750 70 44  
E-Posta: yavuzduvarci@iyte.edu.tr

## **Nursen Kaya EROL**

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Gülbahçe Kampüsü  
Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü  
35430, Urla İZMİR  
Tel: (232) 750 7126  
E-Posta: nursenkaya@iyte.edu.tr

## **ÖZ**

Ülkemizde ulaşım planlama çalışmalarının her ne kadar arazi kullanımı uyumlu olması gerektiği sık vurgulanıyor ve bu doğrultuda çeşitli çalışmalar yapılıyor olsa da, çoğu iyi niyet ifadesinden ve “gerekli” retorikten öteye geçememekte, veya “kağıt üzerinde” politikalar ifadesi düzeyinde kalmaktadır. Bu konuda, şimdiye değin sistemli bir yaklaşım arayışına da rastlanmamıştır. Literatür ve planlama örneklerinden yola çıkarak, uyumlama biçimleri konusunda yeni bir yapılandırmaya gidilmesi tartışılmış, etkin bir arazi-kullanım-uyumlu ulaşım planlama (AKUUP) için, makro düzeyde ve kentsel bütünlükte mesleklerarası uyumlu planların elde edilmesinin ve yasal çerçevesinin oluşturulmasının gerekliliği vurgulanmıştır. Belirlenen uyum kriterlerine göre bazı ulaşım plan çalışmalarının ne ölçüde AKUUP sayılıp sayılmayacağı irdelendi, ve kriterlerin ilerideki benzer çalışmalarda yol gösterici olabileceği vurgulandı.

**Anahtar Kelimeler:** Arazi Kullanım Uyumlu Ulaşım, Ulaşım, İmar Planlaması

## **1. GİRİŞ**

Çalışmanın çıkış noktası, etkin bir “uyumlu planlama” süreci tanımlamasının, ve buna dayanan özel bir pratiğin gerekliliğidir. Burada amaçlanan, uyumlama (entegrasyon) konusunda daha sistemli yaklaşım getirebilmek kaygısıyla, uyum şekilleri konusunda bir yapılandırma getirebilmek, ve deneysel bir ilk çalışmaya adım atmış olmaktadır. Planlama meselelerini “bütünleşik” olarak ele alma sorunsalı KENTGES platformunda, özellikle sürdürülebilir mekanlar yaratmada tüm planların bütüncül ele alınması gerekliliği üzerinde durulmuştur; sürdürülebilir kent gelişimi stratejilerinden biri olarak “Kentsel ulaşım planlarının kent planları ile uyum ve bütünlüğünün sağlanmasına yönelik mevzuat düzenlemesi yapılacaktır” ibaresi kullanılmış, ve detaylı eylem alanları sıralanmıştır (KENTGES 2010). Kentlerin sürdürülebilirlik gereği yoğunlaştırılmasının bir yolunun

toplulaşıma, toplulaşım odaklı gelişmeler, raylı sistemlerin kalıcılığında ve dolayısıyla ulaşımın akıllıca planlanmış olmasından geçtiğine vurgu yapılmış, ulaşımın daha yürünebilir, temiz ve gürültüsüz çevreler oluşturulmasında araçsallığına yer verilmiştir (White Paper 2004, TCRP 2006, Newman & Kenworthy 1999, Özalp & Öcalır 2008, Hayashi & Roy 1996). Trafik yüklerinin azaltılması ve yol güvenliğinin artırılmasında arazi kullanım politikalarının etkin rolünün üzerinde durulmuştur (World Report 2004).

Kent kuramları temelde bize kentsel sistemlerle (land use, activity location) ulaşım sistemleri, ve aralarındaki etkileşimde ortaya çıkan olgular hakkında (en başta “erişilebilirlik” olgusundan başlayan) güçlü ilişki bağları olduğunu söyler; ilkin her kentsel toprak parçası diğerlerine ulaşım bağları ile ilişkilendirilir, ve erişilebilir olmalıdır; kentsel kullanımlar birbirlerine mümkün olduğunca ulaşım maliyetleri en az olacak şekilde ilişkilendirilmelidir. Mobilite açısından ise sık ve yaygın yol ağı “yaratılmış” ve “eklenmiş” talepler ortaya çıkacak şekilde hareketliliği ön plana alarak özel araç kullanımını ve kilometrajı artırır (Cervero 2003, Litman & Colman 2001). Kullanımlar ile ulaşım arasındaki uyumun, bir kentin plan hedefleri doğrultusunda daha kolay şekillenmesine hizmet edeceğini, bilhassa kalıcı sürdürülebilir çevrelerin yaratılmasında kilit rol oynayacağı sıkça vurgulanır. (Kenworthy & Laube 1996, Newman & Kenworthy 1992, Newman 1999, Boarnet 2008, Ward ve diğ. 2007)

Ancak pratikte çoğu zaman uyumun yukarıda sıralanan kentsel kuramlara dayanan “içeriksel” boyutunun pek sağlanamadığı da görülmektedir. Bu durum temelde aşağıda belirtilen iki kategorik nedenden kaynaklanmaktadır: (1) Ulaşım planlaması çalışmasının arazi kullanım uyumlu olması yönünde ciddi ve samimi niyetin, çabanın (kurumsal olarak da) bulunmaması, (2) Arazi kullanım uyumlu ulaşım planlaması niyeti ve çabası olduğu halde ise, farklı boyutlardaki uyumlandırma biçimleri konusunda; (a) teorik çalışmaların plan kısıtlılığından ve (b) uygulamadan kaynaklanan sorunların olması.

Bu noktada, kentsel kullanımlar (arazi kullanımı) ile ulaşım arasındaki uyum problemi “planlama kuramları”yla da ilişkilendirilir, ki burada plan yapım pratiği ile ilgili “işlemsel” (eylem) boyutunu ortaya çıkarır. Şehir planlama ile ilgili modern kuramlar da en temelde bize hem kentsel arazi kullanım tarzındaki plan eylemlerinin, hem de ulaşım planlarının özde bir (a) bütün içerisinde , ve (b) geniş kapsamlı (comprehensive) ve “stratejik plan” yaklaşımı kurgusunda ele alınabileceğini dikte eder (Koç & Çevikayak 2013); bu bütünlük mutlaka eş-zamanlı birlikte ele alışı şart koşar mı, yoksa ayrı ayrı ancak uyum içinde ele alışı mı gerektirir mi, tartışmanın ayrı boyutlarıdır. Ne ki, başlangıçta yalnızca arazi kullanım (imar) planları vardı, ulaşım planlaması sonradan içinden çıkmadığı.

Çeşitli kaynaklarda uyuma engel oluşturan unsurlar şu şekilde ifade edilmiştir (Ward ve diğ. 2007, May 2005) a) yasal ve kurumsal pürüzler, b) finansal pürüzler, c) politik ve kültürel pürüzler, d) pratik ve teknoloji ile ilgili pürüzler. TRANSPLUS (2013) çalışmasından çıkarılan sonuçlara göre pürüzler; (a) örgütsel çelişki ve karmaşasından, b) plan çelişkisi ve karmaşasından, c) mesleki çelişkilerden kaynaklanır, diye tanımlanmıştır.

Arazi kullanım uyumlu ulaşım planlaması öncelikle, çok çeşitli alanlardan pek çok aktörün ve uzmanın bir araya getirilmesini gerektirir ki çoğu kez komplike ve idari maliyetler yaratabilecek bir dizi eylemi içerir. Tüm bu engelleri zaman yitirmeden ve en az maliyetle aşmak için, organizasyon şeması ve “disiplinlerarası kapsamlı” bir “protokol belirleme” yaklaşımı gerektirir (Yetişkul & Şenbil 2010). Yeni 6360 sayılı planlama kanunu ile getirilen yeni düzenlemeler ışığında, eski “Kapsamlı Planlama” ile yeni “Stratejik Mekansal Planlama” arasında ulaşımın uyumlandırılmasında belirgin bir fark oluşmuştur. İlkinde yalnızca fiziki olarak yol şebekeleri gösterilirken, ikincisinde ulaşım altyapılarını yaratacak sermayenin



bulunması ve yönlendirilmesi gibi hedefler de yer almaktadır (Ersoy 2013). Farklı disiplinlerin beraber çalışıp, bütünleşik master plan üretimine ilişkin de tanımlanmış bir rehber, ön çalışma, yahut “arayüz” planlama uyumlandırma süreci halen yoktur. Uyuma ilişkin yönetsel bir belirleme olmaması, net olarak gerekli makro ve arazi kullanım parametreleri tanımlanmamış olması, uzmanlık bilgi eksikliği, mesleki işbirliği eksiklikleri uyumun temel sorunlarındandır.

Bu çalışmada arazi kullanım uyumlu ulaşım planlaması (AKUUP) çalışmalarında teorik çerçeveden ve plan uygulamadan kaynaklanan sorunlara odaklanılmaktadır; kavramsal netleştirmeden sonra uyum durumunu ülkemiz bağlamında tespit etmek üzere çeşitli plan çalışma örnekleri incelenerek bir dizi uyum ölçütü üzerinden değerlendirme yapılacaktır. Uyumun hangi yöntem ve süreçlerde gerçekleştirilebileceği tartışılacak, belirlenen uyum kriterlerine (türlerine) göre kurumsal yapı ve planlama pratiğine doğru genel öneriler çıkarılabilecektir.

## **2. ARAZİ KULLANIM UYUMLU ULAŞIM PLANLAMASI: KAVRAMSAL VE KURAMSAL İNCELEME**

Her iki planlama alanı pratikte bazı farklılıklar göstermekle birlikte, Giriş’te sunulan kent ve planlama kuramları çerçevesinde, özde planlamanın temel kuramlarına göre ve aynı temel prensiplere göre işlerler; ne ki, ulaşım planlaması, arazi kullanımı-bazlı imar planından farklı planlama kavramsallaştırması, rutini, gelenekleri olan bir planlama yaklaşımıdır. Temel farklılık olarak, (a) 4-step modelleme esası üzerine kurulu olması, ve günlük trafik boyutu ile (b) günümüzde gerçek-zamanlı (dinamik) trafik yönetimi ve veri toplama neticesinde planlama eyleminin operasyonel “yönetime” evrilerek “anlık” ve dinamik bir yapıya dönüşmesidir (Buna mukabil, arazi kullanım planlamasında kullanımların daha uzun vadede değişime ayak direyen nitelikte gerçekleşmesi iki planlama rutini arasında ele alış farklılıklarını doğurmakta, ve birebir etkileşimi engelleyen, geciktiren ve farklılaşan disiplinler haline getirmektedir). Bu konuda literatürde yeterli çalışma bulunmamaktadır. Halbuki, bu iki planlama alanının ortaya koyacağı çalışmaların ayrı ayrı yürütülmesi yerine uyumlu bir yöntem/süreçle ele alınmasının gerekliliği ve avantajlarına yukarıda kısaca değinilmişti. Ortaya konan tespitler sonucunda denilebilir ki, iki planlama disiplini arasında uyumlandırma sorunsalında en temelde, Giriş’te bahis olunduğu gibi bir “planlama” pratiği ve “kentsel” kuramlara dair tartışma eksenini (boyut) belirginleşmektedir; birbirine etkiler (olumlu/olumsuz, kısa vade/uzun vade, vb.) olduğu bilinci (Nijkamp & Blaas 1994), ve bilgilere vakıf olma, ve ikisi arasında uyum arama bu çalışmada kısaca “içeriksel” olarak tanımlanmıştır.

Bu çalışmanın en temelde ortaya koyduğu, söz konusu farklı boyutlarda uyumlamanın ne şekillerde olabileceği üzerine olacaktır; Zamansal ve işlem/içerik eksenlerinden kaynaklı ortaya çıkan temelde dört ana uyum biçimi, daha sonra kendi içlerinde normatif (plana konu reformist yaklaşım) ve statüko (mevcut plandışı gelişmeler) alt yaklaşımlar olarak tanımlanabilir (Tablo 1).

Tablo 1. Planlama çalışmalarının uyum boyutları matrisi

	<b>Eş Zamanlı ve/veya bütün</b>	<b>Zaman farklı uyumlandırma (time lag), ve/veya ayrı planlar</b>
<b>İşlemsel, planlama eylemindeki uyum (planlama kuramı bazlı)</b>	<p><b>Reformcu (plana konu)</b> <b>statüko (plan dışı)</b></p> <p>1. Birlikte, bütüncül koordineli çalışma anlamında uyum (aynı anda, ortamda)</p> <p>2. Gerçek yaşamda (plan dışı) anlık politikalar, müdahaleler</p>	<p><b>Reformcu (plana konu)</b> <b>statüko (plan dışı)</b></p> <p>3. Ayrı zamanlarda ayrı plan eylemleri (veya bütünün ayrı parçaları olarak), ötekine <b>veri göndermeli</b>, ortak parametre kullanma</p> <p>4. Gerçeklikte olguların etkilerini plan dışı müdahaleleri <b>uzun vade girdi-çıkıtı etkileri</b> üzerinden</p>
<b>İçeriksel, ilkesel hedefler bağlamında uyum (kent kuramı bazlı)</b>	<p>5. Birlikte aynı hedef ve ilkelere göre aynı zamanda (<b>plana konu</b>) uyum (ücret değişikliği)</p> <p>6. Gerçek yaşamda aynı anda/kısa vadede <b>etki olarak</b> ulaşım-ak olgularının kendi kendine etkileşmesi</p>	<p>7. Ulaşım ve kentsel olgulara (plan sonucu) olası etkileri değerlendiril., etkilere vakıf olma, kontrol etme, kısa/uzun vade politika, zaman etkileşimlerini izleme</p> <p>8. Olguların kendi aralarında orta/ uzun vadede etkileşimleri</p>

Ancak, bu çalışmasının asıl ilgi alanı, “eş-zamanlı” yahut “farklı zamanlı” işlemsel uyum (“planlama kuramlarına tabi olan” uyumlama) süreçlerine bakmaktır. Buna göre, esasen planlamada üç temel uyumlama net olarak görülür;

1. **Uyumlu Arazi Kullanım ve Ulaşım Planlaması:** İki planlama çalışmasının “tek” ve birlikte ele alındığı (eş-zamanlı) süreç (AK $\leftrightarrow$ U),
2. **Birbirinin verilerini kullanan Uyumlu Arazi ve Ulaşım Planlamaları:** Ulaşım verilerinin imar planlarına yansıtıldığı, arazi kullanım verilerinin ulaşım planlamasına yansıtıldığı birbirine zamansal farklarla veri ileten planlama süreçleri (U $\rightarrow$ AK), veya (AK $\rightarrow$ U)
3. **Ulaşım Planlama ve Arazi kullanım planlarının ortak hedef ve ilkeler (sürdürülebilir çevreler gibi, “kentsel” kuramlardan gelen ilkeler çerçevesinde) etrafında dikkate alındığı çalışmalar:** Birbirini destekleyen olgular olduğu ve sürdürülebilirlik kabulüyle, birbirlerini nasıl etkiledikleri bilgisine göre hareket eden, ve konular üzerinden içrek (içeriğe dair) olarak aynı ortak hedeflere koşan çalışmalar.

Bu çalışmada ağırlıklı olarak 2. tür durumda olduğu gibi (1. durum fazlaca ideal olduğu kabulü ile) işlem (planlama eylemi) bazında A.K. uyumlu ulaşım planlamasındaki uyum üzerinde durulacaktır.

## 2.1. Ulaşım Planlaması Süreci

Yol hatları ve yol genişliklerini ezberden belirlemenin ötesinde bir ulaşım planlama rutini Batı’da ilkin Pennsylvania Üniversitesi çıkışlı bir 4-aşamalı modelleme üzerinden 70li yılların sonlarına doğru ortaya çıkmıştır (50’li yıllarda geliştirilmeye başlanmış, 70’li yıllarda olgunlaştırılmıştır) (Banister 2002, Hunt ve diğ. 2006, Bly & Webster 1984, Barra 1989). Modelleme teknikleri gerektirmekte, simülasyonlar sonucunda politikalar bilgi-bazlı oluşturulmakta, ve bilgisayar ortamında ilgili yazılımları kullanabilmek gerekmektedir.

Bilgisayar teknolojisindeki bilgi-işlem hızının artışı ile, bir kesinti döneminden sonra tekrar arazi kullanım parametrelerinin entegre edilebilmesi mümkün olabildi. CAD/CBS tabanlı TransCAD, EMME/2 gibi modelleme programları istenirse arazi kullanımı modlu işletilebilmektedir (Wang 2005). Pek çoğu ilk çıktığı zamanlarda arazi kullanım bazlı çalışma başlatmanın önemini kavramış olup (TeleCLUG, UNTODES, STRAD, ILUTP, MEPLAN, TOPAZ, LIMDEB, TRANUS gibi) “Lowry-based” arazi uyumlu planlama kavramsallaştırmasına dayanıyordu (Wynn 1985, Barra 1989, Duvarcı & Kutluca 2010, Waddell 2005). UrbanSim ise, örneğin ulaşım-uyumlu bir arazi kullanım modeli paketidir (Waddell 2002). Fakat arazi kullanımına salt ulaşım ve erişim maliyetlerine etkisi açısından bakılmış, bunların parametre değerleri olarak değerlendirildiği “sığ” diyebileceğimiz bir “uyum” anlayışı doğmuştur. Günümüze gelindiğinde, gerçek-zaman ve dinamik değişimlerinin incelenmesi, ve dinamik trafik planlamasına yansıtılması henüz mümkün olabilmıştır (DTA-Dinamik Trafik Ataması simülasyonları) (Mokhtarian ve diğ. 2006, Thill ve diğ. 2004, Pendyala & Bhat 2006, Peeta & Zhang 2004). Ancak, hala en belirleyici olan planlama biçimi uzun-vadeye hitabeden geleneksel ulaşım planlama (master plan) çalışmasıdır; arazi kullanım planlaması ile dirsek teması ve genel çerçeve çizmek için gereklidir. Diğer yandan, genelde getirilen salt “mühendislik bakış-açılı” arz talep yönetimi ve trafik rahatlatma-bazlı çözümler uyum sürecinde palyatif kalmıştır (Downs 1992). (Mokhtarian ve diğ. 2006, Banister 2002). Ayrıca, kentsel sistemler (aktivite yer seçim) ve ulaşım sistemlerinin ardışık olarak birbirini karşılıklı belirleme ve etkileme süreçleri, CEMDAP gibi aktivite-bazlı modelleme çalışmalarında yolculukların kentsel aktiviteden türetilmesi esası üzerinde de durulmuştur (Kitamura 1996, Bowman & Ben-Akiva 2000, Bhat ve diğ. 2004, Sivakumar 2007). Kentler, ve hele metropolitan bölgeler oldukça karmaşık ve içindeki her olgunun birbiriyle etkileşim içinde olduğu (ekoloji yaklaşımına uygun) sistemlerdir (Newman 1999); ancak, sağlıklı planlama çalışmaları için, kentin karmaşık dinamiklerini analiz edebilen bir şehir plancısı uzman yönetiminde bu çalışmalar diğer olgulardan fazla soyutlamadan yapılmalıdır (Tankut ve diğ. 2002; Özalp ve Öcalır 2008). Kentsel planlamanın, bu nedenle ulaşım planlamasına daha fazla girdisi olmalıdır (ICF 2005).

Bu konuda önem arzeden bir başka konu da, ortak parametrelerin (1) nasıl tanımlanacağı, (2) nasıl ele alınacağı, ve ölçüleceği konusudur. Benzer parametrelerin tanımlanması ve makro kentsel parametrelerin nasıl ele alınacağı çok az tartışılmıştır (Şenbil ve Fujiwara 2005, Kenworthy ve Laube 1996, Cervero 2002, Yetişkul ve Şenbil 2010). Kent formu, cadde örüntüsü, arazi kullanım dengesi, doku, vb. faktörler, yolculuk modellemesinin yolculuk yaratımından başlayıp, trafik atamasına değin etki eden unsurlar olabileceği henüz farkedilmiş konulardır (Zorlu 2008, Cervero 2002, Duvarcı ve diğ. 2010).

iki planlamanın süreçleri arasında, gelinen noktada, istisnalar olmakla birlikte henüz net bağlar ve ilişki kurulamamış gibidir. İki temel plan eylemi yaklaşımında, hem kuramsal bir çelişki (buradaki kuramdan kastedilen planlama kuramlarıdır), hem de temporal bir bağdaşmazlıktan kaynaklanan sorunlar yaşanabilmektedir (birlikte, “iyi niyetli” ve interdisipliner uyumlu bir planlama yaklaşımı sergilense dahi):

1. Öncelikle, kuramsal bazda, **“eş-zamanlı (senkron) birlikte”** : uyum ideal olmakla birlikte gerçeklikte (veya pratikte) pek de kolay olamayan bir planlama biçimidir (Şekil 1).



Şekil 1. Eş-zamanlı “yekpare” örtüşük planlama (iki planlama eylemi tam üst üste oturmasa da ayrışmalar, hem planlama çalışmalarından hem de gerçek olguların kendilerinde oluşabilir)



Hemen tüm ulaşım planlama çalışmaları arazi-kullanım uyumlu (yine imar planlama çalışmalarının çoğu da ulaşım uyumlu) olduklarını ifade etmektedirler. Bu retorik ibare niyet tebliği ötesinde ne derece doğrudur, tartışmalıdır. Oysa planlama pratiği ve plan sonrası gelişmelere baktığımızda bugün kentlerimizde çıplak gözle dahi gözlemediğimizde sonuçta bir **uyum sorunu** olduğunu farketmekteyiz. Örn; plan kararlarında metro ve toplu ulaşım sistemlerine ağırlık verilecektir denmesine ve uygulamanın da bu şekilde yapılmasına rağmen, arazi kullanım kararlarının uyumsuzluğu nedeniyle trafik tıkanıklıkları, aşırı parklanma problemleri ve yaya erişiminde kesintiler gibi durumlar halihazırda oluşmaktadır. Ancak, bazı plan çalışmalarında en azından ilkesel vurgulamalar vardır, ve içeriksel uyuma dikkat çekilmiştir: Örn; metro istasyonları çevresinde mümkün olduğunca karma kullanım ve yoğunluk artışlarına dikkat etmek “içeriksel” bir uyum emaresidir. Plan notları uygun bir şekilde konur, ancak hala net ve kesin uygulama kararları yoktur. Ne var ki, başarı (performans) kriterleri konmuş mudur, ve süreç başından sonuna izlenmiş midir? Sonuçların ve uzun vade etkileri izlenmekte midir?

## 2.2. Arazi kullanım uyumlu ulaşım planlaması ölçütleri

A.K. uyumlu ulaşım planlamasından sadece ulaşım ile ilgili ölçütleri alan değil, erişilebilirlik, kentin farklı noktalarındaki yoğunluklar, merkezi iş, rekreasyon, kentsel donatı, konut, vb. alanların yerleşimi, mekansal değişimler, demografik yapı, sosyo-ekonomik dağılımlar, rant dağılımları, vb. gibi konuların da içerildiği “içeriğe” ilişkin bir planlama yaklaşımı olması beklenir. Kullanımların birbiriyle etkileşim dengeleri, ve işyeri-konut mekansal dağılımlarının dengesinin (Downs 1992), ve karşılaşılan eşik ve engellerin ne olduğunun bilinmesi, gibi konular da bu kapsamda ele alınmalıdır.

Ulaşım planlarının arazi kullanım uyumluluğunu değerlendirmek için aşağıda belirtilen ana konular üzerinden incelenmesi ve değerlendirilmesi uygun olacaktır:

- Birbirlerinin plan hedeflerini, ilkelerini, hedef yılını baz alıp almadıkları,
- Planların birbirlerinin verisini, etkilerini (birinin çıktısı diğerinin girdisi) kullanıp/değerlendirip değerlendirmedikleri,
- Zamansal uyuma dikkat edilmiş mi?
- Makro arazi kullanım parametrelerinin diğer parametreler arasında etkililiğinin belirgin düzeyde olup olmadığının araştırılması, bu çerçevede özellikle ele alınması gereken konular:
  - o Karışık kullanımlı (mixed-use) olup olmaması, (Petersen 2004)
  - o Kentsel kullanımların belli bir hiyerarşik yapı içinde ve dengeli dağılım gösterip göstermemesi (Downs 1992) (örneğin; İstanbul’da hemen tüm merkezi aktivitelerin Avrupa yakasına yığılması sonucunda Avrupa-Asya yakaları arasında köprüden geçen araç trafiği oranlarında yüksek artışlar ve zamansal dağılımlarında da dengesizlikler yaşanmaktadır (Gerçek 1998).
  - o Kent formunun türü: derişik (compact) veya yaygın yağ lekesi (sprawling) biçiminde olup olmaması,
  - o Kentin yoğunluk durumu: düşük, orta, yüksek yoğunlukta olup olmaması.

## 3. ARAZİ KULLANIM UYUMLU ULAŞIM PLANLAMASI ÖRNEKLERİNDEN BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde arazi kullanım uyumlu ulaşım planlaması çalışmalarına Türkiye pratiği üzerinden bakılarak bir inceleme ve değerlendirme yapılmıştır.

Tablo 2’de genel özellikleri verilmiş altı ulaşım planlama çalışması plan raporları üzerinden incelenmiş ve arazi-kullanım-uyumlu olup olmadıkları yönünde değerlendirilmiştir. Bu konuda, ülkemize ilişkin benzer bir genel değerlendirme çalışması yapılmış (Özalp & Öcalır 2008), ancak ulaşım planlama çalışmalarının ne derece arazi kullanım uyumlu olup olmadıklarına yüzeysel bakılmış, detaylı olarak incelenmemiştir; tüm yapılan çalışmaların yaklaşık yarısı model-bazlı, %70’inde imar plan ilişkisi bulunduğu, yine %80’inin tüm kenti kapsadığı ortaya konmuştur. Arazi kullanım uyumlu olup olmadıkları konusunda ise, sadece ilgili parametreleri ele alıp almadıkları üzerinden değerlendirilmiştir.

Tablo 2. Örnek plan çalışmalarının genel özellikleri

ULAŞIM PLANLARI	Alan nüfusu Hedef nüfus	Plan dönemi & hedef yıl	Örneklem Büyük.	Yüklenici kurum
<b>İzmir Heusch-Boesefeld</b> (izm.ö)	1,750,000 4,000,000	1990-1992 2010	2500 hane (10000 kişi)	Heusch_Boe sefeldt
<b>İzmir Ulaşım Ana Planı</b> (izm.s)	3,700,000 5,700,000	2007-2009 2030	-?	İBŞB/DEÜ
<b>İstanbul Nazım Ulaşım (ist)</b>	11,500,000 -?	2005-2009 2023	90,000 hane 264,000 kişi	İUAP/JICA
<b>Balikesir</b> (bal)	186,000 -?	1993-1994 -?	364 hane	Gazi Ün./DLH
<b>Aydın</b> (ayd)	125,000 -?	-?	-?	Aydın Bel.
<b>Trabzon</b> (tra)	170,000 2010	1990-1993 300,000	363 hane 1550 kişi	Gazi Ün./DLH

Örnek seçimi yapılırken incelenecek ulaşım planlarının “ana” veya “master” plan başlığı veya niteliği taşımalarına, geniş kapsamlı ve uzun vadeli olmalarına, ve özellikle “arazi- uyumlu olmak” iddiasının bulunmasına dikkat edildi. Özellikle, ulaşım master plan çalışmalarının hız kazandığı 90’lı yılların başından itibaren örnek seçimine dikkat edildi. Çalışma kapsamında çeşitli ölçütler üzerinden yapılan değerlendirme, salt bir yöntem denemesi ve önerisi olup, öznel ve uzmanlardan uzmana, bakış açısına göre değişebileceği dikkate alınmalıdır.

Tablo 3. Arazi Kullanım Uyum Kriterlerine uygunluk analizi

	a. Niyet dahi yok (gözlenme yen prj.)	b. salt niyet ilkesi? (retorik)	c. Niyet & işleme başlamış	d. Niyet konmuş, Tüm başarı yok	e. Tümünden başarılı uyum
1.Arazi kullanım uyumuna ilişkin <b>güçlü</b> bir ifade, tanımlı bir uyum protokolü var mı?		<b>İzm.s</b> <b>İzm.ö</b> <b>Tra, bal</b>	<b>İst</b> <b>Ayd</b>	<b>İst</b> <b>İzm.s</b>	
2.Arazi kullanım verileri kullanılmış mı?	<b>ayd</b>		<b>İst</b> <b>İzm.s</b> <b>İzm.ö</b> <b>Tra</b>	<b>İst</b> <b>İzm.ö</b>	
3.Mesleklerarası birlikte çalışma var mı?	<b>İzm.ö</b> <b>bal</b>	<b>Tra</b>	<b>İst</b> <b>İzm.s</b>	<b>ist</b>	
4. Arazi kullanım ölçütleri kullanılmış mı ?	<b>Bal</b> <b>ayd</b>	<b>İzm.s</b> <b>İzm.ö</b> <b>Tra</b>	<b>İst</b>		
5.Önceki A.K. plan çalışmasına referans var mı? Verisi, çıktısı kullanılmış mı?	<b>Tra</b> <b>ayd</b>	<b>bal</b>	<b>İst</b> <b>İzm.s</b> <b>İzm.ö</b>	<b>İzm.ö</b>	
6.Mevcut (veya geleceğin) arazi kullanım gelişmelerini kullanma var mı?			<b>İst, İzm.s</b> <b>İzm.ö,</b> <b>Tra</b> <b>Bal, ayd</b>	<b>İzm.s</b> <b>İzm.ö</b> <b>Tra</b> <b>bal</b>	

7.Sonraki arazi kullanımı plan çalışmasına ilişkin sonuçlar çıkarmış mı?	Tra bal	İst İzm.s İzm.ö			
8.Zaman farklı kabul (time-lag) birbirini takibeden (bağımlı planlar) uyum arayışı var mı? (sorun var mı?) <b>Zamanlama uyumu?</b>	İzm.s İzm.ö Tra, bal ayd	İst			
9.Zaman farkı kabulü olup bağımsız planların etkileşimi kabulüne dayanan uyum var mı?	İzm.ö	Tra	ist	ist	
10.U.P. çıktılarının arazi kullanım gelişmelerine olası etkisi (olumlu, olumsuz) vurgulanmış? veya başarı kriterleri konmuş mu	Tra	İzm.s Bal ayd	İst İzm.ö	İst İzm.ö	ist
11.kurumlararası uyum görülüyor mu çalışmada?		İzm.s İzm.ö Tra	İst ayd		
12.Uzmanca bir uyumlandırma çalışması olmuş mu? Tüm kentsel dinamikler düşün' mü?	ayd	İzm.s İzm.ö Tra, bal	ist	ist	
13.A.K. hedef ve politikalarını aynen kabul edip ona uyan "hedef-odaklı" bir uyum mu izledi?	İst	İzm.s İzm.ö bal	İzm.s Tra, ayd	Tra ayd	
14.Mikro dışında, makro kentsel parametreler de ele alınmış mı? (modelde veya başka)	İzm.ö Tra ayd	İst İzm.s			

Ayrıca, tablodaki kriterlere ek olarak "5-10 yıl sonra planın sonraki A.K planına veya arazi kullanımlarına etkileri oldu mu? Yahut "şiddetli" uyumsuzluk var mı?" gibi bir son değerlendirme sorusu eklenebilir. Yukardaki uyum değerlendirme tablosu, ana hatlarıyla şu şekilde yorumlanabilir:

- Yapılan çalışmalardan **uyum açısından** en ideale yakın çalışma İstanbul U.P. olmuştur..
- İncelenen hiç bir planlama A.K. uyumluluğu açısından tam olarak tatmin edici değildir.
- Kesinlikle takip edilmeyen kriter, zaman farklı kabul A.K. ve Ulaşım planlarının birbirini takip etmesi konusudur. Makro parametreler bazında uyuma ise fazla dikkat edilmemiştir.

2006-2007 dönemi İzmir ulaşım ana planına göz atıldığında, arzu edilen anlamda uyum gözetildiğine dair bir izlenim görülmediği, AKUUP'da da ancak "niyet" bazında zayıf ifade edildiği görülür (Yalnızca İzmir Kentsel Bölge nazım imar planının İzmir merkez için getirdiği uzun vadeli stratejiler ve gelişme önerilerini esas aldığı betimler) (İzmir UAP 2010). Benzer durum önceki Heusch-Boesefeldt Plan çalışmasında gözlenir; arazi kullanım verilerine yer verilmiş ve özellikle de istihdam figürleri planlamada kullanılmış, "içeriksel" olarak da bir uyum sürecine gidileceği ifade olunmaz. "Planlama" örnekleri dışında ayrıca yerel yönetimlerin "plan dışı" uygulama ve ulaşım politikaları da önemlidir. Ulaşım planlama çalışmalarında toplu taşıma ücretleme, park ücretleri ve özel araç kullanım vergisi politikaları, vb. ulaşım politikaları da gerçekte meşru bir zemine oturtularak "plan dahilinde" bir belirlemeye tabi olabilir (ücret ve "tarife" parametreleri yoculuk talep tahmin yazılımlarında dahi yer almaktadır).

#### 4. SONUÇ-tartışma soruları, öneriler

Çalışma kapsamında ele alınan sorular, uyum türleri daha geniş ölçekte tartışılmalıdır. Burada, mikro ölçekte, bir kaç örnek üzerinden uyum kriterlerinin sağlanıp sağlanmadığı test edilmiş, ve sorunlar olabileceği görülmüştür. Ancak burada yapılan "check-list" öznel bir



değerlendirme olup, bir “model” ve yaklaşım sunma çabasıdır. Sunulan “Uyumlama protokollerinin” oluşturulmasında, şu önemli soruları tartışmak önemli olmalıdır;

- Bahsi geçen “uyum” (integration) ne anlama gelmektedir? Ne tür bir uyum kastedilmektedir?
- Uyum yalnızca retorik ve iyi niyet söylemleri düzeyinde mi kalmıştır? Kaydedilmiş bir başarı öyküsü (dünyada ve ülkemizde) var mıdır?
- Uyum, mesleklerarası ve interdisipliner tarzda bir işbirliği ile olabilecek midir?
- Planlar ayrı ayrı uyumsuz hazırlanırsa bunun sonuçları ne olur, topluma maliyeti ne olur? Eş-zamanlı ve “Yekpare” çalışma mümkün mü?

Plan yapım pratiğine ilişkin ve “mesleklerarası” uyumla plan ele alışına ilişkin öneriler de uyum sorununa katkıda bulunmaktadır, ancak burada ele alınmamıştır; çıkan sonuçlar tartışılarak, burdan belirlenen uyum kriterlerine (yahut biçimlerine) göre ülkemizde uyumlu planlama çabalarına ilişkin genel sonuçlara varılmış, ve yeni bir planlama pratiğine doğru genel öneriler de çıkarılmıştır. Ulaşımçı ve plancıların vakit geçirmeden kafa kafaya verip, konuyu masaya yatırmaları gerekmektedir. Genel olarak, uyumlu plan elde etmenin yolunun temelde eş-zamanlı ve tek birleşik plan rutini ile daha sağlıklı olabileceği, ve bu yapılamıyorsa, ayrı planların uyumlandırılmasında, kurum ve disiplinlerin bir araya gelerek uyum parametreleri, ilkeler ve etkileşimler üzerine çalışması, bir “uyumlu plan işleyiş protokolü” tanımlanması, ve sonrasında bu protokolü baz alan plan çalışmalarının yapılması önerilir.

## Kaynaklar

1. Banister, D. (2002) *Transport Planning*. London: E & FN Spon.
2. Barra, T. (1989) *Integrated Land-use and Transport Modeling: Decision Chains and Hierarchies*, Cambridge Univ. Press Cambridge.
3. Bhat, C.R., ve diğ. (2004) Comprehensive Econometric, Microsimulator for Daily Activity-Travel Patterns, *Transportation Research Record*, Vol. 1894, pp. 57-66
4. Bly, P. H. ve Webster, F. V. (1984) Land Use/Transport Models: How Affective Are They?, *Economics* 305, March/April
5. Boarnet, M. G. (2008) Transportation Infrastructure and Sustainable Development: New Planning Approaches for Urban Growth, *Access* 33, fall
6. Bowman, J. L. ve Ben-Akiva, M. E. (2000) Activity-based disaggregate travel demand model system with activity schedules, *Transportation Research Part A* 35, pp. 1-28
7. Cervero, R. (2002) Built Environments and Mode Choice, *Transportation Research D*, Vol. 7, pp. 265-284
8. Cervero, R. (2003) Road Expansion, Urban Growth, and Induced Travel: A Path Analysis, *J. of the Amer. Plan. Assoc.*, Vol. 69, n.1, pp.145-163
9. Downs, A. (1992) *Stuck in Traffic: Coping with Peak Hour Traffic Congestion*, Washington D.C., Brookings Inst.
10. Duvarcı, Y., ve diğ. (2010) Ulaşım planlamasında unutulmuş parametre: Kent makroformu, 1. Ulusal Planlamada Sayısal Modeller Sempozyumu, 24-26 Kasım, İTÜ Mimarlık Fak., İstanbul, pp. 563-575
11. Duvarcı, Y. ve Kutluca, A. K. (2010) Planlama Eğitiminde Oyun Kuramı ve Simülasyon Tekniklerini Yeniden Düşünmek, *Kent ve Toplum*, 1(2), Mart/Haziran, pp.36-102
12. Ersoy, M. (2013) 6360 Sayılı Yasa ve Mekansal Planlama Sorunları, *GAP Belediyeler Birliği Dergisi*, 2013
13. Ewing, R. ve diğ. (1996) Land Use Impacts on Trip Generation Rates. *Transportation Research Record* 1518, pp.1-6



14. Gerçek, H. (1998) Arazi Kullanımı – Ulaşım İlişkisi Çerçevesinde İstanbul Ulaşım Ana Planı, Mimarlık 283, pp.46-51
15. Hayashi, Y. ve Roy, J. (ed.),(1996) Transport, Land-use and the Environment, Cluwer Academic Publ., Dordrecht.
16. Hunt, J. D. ve diğ. (2006) Using Input-output Tables and Social Accounting Matrices in the Development of Land Use Transport Interaction Models, Annual TRB Conference, Washington D.C. Ocak 25-26
17. ICF (2005) Handbook on Integrating Land Use Considerations into Transportation Projects to Address Induced Growth, hazırlayan: ICF Consulting (Rapor), AASHTO, Fairfax VI, March.
18. Kane, L. ve Mistro, D. (2003) Changes in Transport Planning Policy: Changes in Transport Methodology, Transportation 30, pp.113-131
19. Kenworthy, J. R. ve Laube, F. B. (1996) Automobile Dependence in Cities: an International Comparison of Urban Transport and Land Use Patterns with implications for Sustainability, Environment Impact Assessment Review 16, pp. 279-308
20. KENTGES, Bütünleşik Kentsel Gelişme Stratejisi ve Eylem Planı, 4 kasım 2010 (Resmi Gazete), 2010-2023, Ankara
21. Kitamura, R. (1996) Applications of Models of Activity Behaviour for Activity-based Demand Forecasting, TMIP, Activity-based Travel Forecasting Conference Proceedings, 2-5 June 1996. Washington D. C.: USDOT, Texas Transportation Institute
22. Koç, N. Y. ve Çevikayak, G. (2013) Mekan planlama anlayışındaki değişim kapsamında İzmir kentinin üst ölçekli planlarının irdelenmesi, TMMOB 2. İzmir Kent Sempozyumu, 28-30 Kasım, pp. 197-210
23. Litman, T. ve Colman, S. B. (2001) Generated Traffic: Implications for Transport Planning, ITE Journal, 71(4), pp.38-47
24. May, A. D. (2005) Developing Sustainable Urban Land Use and Transport Strategies: A Decision Makers' Guidebook. European Commission, Community Research, Leeds
25. Mokhtarian, P. L. ve diğ. (2006) The Impacts of ICT on Leisure Activities and Travel: A Conceptual Exploration. Transportation, Vol. 33, pp. 263-289
26. Newman, P. ve diğ. (1992) Housing, Transport and Urban Form, The National Housing Strategy (NHS), Murdoch Univ.
27. Newman, P. ve Kenworthy, J. (1999) Sustainability and Cities: Overcoming Automobile Dependence, Island Press, Washington D. C.
28. Newman, P. (1999) Sustainability and Cities: Extending the Metabolism Model, Landscape and Urban Planning 44, pp.219-226
29. Nijkamp, P. ve Blaas, E. (1994) Impact Assessment and Evaluation in Transportation Planning, Free University of Amsterdam, Kluwer Academic publ.
30. Özalp M. ve Öcalır E. V. (2008) Türkiye’de Kentiçi Ulaşım Planlaması Çalışmalarının Değerlendirilmesi, METU JFA, 2008/2, pp.71-97
31. Peeta, S. ve Zhang, P. (2004) On-line Control Architecture for Enabling Real-time Traffic System Operations, Computer-aided Civil & Infrastructure Engineering, 19, pp.306-323
32. Pendyala, R. M. ve Bhat, C. R. (2006) Validation and Assessment of Activity-based Travel Demand Modeling System, Innovations in Travel Demand Modeling, Vol. 2, pp. 157-160. Transportation Research Board Conference, 21-23 may 2006. Austin: The Univ. Of Texas
33. Petersen, R. (2004) Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-Makers in Developing Cities (Report by Wuppertal Institute), Land Use Planning and Urban Transport (Module 2a), Sept. GTZ, GmbH.
34. Sivakumar, A. (2007) Modeling Transport: A Synthesis of Transport Modelling Methodologies (Report), Imperial College, London. Available at <http://www3.imperial.ac.uk/pls/portallive/docs/1/50669701.PDF>
35. Suel, S. L. ve Mitchell, C. G. B. (2000) Accessible Transportation and Mobility: Transport in the New Millennium, Washington D. C.
36. Şenbil, M. ve Fujiwara, A. (2005) Development of a Choice Model for Evaluating Sustainable Urban Form, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, pp. 2164-2178
37. Tankut, G. ve diğ. (2002) Yeni Ufuklara; Kentler, Bilim Teknik, Aralık 3-15

38. TCRP Synthesis 67, (2006) The Bus Transit Service in Land Development Planning (Rapor), Mary Kay Christopher MKC Associates, TRB, Washington D.C.
39. Thill, J. ve diğ. (2004) Evaluating Benefits and Costs of ITS elements for a Planning Perspective, Research in Transportation Economics 8, pp. 581-603
40. TRANSPLUS: Compendium of Transport Research Funding (2013) Report to European Commission, <http://www.transport-research.info>
41. Waddell P. (2005) Confronting the Bane of Endogeneity in Modelling, Urban Social Dynamics Workshop on Modelling Urban Social Dynamics, University of Surrey.
42. Wang, X. (2005) Integrating GIS, Simulation Models, and Visualization in Traffic Impact Analysis, Comput. Urban Syst. Environ., 29(4), pp.471-96
43. Ward, M. ve diğ. (2007) Integrating Land use and Transport Planning, Land Transport New Zealand Research Report 333, Wellington, Nov. 2007
44. White Paper on Transport: Roadmap to a Single European Transport Area (2011) Directorate General for Mobility and Transport, European Commission, Luxembourg, 2011
45. World Report on Road Traffic Injury Prevention (ed. Peden M., Scurfield R., Sleet D., Mohan D., Hyder A. A., Jarawan E., Mathers C.,) (2004) WHO, Geneva
46. Wynn, M. (1985) Planning Games: Case Study Simulations in Land Management and Development, Spon Publisher, London and NY.
47. Yetişkul, E. ve Şenbil, M. (2010) Kentsel Ulaşım Sektöründe Enerji Verimliliği: Uluslararası bir Karşılaştırma, METU JFA, Ocak, pp. 185-200
48. Ulaşım Plan Raporları:
  - a. İstanbul Metropoliten Alanı Kentsel Ulaşım Ana Planı (İUAP), İstanbul B.Ş.B. Ulaşım Daire Başkanlığı, İstanbul, Mayıs 2011
  - b. İzmir Ulaşım Ana Planı, Sonuç Raporu Özeti, İzmir B. Ş. B. Ulaşım Dairesi Başkanlığı, Ulaşım Koordinasyon Müd., Ocak 2010, İzmir
  - c. Ulaşım ve Trafik Master Planı, Aydın Belediyesi, Şubat 1997, Aydın
  - d. Balıkesir Kentiçi Ulaşım Etüdü, Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fak. Döner Sermaye İşletmesi, T.C. Ulaştırma Bakanlığı, DLH İnşaatı Genel Müdürlüğü ve Balıkesir Belediyesi , 1994
  - e. Trabzon Kentiçi Ulaşım Etüdü (Final Rapor), T.C. Ulaştırma Bakanlığı, DLH İnşaatı Genel Müdürlüğü ve Trabzon Belediyesi, Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fak. Döner Sermaye İşletmesi, Ocak 1994
  - f. Heusch & Boesefeldt, İzmir (Transportation Study for Greater City of İzmir), Bölüm III: Ulaşım Etüdü Nihai Raporu, Nisan 1992, İzmir
49. Zorlu, F. (2008) Kentsel Doku – Ulaşım Sistemi İlişkileri (Urban Texture – Transport System Interrelationship), J. Fac.of Arch. 25 (1), pp.81-104

## **Başka Diyarlar, Tanıdık Sorunlar, Farklı Bakışlar: Küçük Bir Kentin Ulaşım Sorunları ve Kent Kurguları**

### **Seher BAŞLIK**

Y. Doç. Dr., Kent Plancısı  
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Enformatik Bölümü, Cumhuriyet Mah. Silahşör Sk.  
No:89 Bomonti/İstanbul  
Tel: 0 212 246 00 11  
seher.baslik@msgsu.edu.tr

### **Levent ÖZAYDIN**

Y. Doç. Dr., Ekonomist, Kent Plancısı  
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Meclis-i  
Mebusan Cd. Fındıklı/ İstanbul  
Tel: 0212 252 16 00  
leventozaydin2005@hotmail.com

### **Orhan DEMİR**

Kent Plancısı, Ulaşım Uzmanı  
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Meclis-i  
Mebusan Cd. Fındıklı/ İstanbul  
Tel: 0212 252 16 00  
planofis@gmail.com

### **Mehmet Rifat AKBULUT**

Doç. Dr., Kent Plancısı  
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Meclis-i  
Mebusan Cd. Fındıklı/ İstanbul  
Tel: 0212 252 16 00  
mrifatakbulut@gmail.com

### **Salih Yekta KARAKULAK**

Kent Plancısı  
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Enformatik Bölümü, Cumhuriyet Mah. Silahşör Sk.  
No:89 Bomonti/İstanbul  
Tel: 0 212 246 00 11  
salihyektakarakulak@hotmail.com

### **Özlem ÜNVER**

Ar. Gör., Kent Plancısı  
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Meclis-i  
Mebusan Cd. Fındıklı/ İstanbul  
ozlemunver@gmail.com

### **Seda İNANÇ, Güher KOÇ, Muharrem GÜRBÜZ**

Kent Plancısı  
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Meclis-i  
Mebusan Cd. Fındıklı/ İstanbul

## Öz

Kentsel ulaşım ile ilgili sorun, araştırma ve çalışmalarda metropol yerleşmeler ve büyük kentlerin ayrıcalıklı bir yerleri olduğu açıktır. Belki bu durumun da etkisiyle kimi zaman kentsel ulaşımın büyük kentlere özgü bir sorun olduğu ya da yerleşme belirli bir büyüklük eşiğini aştığında sorun olarak kabul edilebileceği yönünde yanıltıcı bir algıdan da söz edilebilir. Oysa, yerleşme boyutuna bakılmaksızın kentsel ulaşım her ölçekte sorun olarak algılanabilir ve dahası sorun olarak belirebilir.

Çalışma küçük bir ilçe merkezinde Belediyenin talebiyle gerçekleştirilen kentsel ulaşım sorunları tespit ve çözümüne yönelik çok aşamalı bir araştırma ve uygulama çerçevesinde küçük bir şehirdeki ulaşım sorunlarını ele almakta ve tartışmaktadır. Çalışma kapsamında öne çıkan konular şunlardır:

- Ulaşım ve sorun algısı,
- Küçük bir kentte kentsel ulaşım sorunları, tanım ve nedenler,
- Küçük kentler için bir gelecek kurgulamak: Kentsel ulaşım, kentsel yaşam, mekan, planlama ilişkisi,
- Sorun çözmek ve yaşam oluşturmak: Bir çözüm seçeneği olarak kentsel ulaşım ve tasarım ilişkisi,
- Bildik sorunlara yaratıcı çözüm arayışları: Öneriler, uygulamalar

Küçük kentlerde ortaya çıkan kentsel ulaşım ile ilgili sorunlar, büyük yerleşmelerden sadece boyut olarak farklılaşmamakta, kentsel mekan ve yaşamla ilişkileri bağlamında da oldukça özgün bir durum sergilemektedirler. Çalışma küçük kentlerin ulaşım sorunları ve bunlara yönelik çözüm ve uygulama seçenekleri konusunda oldukça öğretici bir örneği ele almaktadır. Bundan dolayı benzer ölçekteki kentler için de genelleştirilebilir bir referans değeri taşımaktadır.

**Anahtar sözcükler:** Küçük Kentler, Kentsel Ulaşım, Ulaşım Tasarımı, Araç Park Sorunu

## Giriş

Ulaşım ve ulaşım ile ilgili sorunların sadece belirli bir nüfus büyüklüğünün üzerindeki kentlere özgü olduğu yönünde oldukça genel ve bir o kadar da yanlış bir algılamadan söz edilebilir. Bu anlayışa göre, nüfus büyüdükçe kentsel ulaşım ve ulaşım ile ilgili sorunlar da aynı ölçüde ciddiyet kazanacaktır. Ancak, algılama ya da kabul bir yana, kentsel ulaşım ile ilgili çeşitli toplu taşıma teknolojilerinin de maliyet açısından uygulanabilirlik için asgari bir nüfus eşiğini gerektirmesi de ulaşım sorunu ile asgari nüfus büyüklüğü arasındaki ilişkiyi mutlak bir ön şart haline getirmektedir. Küçük ve orta büyüklükteki kentlerin genel olarak kentbilim araştırmalarının ilgi alanı dışında kaldığı ve bu tür kentlere yönelik çok sınırlı bir yazın olduğu dile getirilmiştir (Toop ve Miller; 2013). Öte yandan, kentsel yaşam ve mekan kalitesiyle olan sıkı ilişkisi göz önüne alındığında, çözümü büyük kent ya da metropol ölçeğinin karmaşık ve maliyetli çözümlerini gerektirmeyen boyutlarda da ulaşım sorun halini alabilmektedir. Kentsel ulaşımın genellikle büyük kentler ve metropollere özgü bir sorun olarak ele alınması daha küçük ölçekli yerleşmelerdeki mevcut veya olası sorunların yerleşme belirli bir büyüklüğe ulaşmış, kentsel ulaşım ile ilgili konular akut bir hal alıncaya kadar göz ardı edilmesine de yol açabilmektedir.

Türkiye giderek birkaç büyük kentin ülke kaynakları ve nüfusunun büyük kısmını emdiği bir yerleşme ve nüfus yapısına dönüşmektedir. Şüphesiz bu, olumlu yönde bir dönüşüm

olmadığından gelişme olarak tanımlayabilmek de mümkün değildir. Günümüzde Türkiye'nin uzun dönem coğrafi olarak oldukça dengeli olan nüfus dağılımı önemli ölçüde bozulmuştur. Büyük şehirlerde giderek artan nüfus yığılmasına karşın, Türkiye'nin orta ve küçük ölçekli şehirleri adeta kronikleşen nüfus kayıplarıyla karşı karşıyadır. Özellikle bir dönem yaşamlarını ve gelişmelerini sağlayan sanayi, ticaret, tarım v.b. iktisadi tabanını yitiren şehirlerde bu durum daha belirginleşmekte ve giderek nüfus ve iktisadi açıdan durağanlaşma hatta, gerileme gözlenmektedir. Bu çalışmaya temel oluşturan kentsel ulaşım etüdünün gerçekleştirildiği Kastamonu'ya bağlı Taşköprü de bu durumun bir istisnası değildir ve günümüzde nüfus ve iktisadi anlamda küçülme yaşayan, ilçe merkezi küçük bir şehirdir.

Küçük kentlerin ulaşım sorunları bir yönüyle büyük hemcinslerinden pek de farklı değildir. Mevcut ulaşım altyapısı ve hizmetlerinin artan talep karşısında yetersizliği ya da ulaşım sisteminin yaşam biçimi, alışkanlıklar ve kentin fiziksel yapısıyla yakın ilişkisi gibi. Başka bir yönden ise, özgün ve kimi zaman sadece yöreye ya da yerleşmeye özgü olabilmektedir. Küçük kentlerde gündelik yaşam ritmi ve alışkanlıklarının kentsel ulaşım üzerindeki biçimlendirici etkisinin büyük kentler ve metropollerde modernitenin ve endüstriyel üretim ilişkilerinin zorunlu bir örnekleştirici etkisinin görece zayıflığına bağlı olarak daha belirgin ve büyük olduğu düşünülebilir. Örnek çalışmadaki gözlemler ve bazı bulgular da bu varsayımı doğrular niteliktedir.

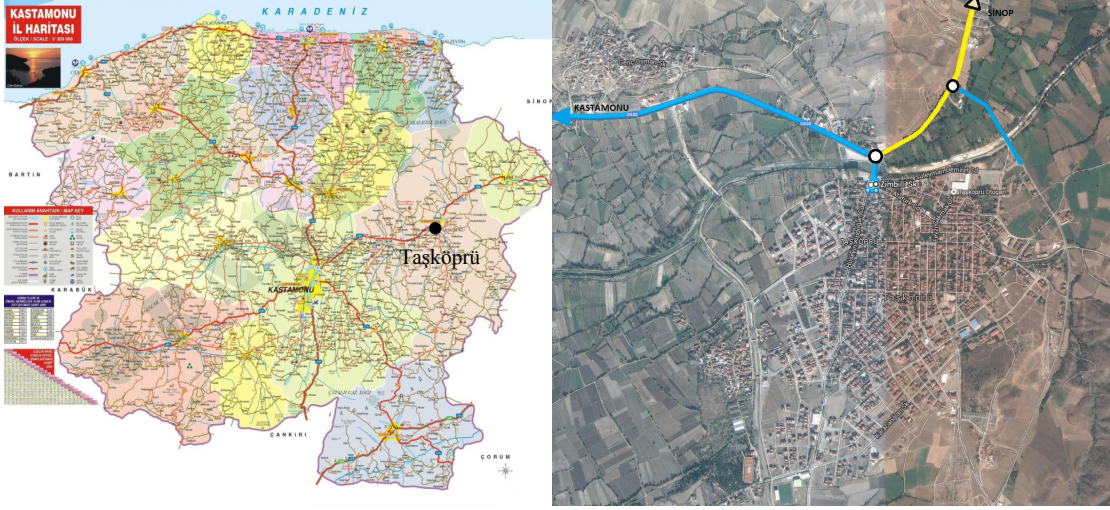
Çevresinde hizmet verdiği, nüfus, yüzölçüm ve iktisadi açıdan yeterli büyüklükte kırsal artalanı olan yerleşmelerde kırsallığın belirgin şekilde yansıdığı, hatta adeta bu yerleşmeleri yaşam alışkanlıkları, kentsel kültür ve davranışlar ve yerleşme yapısı açısından büyükçe bir köye dönüştürdükleri oldukça tekrarlanmış ve bilinen bir gerçektir. Diğer yandan küçük yerleşmelerde kentsel ulaşım ile ilgili olarak "sorun" gözüyle bakılan veya bu yönde tanımlanan durum ya da olguların bu şekilde değerlendirilmesinin önemli ölçüde algıyla ilgili olduğu da belirtilmelidir. Büyük kentler ve metropollerde sorun olarak görülemeyecek durumlar, küçük kentlerde kolayca bir "sorun" kimliğine bürünebilmektedir. Şüphesiz burada ölçek yani, yerleşme ölçeği de önemli bir değişken olarak belirmektedir. Taşköprü tüm bu yönlerden de genel çerçevenin dışına çıkmamaktadır. Taşköprü kent merkezinde karşılaşılan ve yerel yönetici ve yetkililerin kentsel ulaşım "sorunu" olarak gördükleri durumların önemli bir kısmının algıyla ilgili olduğu görülmüştür.

Bununla birlikte, küçük kentlerde kentsel ulaşım ile ilgili sorun ya da sorun olarak görülen durumlara müdahale için çoğu kez geç kalınmış sayılmaz. Üstelik bu kentlerde kentsel ulaşım alanında yapılacak hizmet, altyapı, donatı v.b. iyileştirmeler, kimi yanlış kullanım alışkanlıklarının oldukça erken sayılabilecek bir zamanda değişmesi yönünde bir etki ve ivme yaratabileceğinden yerleşmedeki genel yaşam ve mekan kalitesi üzerindeki olumlu marjinal faydası daha yüksek olabilecektir. Dolayısıyla, küçük yerleşmelerde kentsel ulaşım sorunlarının çözümü yönelik müdahaleler mevcut sorunların çözümü kadar gelecekteki olası çözümsüzlüklerin engellenmesi, bugünden çok yarının kentsel yaşamının biçimlendirilmesi olarak görülmeli ve anlaşılmalıdır. Taşköprü ilçe merkezindeki halen gerçekleştirilmekte olan ve burada tartışılan kentsel ulaşım çalışması da bu genel anlayış çerçevesinde ele alınmıştır.

### **Küçük Bir Kent: Taşköprü**

Taşköprü, Batı Karadeniz bölgesinde, Kastamonu'ya bağlı nüfus açısından Kastamonu'nun 3. büyük ilçesidir (Şekil 1). ADNKS (Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi) verilerine göre, Taşköprü İlçesi'nin 2009 nüfusu 40.292, 2013 nüfusu ise, merkez 16.180, belde ve köyler 23.220 olmak üzere toplam 39.400 kişidir. Taşköprü İlçesi'nin 1985 arasında nüfustaki

değişimlere bakıldığında Kastamonu İl geneli ile hemen hemen aynı eğilimleri gösterdiği görülür. Taşköprü İlçesi'nde de Kastamonu İli genelinde olduğu gibi 1985 yılından sonra nüfus azalma eğilimine girmiştir. 2013 yılı kır-kent nüfus dağılımına göre, Taşköprü nüfusunun %41'i ilçe merkezinde, %59'u belde ve köylerde, yaşamaktadır. Türkiye genelindeki eğilimin aksine Taşköprü'de nüfusun çoğunluğu hala kırsal kesimde yaşamaktadır.



Şekil 1: Solda, Taşköprü İlçesi'nin Kastamonu İli içindeki konumu. sağda, Kastamonu-Sinop Karayolu Taşköprü bağlantısını gösteren uydu görüntüsü yer almaktadır.

Taşköprü günümüzde nüfus olduğu kadar iktisadi anlamda da küçülme yaşayan ilçelerdendir. İlçe merkezi küçük bir şehir olmasına karşın, geçmişi bugünüyle kıyaslanamayacak ölçüde önemli bir merkez olduğuna işaret etmektedir. Roma'nın eyalet merkezi Pompeiopolis önemini Bizans döneminde de korur. Beylikler ve Osmanlı dönemlerinde medreseleri ve kendir, dericilik, demircilik alanlarında bölgenin önemli bir eğitim ve imalat merkezi olarak öne çıkan Taşköprü (İslam Ansiklopedisi; 1979, Yurt Ansiklopedisi, 1981) özellikle imalat konusundaki geleneğini Cumhuriyet döneminde de sürdürmüştür. Taşköprü'de 1942-1947 arasında inşa edilen Sümerbank Kendir Sanayi Müessesesi ile 1975-1984 arasında inşa edilen SEKA Kastamonu Müessesesi aynı zamanda ilçenin Cumhuriyet döneminde de süren ve yerel kaynakları değerlendiren üretim geleneğine işaret etmektedir. Türkiye ilçelere göre gelişmişlik sıralamasında Taşköprü, 872 ilçe içinde 0,24479 endeks değeriyle 463. sırada ve 3. grup gelişmiş ilçeler arasında yer almıştır (Dinçer, Özasan, 2004).

Taşköprü şehri 1869 yılında belediye olmuştur. 1893'te kısmen yanmış olan Taşköprü'nün, 30 Ağustos 1927'de Zafer Bayramı kutlamalarının devam ettiği sırada, merkez Karasaid Mahallesi'nde bir muhacirin evinden kaza eseri çıkan ve kısa sürede yayılan yangınla, dörtte üçü kül olmuştur. 1927'de yaşanan yangından sonra yapılan ızgara planlar Taşköprü'nün bugünkü yerleşim dokusunun temelini oluşturur.

### **Küçük Bir Kentte Ulaşım Sorunları**

Bu çalışmanın esas aldığı Taşköprü kent merkezinde trafik sorunları tespiti, Taşköprü Belediyesi talebi doğrultusunda ulaşım sorunlarının tespit ve çözümüne yönelik ilçe merkezinde devam etmekte olan bir çalışma kapsamında büyük ölçüde yerinde yapılan görgül araştırma, gözlem ve incelemelerle derlenmiş saha verilerine dayanmaktadır. Bu kapsamda

saha çalışmalarında bir kaç farklı yöntem uygulanmış ve çalışmalar iki farklı düzeyde değerlendirilmiştir. Birinci düzey, yerel halk ile görüşmeler ve yerinde gözlemleri, ikincisi ise sahadan veri toplama şeklinde yapılan çalışmaları içermektedir.

1. Görüşme , gözlem ve incelemeye dayalı saha çalışmaları,

- Belediye Meclis üyeleri, Belediye ve İlçe Emniyet Müdürlüğü'nden trafik ile ilgili yetkililer, bazı sivil toplum kuruluşları temsilcilerinin hazır bulunduğu Taşköprü merkezinin trafik sorunları hakkında düzenlenen bir toplantıda ilçe merkezinin trafik sorunları hakkında karşılıklı görüşmeler,
- Araştırma ekibi, Belediye Trafik Zabıtası ve İlçe Trafik Şube Müdürlüğü'nden yetkililerle birlikte trafik sorunlarını ve sorun alanlarını yerinde gözlemlemek üzere araçla ve yaya olarak kent içinde inceleme gezileri ve video çekimlerini içermektedir.

2. Veri toplamaya dayalı saha çalışmaları,

- Kent merkezinde araç sahipleriyle kullanıcı anketi,
- Kent merkezindeki esnafla kullanıcı anketi,
- Belirlenen önemli kavşaklarda trafik sayımları,
- Sokak envanterleri,
- Belirlenen bölgelerde araç park sayımlarını içermektedir.

İkinci düzey veri toplamaya dayalı saha çalışmalarında Ekim 2014 tarihinde kent merkezinde 293 araç sahibiyle ve 105 işyerinde esnafla kullanıcı anketleri gerçekleştirilmiştir.

Sokak envanterleri ve araç park sayımları, Taşköprü kent merkezinde 1 bulvar, 14 cadde, 1 köprü, 2 çıkmaz sokak, 9 yayalaştırılmış sokak, 47 sokak olmak üzere toplam 74 yolda (genel olarak 16 cadde, 58 sokak) fiziksel ve geometrik standartlar, yaya/araç kullanımı, yol donatıları ve yaklaşık otopark alanı ve araç park durumuna ilişkin verilerin derlendiği tespit ve envanter çalışmasıdır.

Çok sayıda anket ve sayımı içeren saha çalışmaları içerisinde bu bildiriye değerlendirilmek üzere, 1. düzey saha çalışmaları ve 2. düzey saha çalışmalarından sokak envanteri ve kent merkezinde araç sahipleriyle kullanıcı anketleri ele alınmıştır.

### **Kullanıcı Açısından Ulaşım Sorunları**

Taşköprü'de henüz kent yaşamı üzerinde ağır olumsuz etkileri olan bir kentsel sorundan söz edilemeye bile, kent merkezinde yaya ve araç dolaşımıyla ilgili sorunlar kendini hissettirmeye başlamıştır. Kentin ulaşım birimi sorumluları, karar vericilerin ve Taşköprü halkı, Taşköprü idari ve ticaret alanlarının bulunduğu merkez bölgesinde araç ve yaya dolaşımında yaşadıkları zorlukları “ulaşım sorunları” olarak ifade etmekte ve algılamaktadırlar. Yerel pazarın kurulduğu Cuma ve Salı günleri başta olmak üzere Taşköprü halkı tarafından ifade edilen ve aşağıda maddeler halinde bir araya getirilen trafik sorunlarını şu şekildedir;

- Taşıtların park yeri bulamaması,
- Gelişigüzel park eden araçlardan kaynaklanan yol tıkanıklıkları,
- Kuralsız araç parklarına denetim uygulanamamasıdır.
- Yaya dolaşımında kaldırım ve yay yollarının kullanılmaması.

Araştırma ekibi, Belediye Trafik Zabıtası ve İlçe Trafik Şube Müdürlüğü'nden yetkililerle birlikte yukarıda ifade edilen trafik sorunlarını ve sorun alanlarını yerinde gözlemlemek üzere araçla ve yaya olarak kent içinde inceleme gezisinde bulunmuştur. Bu gözlemler sırasında kural dışı otopark uygulamalarının sonucu olarak ortaya çıkan trafik ve otopark sorunlarının sıklık ve yoğunluğu tespit edilmiştir.





Şekil 2: Solda Atatürk Caddesi üzerinde ikinci sıra otoparklar, sağda ise Buhara Sokak üzerindeki yaya hareketleri görülmektedir.

Merkezde bulunan binaların otopark olanaklarının olmaması nedeniyle, yoğun otopark talebini karşılamak üzere, merkezdeki ana arter ve sokakların hemen tümünün bir ya da iki şeridi otopark olarak kullanılmaktadır. Bazı cadde ve sokaklarda park yasağına karşın, bu arterler üzerinde de, özellikle, burada bulunan işyeri sahipleri tarafından, uzun süreli park etme alışkanlığı yerleşmiştir. Merkezde yoğun otopark talebi daha önce de belirtildiği gibi yol kenarı parkı ile karşılanmakta bu nedenle, yolların kapasiteleri düşmekte, mevcut ulaşım altyapısı etkin bir biçimde kullanılamamaktadır. İkinci sıra park şeridi, arterler üzerinde darboğazlar ve sıkışıklılar oluşturmaktadır, bazen, kısa süreli de olsa, arterin tamamen tıkanmasına neden olmaktadır.

Kural dışı park etme alışkanlığının, araçların trafik akışını aksatmasının yanı sıra, bazı bölgelerde yaya yollarının kesintiye uğrattığı da gözlenmiştir. Özellikle, yaya kaldırımlarının sürekliliğini kesintiye uğratabilecek şekilde kavşaklara park edilen araçların, yaya güvenlik ve konforunda önemli azalma ortaya çıkardığı da bir gerçektir. Bu soruna bağlı olarak, Taşköprü kent merkezinde gözlenen önemli sorunlardan birisi de, kent merkezinde ve yayaların yoğun olarak bulunduğu bölgelerde, yayalaştırılmış kısıtlı bir alanın dışında, yayaların rahat ve güvenli yürüyebilecekleri alanların sınırlı olmasıdır. Özellikle, merkez bölgedeki meydan ve caddelerde, yaya yoğunluğu ile orantılı genişlikte yaya kaldırımları oluşturulamamıştır. Yetersiz kaldırım genişliklerinin yanı sıra, trafik akım hızlarının da yavaş ve az olması nedeniyle, doğal olarak, yayaların, kaldırımlar yerine araç yollarından yürüme alışkanlığı oldukça yaygınlaşmıştır.

Yerinde yapılan gözlem ve tespitlere göre ulaşım eksiklikleri şu şekilde tanımlanabilir:

- Merkezde yoğun otopark sorunu,
- İkinci şerit otopark kullanımı,
- Kural dışı araç park etme alışkanlıkları,
- Kural dışı araç parkı denetim ve yaptırım eksikliği,
- Yaya güvenliği tehlikesi,
- Yaya yollarının yetersizliği,
- Sinyalizasyon ve trafik işaretleri eksikliği,
- Bozuk kavşak geometrisi, şerit çizgilerinin bulunmamasıdır.

Yukarıda maddeler halinde ifade edilen ve araştırma ekibi trafik tespitleri ile Taşköprü halkının tespitleri örtüşmektedir. Taşköprü kent merkezinde gözlemlenen ve tespit edilen yaya ve araç trafiğine bağlı yetersizlikler, küçük bir kent ölçeğinde kolaylıkla “sorun”



boyutuna ulaşacak niteliktedir. Bu yetersizlikler, günlük hayatı olumsuz etkilemekte, halk arasında çatışmalara sebep olmakta, kent merkezini adeta otopark alanına çevirerek sosyal yaşam mekanlarını sınırlamakta, yürünebilir kent olmasına rağmen araç kullanımını arttırmakta, kent yaşam ritmini yavaşlatmakta en önemlisi de Taşköprü için “sorun” olarak önemsenmektedir. Bu çerçevede yukarıda maddeler halinde sıralanan yetersizliklerin altında yatan temel sebepleri tespit etmek amacıyla kentin ulaşım altyapısına dair bir dizi analiz ve araç sahipleriyle anketler yapılmıştır.

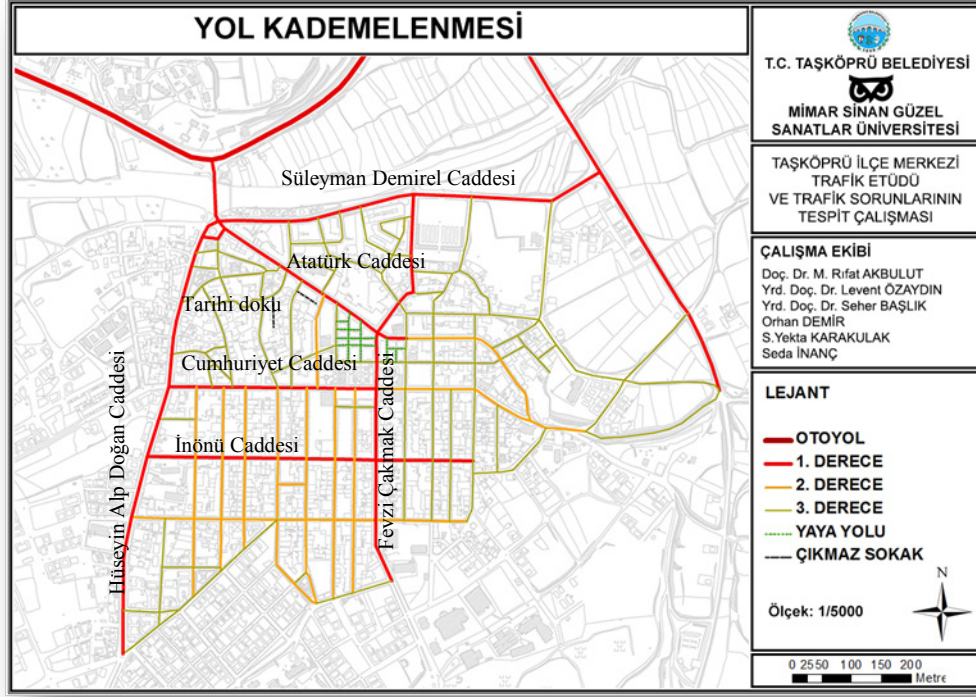
### **Kent Merkezi Sokak Analizleri**

Bu çalışma kapsamında ilk olarak Taşköprü ulaşım altyapısının anlaşılması araç ve yaya dolaşımı açısından potansiyel ve tehditlerin ortaya çıkarılması amacıyla sokak envanterlerine bağlı olarak, Taşköprü yol dokusu, yol kademelenmesi, yol genişlikleri, yol kaldırım genişliği ve yolüstü araç park sayılarını içeren analizler yapılmıştır.

Taşköprü ilçe merkezinde yol dokusu ızgara ve organik biçimli olmak üzere iki farklı yapıdadır. İlçe merkezinin ortasında, doğu-batı doğrultusunda yer alan Cumhuriyet Caddesi'nin kuzey batısında dar bir alanda organik düzen plan şeması bulunurken, güneyde düzgün bir ızgara plan şeması yer alır. Kentin ağırlıklı yol dokusu, kuzey-güney ve doğu-batı yönünde birbirini dik kesen cadde ve sokaklardır ve kentin çeperlerinde bu ızgara doku aks yönü değiştirerek devam etmektedir.

***Yol kademelenme analizi***; yolların genişliği, uzunluğu, kaplaması gibi fiziksel özellikleri ve araç trafiğini taşıma kapasitesi gözetilerek yapılmıştır. Bu analize göre, Taşköprü kent merkezi birinci derece yolları Cumhuriyet, Fevzi Çakmak, Atatürk ve İnönü Caddeleri araç ve yaya trafiğinin en yoğun olduğu bölgelerdir (Şekil 3). Bu yollarda kentin ticaret, idari ve kültürel merkezleri yer almaktadır. Diğer birinci derece yollar olan Süleyman Demirel ve Hüseyin Alpdoğan Caddeleri ise, kent içi ve kent dışı yolların bağlantısını sağlayan önemli arterlerdir. Kentin merkeinde bulunan ve trafik yükü ağır olan ikinci derece caddeleri ise Belediye, Pulcular ve Sulukise caddeleridir ve kentin kuzey güney yönündeki dolaşımını sağlar ve Cumhuriyet Caddesinde sonlanırlar.

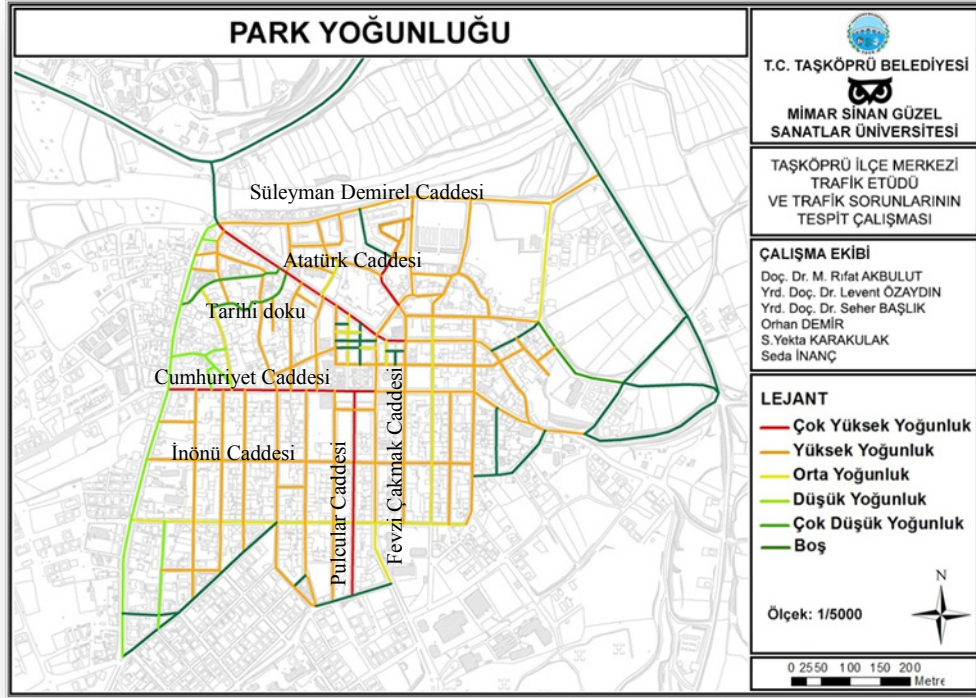
Izgara dokunun yer aldığı Cumhuriyet Caddesi güneyinde birinci derece yollar, olması gerektiği gibi ikinci derece yollara bağlanırken tarihi dokunun yer aldığı kuzey bölgelerde ise birinci derece yol olan Atatürk Caddesi doğrudan üçüncü derece yollara açılmaktadır. Konut alanlarının yoğun olduğu güney batı bölgesinde ise, üçüncü derece sokaklar ikinci derece taşıt yolları olarak kullanılmaktadır. Buna göre, kent içi yollar hiyerarşik standartlara uygun bir kademelenme içermemektedir. Yol kademelenmesindeki düzensizlik hem araç hem de yaya dolaşımını tehlikeli hale getirirken, park yeri eksikliği ve trafik sıkışıklığı gibi sorunlara da yol açmaktadır.



Şekil 3: Taşköprü ilçe merkezi yol kademelenmesi.

**Yol genişlikleri;** Taşköprü merkez genelinde yol genişlikleri 5-18m. arasında değişmektedir. Ana arterlerden Atatürk Caddesi ve Cumhuriyet Caddesi 15m. genişliğine sahipken kentin en yoğun caddelerinden Fevzi Çakmak Caddesi 12m., İnönü caddesi 10m. genişliğindedir. Bu iki önemli cadde aynı zamanda kentin ticari merkezleridir ve yol genişlikleri bu caddelerin üslendiği işleve göre yetersiz kalmaktadır. Süleyman Demirel ve Hüseyin Alp Doğan Caddeleri ise 18m. ile kentin en geniş yollarıdır. Genel olarak yol genişlikleri değerlendirildiğinde, cadde ve sokakların çoğunlukla 9 ile 10m. genişliğinde olduğu görülür. Bu genişlikteki caddelerde ticaret, idari ve kültürel donatıların bağlantısını sağlayan merkeze açılan alanlarda yetersiz kalmaktadır. Yol genişliklerinin standartlara uygun ve dengeli dağılmadığı bu analiz ile ortaya çıkmaktadır.

**Yolüstü araç park yoğunluğu:** Cadde ve sokakların fiziksel özelliklerinin yanı sıra trafik sirkülasyonunu görmek, en yoğun günde yolüstüne park eden araç sayısını tespit etmek için, tespiti yapılan her cadde ve sokakta belirli bir anda park halindeki araç sayısı tespit edilmiş ve park yoğunlukları hesaplanmıştır (Şekil 4). Taşköprü ilçe merkezinin geneli park etmiş araç bakımından yoğundur. Park yoğunluğu analizine göre özellikle Cumhuriyet, Pulcular ve Atatürk Caddeleri gibi ana akslarda çok yüksek yoğunluk göze çarpmaktadır. Kentin merkezde yer alan hemen hemen bütün diğer cadde ve sokaklar ise **yoğun** yolüstü araç parkları olarak tespit edilmiştir. Pazarın kurulduğu Salı ve Cuma günü park etmiş en yüksek araç sayısına sahip caddelerden biri de Süleyman Demirel Caddesidir. Süleyman Demirel Caddesi'nin yol genişliğinin 18m. olması kent merkezindeki diğer önemli akslara nazaran daha az trafik sorunu yaşayan bir cadde olduğu ve olası düzenlemelerle yoğun park talebini karşılayabilme potansiyeli taşıdığı söylenebilir.



Şekil 4: Taşköprü kent içi yollarında yolüstü araç park yoğunlukları.

Kent merkezinden batı ve doğuya doğru uzaklaştıkça tespit yapılan alanın çeperlerindeki cadde ve sokaklarda çok düşük yoğunluklu park görülmektedir. Aynı durum kuzey ve güneydeki cadde ve sokaklarda söz konusu değildir. Bunun sebebi, kentin en kuzeyindeki pazar alanından itibaren kent merkezine doğru kuzey-güney doğrultusundaki yollara sıklıkla araç park edilmesidir. Yolüstü araç parkları dışında Taşköprü merkezinde sadece 1 adet belediye açık otoparkı bulunmaktadır. Bunun haricinde belediye zemin kumlama çalışması ile 4 farklı noktada otopark alanı oluşturmuştur.

**Yaya yolu genişlikleri;** Kent trafiği ele alınırken göz önünde bulundurulması gereken hususlardan biri de yaya dolaşımıdır. Yoğun araç trafiği ve park halindeki araçlardan dolayı yaya dolaşımının sağlıklı biçimde işlemediği gözlemlenmiştir. Bu durumun en önemli nedeni yaya yollarının azlığının yanı sıra araç trafiğine açık yolların kenarlarındaki yaya yollarının gerek genişlik gerekse nitelik olarak yetersiz oluşudur.

Kent merkezinin büyük kısmında kaldırımla birlikte düzenlenen yaya yolları genişlikleri 2 metrenin altındadır. Ancak genişliği 2 metreden fazla olan yaya yollarında çoğu zaman yayalar için uygun geçiş imkanı bulunmamaktadır. Bu imkana mani olan faktörler arasında gelişigüzel yerleştirilmiş ağaç, direk gibi sabit kent öğeleri, kaldırıma park etmiş araçlar ve ticarethanelerin yaya yollarını kullanım biçimleri sayılabilir. Özellikle cuma günleri pazar yerine giden yollardaki yoğun yaya trafiği için kuzey-güney doğrultusundaki bu asklar boyunca merkezden pazar yerine yayaların serbest ve rahat biçimde ulaşabilmeleri sağlanmalıdır.

### Araç Sahipleri Anket Sonuçları

26 Eylül 2014 Cuma ve 27 Eylül 2014 Cumartesi günleri kent merkezinde araç sahipleri ve merkezde işyeri olan esnafla araç sürücü ve otopark kullanıcı davranışlarının tespitine yönelik

anketler yapılmıştır. Anketler için Cuma gününün tercih edilmesinin en önemli nedeni, Taşköprü pazarının kurulduğu gün olması dolayısıyla kent merkezinde zirveye ulaşan yaya ve araçların trafik yoğunluğu ile buna bağlı park yeri sorununun etkilerini gözlemlemek ve ölçmektir. Bir diğer anket yapılan gün olan Cumartesi günü de hafta sonu hareketliliğini gözlemlemek ve ölçmek için seçilmiştir. 17 sorudan oluşan toplam 293 araç sürücü anketi ile 8 sorudan oluşan 105 işyeri anketi gerçekleştirilmiştir. Sürücü anketi erişilebilen park halindeki araç sürücüleriyle gerçekleştirildiğinden ve herhangi bir zamanda merkezde park eden araçların tam sayısı bilinemediğinden örneklem yapılmamıştır. Bu bildiri kapsamında yapılan iki farklı anketten sadece otopark kullanıcı davranışlarının tespitine yönelik anketler değerlendirilmiştir.

Anket uygulanan sürücülerin %69'unu oluşturan 204 kişiyi Taşköprü kent merkezinde iskan edenler oluşturmaktadır. %21'ini oluşturan 61 kişi Taşköprü köylerinden, yaklaşık %10'unu oluşturan 28 kişi de Taşköprü İlçesi dışından gelmiştir. Bu veriler, Taşköprü'nün kırsal kesimi için bir çekim noktası olduğunu teyit ettiği gibi, Taşköprü kent merkezindeki araç hareketliliğinin büyük ölçüde kent içi kullanım kaynaklı olduğunu da göstermektedir. Önemli ölçüde yürüme mesafesi içindeki bir yerleşmede özel araç kullanımının bu ölçüde yaygınlığı ve kentiçi ulaşımında yüksek oranda özel araç bağımlılığı olağan karşılanabilecek bir durum gözükmemektedir.

Anket yapılan sürücülerin araç türleri dağılımında 190 adet ve %76 payla otomobil başta gelmektedir. Bunu %5 paya sahip 12'ser adetle minibüs ile kamyon ve kamyonet izlemektedir. Sırayla traktör %3 (8 adet) ve motorsiklet %1 (3 adet) pay almışlardır. Toplam içinde %10 gibi dikkate değer bir orana ulaşan 26 araç ise, otobüs, midibüs gibi araçlarla sınıflandırılmamış türlerden oluşmaktadır. Otomobillerin kent merkezindeki baskın ağırlığı, merkezdeki araç yoğunluğunun çok büyük ölçüde özel araç kullanımından kaynaklandığına işaret etmektedir. Araç türleri içinde büyük bir oran teşkil etmemesine karşın, %3 paya sahip 9 traktör oldukça dikkat çekicidir ve özellikle Taşköprü köylerinden gelen kimi sürücülerin merkeze traktörle ulaşmayı tercih ettiklerini göstermektedir. Geniş kırsal alana sahip olan bir yerleşmede bu oldukça olağan bir durum olarak görülebilir. Özellikle pazar kurulduğu günlerde pazara ürün getirme ve alış veriş için kullanıcılar açısından traktör oldukça tercih edilen bir araç olarak gözükmektedir.

Taşköprü kent merkezinde araçlarını park eden araç sahipleri anketlerinden elde edilen başlıca sonuçlar aşağıda özetlenmiştir. Buna göre;

- Anketlere göre merkeze park eden araçların park başlangıç ve bitiş zamanları Cuma Pazarı'nın faaliyeti ve günlük iş ritmiyle yakından ilişkilidir. Cuma Pazarı merkezdeki mevcut park talebini kabaca ikiye katlamaktadır.
- Merkezde 1 saatden kısa süreli park eden araçların oranı %40'dır. En fazla 2 saat park eden araçların toplam oranı da %57 ile yarıdan fazladır.
- Anketlere göre, kent merkezinde park edilen araçlarda sürücü dahil kişi sayısı %71 oranında 1 ya da 2 kişidir. Taşköprü kent merkezinde özel araç kullanımı büyük ölçüde bireysel kullanımdan oluşmaktadır.
- Merkezde park edilen araçların %35'i tüm hafta boyu aynı yerde park edebilmektedirler. Bunu %28 ile haftada bir gün aynı yerde park edilen araçlar izlemektedir. Haftada en az 5 gün aynı yerde park edilen araçların toplam oranı %47'dir. Buna göre, merkezde park eden araçların yaklaşık yarısı haftanın tamamı ya da büyük kısmında aynı park yerini bulabilmektedir ve bu araçlar çoğunlukla işyeri sahiplerine ait olmalıdır.

- Taşköprü'de merkeze park edilen araçların %81'i merkeze konutlardan gelmektedir. Buna göre, konut-merkez (işyeri, alışveriş, iş takibi) seyahatleri merkeze gelen araçların seyahat nedenlerinin büyük kısmını oluşturmaktadır.
- Taşköprü'de kent merkezine araçlarıyla gelenlerin toplam %84'ünün geliş nedeninin alışveriş, çalışma, işyeri ve iş takibi gibi kent merkeziyle doğrudan ilişkili faaliyetler olduğu görülmektedir ki, şehir içinde konut-konutdışı seyahatlerde özel araç bağımlılığını bir kez daha teyit etmektedir.
- Merkeze özel araçla ulaşanların %22'si toplu taşıma ve diğer %22'si de alternatif imkanlar olarak yaya ulaşımını belirtmişlerdir. Buna karşılık %39 ile en büyük payı başka seçeneklerinin olmadığını ifade edenler almıştır. Taşköprü ölçeğindeki bir kent için yaygın ve etkili bir toplu taşıma ağı gerçekçi değildir ve ancak yakın çevreden gelenler için bir seçenek oluşturabilir. Buna karşın, fiziksel olarak yaygın sayılamayacak ve oldukça düz bir topoğrafyaya sahip Taşköprü'de yaya ulaşımının, özellikle de bisikletin bir seçenek olarak düşük payı yaşam biçimine ilişkin alışkanlıkları işaret etmektedir.
- Araç kullanıcılarının yaklaşık dörtte biri herhangi bir park ücretinin kendileri için caydırıcı olacağını belirtmiştir. 2 ila 2-5 TL arası bir park ücretini makul bulanların toplam oranı %35'dir. Herhangi bir ücret ödemeye hazır olmayanların oranı kullanıcıların kabaca %20-25'ini oluşturmaktadır. 5 TL ve üzerinde her park ücretini ödemeye hazır olduklarını belirtenlerin toplam oranı da %49'dur ve bu beyanlar inandırıcı değildir. Taşköprü merkezinde günlük 5 TL'na kadar otopark ücreti kullanıcılar açısından makul gözükmeyle birlikte bu beyanlar şüpheli gözükmektedir.
- Park kurallarının ihlali durumunda araç kullanıcılarının tercih ettikleri uyarı yöntemi %79 oranla Belediye anonsudur. Hata ya da kural ihlalinde sadece %10 ceza ödemeye razı olduklarını belirtmiştir. Araç kullanıcılarının %12'si her halükarda böyle bir uyarıyı umursamayacaklarını ifade etmişlerdir.
- Merkezde araçlarını park edenlerin %56'sı araçlarını günde 1 kez aynı yere park etmektedirler. Veriler merkezde araç park edenlerin çoğunlukla bölgede çalışanlar ve işyeri sahipleri olduğunu teyit etmektedir. %44 gibi önemli bir oran ise, araç park yerlerini günde en az 1 kez değiştirmektedir.
- Kent merkezinde araç park eden sürücülerin Taşköprü genelinde trafikle ilgili şikayetlerinin toplamda %71'i doğrudan otoparkla ilgilidir. Şikayetlerin %29'u araç yoğunluğu ve trafik düzensizliği gibi genele ilişkindir.
- Kent merkezinde yeni otopark yeri olarak %54 oranında Cumhuriyet Meydanı önerilmiştir. Bunu %21 ile Pazar Yeri izlemektedir. Bu seçeneklerin belirtilmesinde Belediye'nin mevcut projelerinin etkisinden söz edilebilir.

## **Sonuç ve Değerlendirme**

Küçük kentlerin, kent planlaması ve kentsel ulaşımında göz ardı edilmiş bir alan olduğunu konuyla ilgili sınırlı yazın da teyit etmektedir (Bell ve Jayne, 2009; Toop ve Miller, 2013). Türkiye'de küçük ve orta büyüklükteki kentlerin yaşadığı gerileme, bu kentlerin sorunlarına özel bir ilgiyi gerekli kılmaktadır. Taşköprü, günümüzde 126 köyün merkezi ve hizmet sunan çekim noktası olarak geniş kırsal artalanının desteğiyle değişen koşullara uyum sağlamaya çalışmaktadır. Taşköprü'nün gelişmesini sürdürebilmesi için kentsel yaşam ve mekan standartlarını iyileştirmesi şüphesiz ön koşullardan birisidir. Kentsel yaşam ve mekan standartlarındaki iyileştirmelerin kentlerin rekabet gücü ve ulusal/uluslararası sistemlerle ilişki kapasitelerini arttıracacağı da açıktır. Kentte yaşam ve mekan kalitesi ve hizmet sunumunun iyileşmesi dolaylı olarak kırsal artalanında da bir iyileştirme anlamına gelmektedir.

Araştırma süresince tespit edilen ve yerel yetkililerce aktarılan olumsuzluklar salt bir dizi kentiçi ulaşım sorunu olarak ele alınmamış, bunun ötesinde kentin bugünü ve geleceğini etkileyip, belirleyecek bir kent ve yaşam inşa girişimi olarak kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir. Taşköprü kent merkezinde araç ve yaya dolaşımıyla ilgili sorunların çözümüne yönelik olarak yerinde yapılan tespit ve incelemeler sonucu mevcut ve öngörülebilir gelecekte oluşabilecek sorunlara yönelik çözüm önerileri ve müdahale biçimleri belirlenmiştir. Taşköprü kent merkezinde yaya ve araç dolaşımıyla ilgili mevcut sorunları özelliklerine göre şu şekilde sınıflandırmak mümkündür:

- Yapısal sorunlar: Mevcut fiziksel/mekansal koşullar ile teknik yetersizlik ve eksikliklere bağlı sorunlar:
  - Kent merkezinde ve konut alanlarında otopark ve araç park alanı yetersizliği
  - Düzensiz kavşaklar ve yetersiz sinyalizasyon
  - Merkez faaliyetlerinin kent merkezinde dar bir alana sıkışması
  - Özellikle kent merkezine yakın konut alanlarında yüksek yoğunluklu yapılaşma ve bozulmuş sokak-yapı ölçeği ilişkisi
  - Kent içinde yetersiz toplu ulaşım ve alternatif ulaşım olanakları
  - Düşük nitelikli mekansal çevre
  - Hatalı plan kararları ve uygulamaları
- Normatif sorunlar: Yaşam biçimi ve davranış alışkanlıklarıyla ilgili sorunlar:
  - Kurallara uymama
  - Yüksek özel araç bağımlılığı
  - Düşük bisiklet kullanımı ve yaya ulaşım-dolaşım alışkanlığı
- Göreceli sorunlar: Yerleşme ölçeğine bağlı sorunlar
  - Kural yetersizlikleri ve sınırlı bir sosyal çevrede kuralların uygulanamaması
  - Özel araç kullanım oranının yüksekliği
  - Küçük bir kent merkezi
- Yanılsamalı sorunlar: Algılamaya bağlı sorunlar
  - Kamusal alanda sürücü ve yayaların kuralsız, keyfi davranışları
  - Kuralsızlık ya da yaptırım eksikliği sonucu oluşan trafik sıkışıklıkları
- Potansiyel sorunlar: Öngörülebilir gelecekte sorun haline dönüşebilecek durumlar
  - Hatalı plan ve arazi kullanım kararları
  - Yayalaştırılmış alanların yetersizliği
  - Artan özel araç sahipliği
  - Hatalı yatırım kararları

Taşköprü kent merkezinde saha araştırması, gözlem ve çeşitli kurumlardan elde edilen verilerle tespit edilen trafik sorunları, müdahale biçimlerine göre değerlendirilmiştir. Bu çerçevede mevcut sorunlar 3 farklı müdahale biçimi ve zamanlamasına göre sınıflandırılmıştır:

1. Kısa vadeli: Kural önlemleriyle müdahalelerle çözümlenebilecek sorunlar,
2. Kısa ve orta vadeli: Donatım yatırımı ve düzenlemeleri ile çözümlenebilecek sorunlar,
3. Orta ve uzun vadeli: Kentsel mekanda fiziksel müdahale ve yatırımlarla çözümlenebilecek sorunlar

İlk aşamada herhangi bir fiziksel düzenleme ya da dikkate değer boyutta yatırıma gerek duyulmaksızın kuralların kararlılıkla uygulanması ve çeşitli ilave önlemlerle kısa vadede çözümlenebilecek olan sorunların tespit edilen başlıcaları şunlardır:

- Traktör ya da ağır vasıtaların kent merkezinde ve sokak aralarında serbestçe dolaşımı, yük boşaltması ve nakletmesi,

- Park yapılmaması gereken yerlere ve cadde ve sokak boylarında çift sıra araç park edilmesi sonucu oluşan trafik sorunları,
- Özellikle kent merkezinde gelişigüzel araç parkı ve araç kullanımından kaynaklanan trafik sorunları,
- Kent içinde ve özellikle kent merkezinde araç hareketine öncelik veren, dar, yetersiz, çeşitli engellerle yaya dolaşım, konfor ve güvenliğini göz ardı eden kaldırım, yol ve trafik koşulları,
- Kent içinde ve kent merkezinde yüksek oranda özel araç kullanımı ve bağımlılığı

Belirli donatım yatırımı ve düzenlemeler ile kısa ve orta vadede çözümlenebilecek başlıca sorunlar ise, şunlardır:

- Kent merkezindeki tüm cadde ve sokaklarda yol boyu otopark kullanımı
- Kavşaklardaki trafik akışındaki düzensizlikler
- Pazar kurulduğu günlerde Pazar Yeri çevresinde araç park yeri sorunu, trafik akışı ve yaya dolaşımıyla ilgili olumsuzluklar

Kentsel mekanda fiziksel müdahale ve yatırımlar ve plan kararları ile orta ve uzun vadede çözümlenebilecek sorunlar ise şöyle belirlenmiştir:

- Kent içinde yüksek özel araç bağımlılığı, buna karşılık yetersiz yaya ve bisiklet kullanımı.
- Özellikle kent merkezi çevresindeki yapı adalarının atıl durumdaki iç alanları.
- Kent merkezi çevresindeki yapı adalarında yüksek yapı yoğunlukları ve imar hakları.

Taşköprü merkezi ağırlıklı ticaret bölgesi olması, neredeyse hafta boyu süren mal ve insan hareketliliğini göstermektedir. Pazar kurulan Salı ve Cuma günleri ise, bu hareketlilik Pazar yerine doğru artmakta, yoğun ve tehlikeli bir yaya ve taşıt trafiği ortaya çıkmaktadır. Bu bölge için;

- Mal yükleme-boşaltmaya yönelik yeni çözümler üretilmelidir.
- Cadde ve sokaklar, taşıt, yaya ve ticari faaliyetlerin dükkan dışında ürün sergileme ihtiyaçları düşünülerek cep otoparkları, yaya yolları ve yeşil sokak dokusu yaratılarak tasarlanmalıdır.
- Açık veya kapalı otopark alanları için uygun alanlar seçilerek tasarlanmalıdır.
- Yapı adaları içinde kalan iç bahçeler avlu şeklinde düzenlenerek yerine göre ortak kullanım alanları olarak tasarlanmalı ve bu ortak kullanım alanlarına, yayalar ve araçlar için geçişler sağlanmalıdır. Ayrıca ada içi avlulardan uygun olanlar otopark olarak da düzenlenebilmelidir.
- Özellikle konut yapı adalarında yapı yoğunluğu ve imar hakları azaltılmalıdır.

Merkezi çevreleyen, konutların ağırlıklı olduğu alanlarda park yeri ve trafik sıkışıklığı çok daha az yaşanmaktadır. Bu alanda konut dokusu daha yoğundur. Bu alanlar için;

- Uzun süreli araç parkı için cep otoparkları ve açık otoparklar oluşturulmalıdır.
- Eğitim ve sağlık alanlarına erişim merkeze bağımlı olmaktan kurtarılarak alternatif yollardan sağlanmalıdır.
- Eğitim alanları çevreleri yaya ve taşıt hareketleri yaya öncelikli olarak tasarlanmalıdır.

Tasarımların, iki ayrı aşamada ele alınması hem yatırım hem de uygulama açısından verimli olmasını sağlayacaktır. İlk aşama; birinci merkez çekirdeğinde bulunan hemen tüm cadde, sokak ve kavşakları kapsamaktadır. İkinci çekirdek merkezde ise aktivite noktaları yani eğitim, sağlık birimleri, yer aldığı sokaklar ve Pazar Yeri çevresinin yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Bunlara ek ve öncelikli olarak kent merkezinde tespit edilmiş beş kavşak



noktasında kavşak geometrisinin tasarımına ihtiyaç vardır. Ayrıca, şehir içinde ulaşımında özel araç bağımlılığını azaltacak şekilde tercihen elektrik ya da melez yakıtlı araçlarla toplu taşımanın geliştirilmesi, yaya ve bisiklet kullanımının teşviki ve gerekli altyapının oluşturulmasına da ihtiyaç vardır.

Taşköprü kent merkezindeki araç ve yaya dolaşımı ve araç parkı ile ilgili sorunların uzun dönemli çözümleri için kentsel mekanda fiziksel tasarım uygulamaları gerekmektedir. Küçük kentlerde kentsel mekandaki fiziksel iyileştirmeler kentsel yaşam kalitesine ve giderek yerel ekonomiye de yansımaktadır. Taşköprü’de devam etmekte olan kentiçi ulaşım sorunlarına yönelik proje de bir anlamda yaşam inşa etme anlayışı temelinde, geniş bir bakış açısıyla ele alınmıştır. Bu açıdan salt sınırlı teknik çözümlerin ötesinde, kentin bütününe yönelik fiziksel ve tasarım iyileştirmeleri ve yeni yaşam alışkanlıkları oluşturulması öncelikli önemdedir. Böylelikle aynı zamanda kentlerin çeşitli krizlere karşı “dayanıklılık” kazanacakları da unutulmamalıdır. Sonuç olarak, küçük bir kentin kimi yanılmalı ulaşım sorunları, belirli bir teknik sorunun çözümlenmesinden çok geleceğe yönelik yeni bir yaşam oluşturma yönünde kent bütününe yönelik kapsamlı bir müdahale gereksinimini de ortaya koymaktadır.

## Kaynaklar

Bell, D.; Jayne, M.; (2009) “Small Cities? Towards a Research Agenda”. International Journal of Urban and Regional Research. Vol. 33.3 September 2009. s 683-699.

Dincer, B.; Özaslan, M.; (2004) İlçelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması-2004. Devlet Planlama Teşkilatı, Bölgesel Gelişme ve Yapısal Uyum Genel Müdürlüğü. Ankara.

İslam Ansiklopedisi; (1979) Taşköprü, Cilt 12/I. Milli Eğitim Bakanlığı. Ankara. s.41-46.

MSGSÜ Araştırma Ekibi (2014) Taşköprü İlçe Merkezi Trafik Etüdü ve Trafik Sorunlarının Tespitine Yönelik Anket ve Saha Çalışması Tespitleri. (Yayınlanmamış Rapor). MSGSÜ. İstanbul.

MSGSÜ-Şehir ve Bölge Planlama Bölümü; (2010) Planlama Atölyesi-III 2010-2011 Taşköprü Kent Tarihi Raporu, (Yayınlanmamış Rapor). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü. İstanbul.

T.C. Kastamonu TÜİK Bölge Müdürlüğü; (2009) “Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) 2009 Verileri”, (Yayınlanmamış Belge) Kastamonu.

Toop, E.; Miller, E. J. (2013) What is a Midsize City ? A Transportation Policy-Based Framework For Classifying Cities. 2014 Annual Meeting of the Transportation Research Board. Kanada. s. 1-14.

Yurt Ansiklopedisi; (1981) Kastamonu, Cilt 6-7. Anadolu Yayıncılık. İstanbul. s.4568-4669



# Tehlikeli Madde Taşımacılığı Güzergâh Planlaması İçin Karar Destek Modeli Önerisi

**Dr. Serhan KARABULUT, Doç. Dr. Ebru V. ÖCALIR AKÜNAL**

Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü Ankara

Tel: (312) 582 37 44

E-Posta: karabulut03@yahoo.com, ebruocalir@gazi.edu.tr

## Öz

Neredeyse tüm tehlikeli madde taşımaları bu maddelerin üretildiği, depolandığı veya dağıtımı yapıldığı sabit bir tesisten, tehlikeli maddenin ihtiyaç duyulduğu bir ya da daha fazla varış noktasına taşınmaktadır. Bu durumda iki nokta arasında istenilen kriterlere göre en uygun güzergâhı seçme problemi ile karşı karşıya kalınmaktadır.

Tehlikeli madde taşımacılığı için risk analizi ile ilgili olarak bu güne kadar hazırlanmış birçok bilimsel çalışma mevcuttur. Ancak tehlikeli madde taşımacılığında çevrenin göreceği zararın minimize edilmesiyle ilgili bir risk modeli ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada, literatürde tanımlanmış mevcut risk analiz modellerinin uygulanmasının yanında akaryakıtların karayolu ile taşınması esnasında çevresel risklerin değerlendirilebilmesi için çevresel risk analiz modeli geliştirilmiştir. Çalışmanın amacı, coğrafi bilgi sistemi (CBS) yardımıyla tehlikeli madde taşımacılığı için risk analizi yaparak güzergâhları kıyaslamak, tehlikeli maddelerin çevresel risk faktörlerini belirleyerek bir çevresel risk analiz modeli geliştirmek ve rota planlaması için alternatif karar destek sistemi önermektir.

Türkiye’de tüketilen tehlikeli maddelerin yaklaşık %80’ini akaryakıt ve LPG otogaz oluşturmaktadır. Bu sebepten dolayı çalışmada akaryakıtların (benzin ve motorin) karayolu ile taşınması incelenmiştir. Mevcut modellerin uygulanması ve çevresel risk analiz modelinin geliştirilmesi aşamasında CBS yazılımı olarak MapInfo Professional 10.5 kullanılmıştır. Risk analiz modellerinin uygulanarak sonuçların değerlendirmesi amacıyla uygulama alanı olarak İzmir, Manisa, Aydın, Muğla, Denizli karayolu ağı seçilmiştir. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılarak modele giriş yapılan her bir çevresel kriterin öncelik ağırlıkları bulunarak modelin uygulanmasına geçilmiştir. Uygulama sonucunda aynı bölgeye uygulanan farklı risk analiz modellerinin sonuçları kıyaslanmıştır. Çalışmada akaryakıt taşımaları esnasında ortaya çıkan riskin güzergâh seçimi ile azaltılmasına yönelik analiz ortaya konulmuştur.

**Anahtar sözcükler:** Risk analizi, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Tehlikeli madde, Akaryakıt, Karar destek modeli, CBS

## Giriş

Tehlikeli maddeler, taşınmaları sırasında toplumu ve çevreyi belirli bir riske maruz bırakmaktadır. Birçok durumda tehlikeli maddeler bir kaynak noktasından, tehlikeli maddenin ihtiyaç duyulduğu bir ya da daha fazla varış noktasına taşınmaktadır. Bu durumda iki nokta arasında istenilen kriterlere göre en uygun güzergâhı seçme problemi ile karşı karşıya

kalınmaktadır (Castillo, 2004). Farklı öncelikleri ve bakış açıları olan ana aktörlerden resmi otoriteler riski minimum tutmaya çalışırken, taşıyıcı firmalar taşıma zamanı ve maliyetini minimum tutmaya çalışırlar. Bu sebepten dolayı tehlikeli madde taşımacılığı tipik bir çok aktörlü ve çok amaçlı problemdir (Erkut ve diğ., 2007).

Tehlikeli madde taşımacılığı güzergâh seçiminde çok amaçlı problemin doğası gereği genellikle her bir amacı optimize eden tek güzergâh tanımlamak neredeyse imkânsızdır. Birçok durumda ekonomik faktörler ile emniyet faktörlerinin çatışması karar verme sürecini karmaşık hale getirmektedir. Tehlikeli madde taşımacılığında, güzergâh planlama ve risk analizi gibi karar destek modellerinin kullanımı karar vericiler için en uygun güzergâhın belirlenmesine olanak sağlamaktadır.

Tehlikeli maddeler karayolu, demiryolu, su yolu, havayolu ve boru hatları ile taşınarak ulaşım modlarına göre sınıflandırılabilir. Dünyada yılda 450 milyon ton tehlikeli madde taşınmaktadır. Bu taşımanın % 63,3'ü karayolu taşımacılığı ile gerçekleşmektedir (Alışan, 2009). Amerika'da 2010 yılında yayınlanmış bir rapora göre ulaşım modu göz önüne alındığında taşınan tehlikeli madde miktarının %53,9'luk kısmı karayolu ile taşınmaktadır (USDOT & USDOC, 2010). Türkiye'de ise yılda yaklaşık 750.000 ton tehlikeli madde yaklaşık 15.000 araçla karayolu ile taşınmaktadır (Alışan, 2009).

Tehlikeli madde taşımacılığı için risk analizi ile ilgili olarak bu güne kadar hazırlanmış birçok bilimsel çalışma mevcuttur. Ayrıca, birçok çalışmada coğrafi bilgi sistemleri (CBS) tehlikeli madde taşımacılığında risk analizi için kullanılmıştır. Bunun yanında, tehlikeli maddelerin çevresel risk değerlendirmesini ele alan çalışmalar da bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar genel olarak taşıma mesafesi ve maliyetini en aza indirme ve kaza durumunda etkilenen kişi sayısının minimize edilmesi konuları üzerinedir. Tehlikeli madde taşımacılığında çevrenin göreceği zararın minimize edilmesiyle ilgili bir karar destek modeli ihtiyacı ortaya çıkmaktadır.

Tehlikeli madde taşımacılığında en ekonomik ve güvenli güzergâhın seçilebilmesi için planlayıcı ve karar vericilerin tüm olası güzergâhları değerlendirebilecekleri bir model kullanmaları gereklidir. Bu çalışmada, literatürde tanımlanmış mevcut risk analiz modellerinin yanında akaryakıtların karayolu ile taşınması esnasında çevresel risklerin değerlendirilebilmesi için çevresel risk analiz modeli önerilmiştir. Çalışmanın ana amacı, CBS yardımıyla belirlenen karayolu ağında akaryakıt taşımacılığı için risk analizini yapmak, tehlikeli maddelerin çevresel risk faktörlerini belirleyerek çevresel risk analiz modeli geliştirmek ve akaryakıt taşımalarında rota planlaması için alternatif karar destek sistemi önermektir.

Önerilen model akaryakıtların karayoluyla taşınması için güzergâh belirleme aracı olarak kullanılabilir. Büyük ölçekli uygulamaları mümkün kılmak amacıyla CBS modelleri bütünleştirilmiştir. Tehlikeli madde taşımacılığında güzergâh belirlenmesi, konum ve yol ağı parametreleri arasında karmaşık bir etkileşimin olduğu bir problem sahasıdır. Bu karmaşık problem CBS ile rotalama tekniklerinin birleşimi sonucu modellenmiştir. Türkiye'de tüketilen tehlikeli maddelerin yaklaşık %80'ini akaryakıt ve LPG ürünleri oluşturmaktadır (Ümit ve Kara, 2003). 2012 yılında benzin, motorin ve LPG otogaz toplamından oluşan otomotiv yakıtları toplam tüketimi %3,9 artarak 18,4 milyon tona ulaşmıştır (PETDER, 2013). Türkiye'de taşınan akaryakıt miktarı çalışmada ele alınacak kadar önemli miktarlara ulaşmıştır. Bu sebepten dolayı çalışmada akaryakıtların (benzin ve motorin) karayolu ile taşınması incelenmiştir.

Mevcut modellerin ve geliştirilen çevresel risk analiz modelinin uygulanarak sonuçların değerlendirilmesi amacıyla uygulama alanı olarak İzmir, Manisa, Aydın, Muğla, Denizli karayolu seçilmiştir. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılarak modele giriş yapılan her bir çevresel kriterin öncelik ağırlıklarının bulunması sağlanmış ve bu ağırlık puanları kullanılarak daha gerçekçi bir risk büyüklüğü elde edilmiştir. Her güzergâha ait risk değerleri dört amaç göz önüne alınarak hesaplanmıştır. Bunlar; (1) en kısa yol, (2) minimum nüfusa etki, (3) minimum kaza olasılığı, (4) minimum çevresel riske ait güzergâhlardır.

## Güzergâh Planlama Modelleri

Karayolu ile tehlikeli madde taşımacılığı hem birçok farklı aktörü içinde barındırması hem de hayati riskler içermesinden dolayı diğer ulaşım problemlerinden ayrılır. Tehlikeli madde taşımacılığı için güzergâh belirleme süreci güvenlik faktörleri ile ekonomik faktörlerin birbiri ile çatışmasından dolayı karmaşık bir süreçtir (Bohnenblust ve Slovic, 1998). Taşıma maliyetini en az seviyeye indiren en kısa yol basit bir algoritma kullanılarak bulunabilir. Ancak bu güzergâhın yerleşim yerleri içinden ya da çevresel öğelerin yoğun olduğu yerlerden geçmesi, taşıma esnasındaki riski artıracaktır. Bu durumda risk analiz modelleri, karar verme sürecini kolaylaştırıcı ve tüm faktörleri göz önüne alarak en uygun güzergâhın planlanması için araç olarak kullanılabilir.

Araştırmacılar tehlikeli madde taşımacılığında ortaya çıkan riski farklı yollardan tanımladıklarından dolayı birbirinden farklı risk modelleri ortaya çıkmıştır. Literatürde incelenen risk analiz modellerinin birçoğunda ortaya çıkan sonuç ölçüsü olarak riske maruz kalan nüfus kullanılmıştır (Erkut ve diğ., 2007). Çalışmanın amaçlarından bir tanesi de tehlikeli madde taşımacılığı için modellenen riskin farklı yollar kullanılarak ele alınmasıdır. Büyük ölçekli bir uygulamanın yapıldığı çalışmada; riske maruz kalan nüfusun ortaya konması, her yol kesimi için kaza riskinin hesaplanması amacıyla risk modeli olarak iki risk analiz modeli kullanılmıştır. Belirlenen risk analiz modelleri, bu modellerin hesaplama kriterleri ve kullanıldığı çalışmalar Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1 Çalışmada kullanılan risk analiz modelleri.

<i>Model</i>	<i>Matematiksel İfade</i>	<i>Hesaplama Kriteri</i>	<i>Referans</i>
Nüfusa Etki Risk Modeli	$\sum_{s=1}^r d_s (2l_s \lambda_m + \pi \lambda_m^2)$	Etki alanı içerisindeki insan sayısı	Batta ve Chiu (1988), Revelle ve diğ. (1991), Erkut ve Ingolfsson (2000), Verter ve Kara(2001),Jassbi ve diğ.(2010)
Olaylı Kaza Olma Olasılığı	$\sum_{s=1}^r l_s p_s$	Yol kesimindeki kaza sayısı	Saccomanno ve Chan (1985), Abkowitz ve diğ. (1992), Verter ve Kara (2001), Jassbi ve diğ. (2010)
Çevresel Risk Analiz Modeli	$\frac{k_s}{K} \left( \sum_{k=1}^{n_k} \left( w_k \sum_{k_f=1}^{n_f} w_{k_f} A_{s,m} \right) \right)$	Etki alanı içerisindeki çevresel öğeler	Bu çalışmada önerilmektedir

Çalışmada belirlenen karayolu ağında akaryakıt taşımacılığı için ekonomik ve güvenli güzergâhların seçiminde kullanılabilecek risk tabanlı karar destek modeli sunulmuştur. Sunulan risk değerlendirme metodolojisinde uygulama alanı için dört risk analiz modeli kullanılmıştır. Literatürde yer alan nüfusa etki risk modeli ve olaylı kaza olma olasılığı modelinin yanında taşıma mesafesini en aza indiren en kısa yol basit bir algoritma

kullanılarak bulunmuştur. Ayrıca, riske maruz kalan çevresel öğelerin ortaya konması maksadıyla önerilen çevresel risk analiz modeli uygulanmıştır.

*Nüfusa etki risk modeli*, güzergâh üzerinde belirli bir alanda yaşayan insanları potansiyel risk altında kabul eden bir risk modelidir. Güzergâh üzerinde bulunan olaylı kazanın meydana geldiği bir  $c$  noktası merkez kabul edilerek etrafındaki ( $\lambda$ ) yarıçaplı dairesel alan potansiyel risk altında kabul edilerek *tehlike alanı* olarak adlandırılır. Tehlikeli alanı yarıçapı ( $\lambda$ ), taşınan tehlikeli maddenin türüne göre farklılık göstermektedir.  $m$  tehlikeli madde türüne ait  $s$  yol segmentinde ilerleyen bir araca ait tehlikeli alanı yarıçapı ( $\lambda$ ) içinde kalan nüfusa etki değeri (1)'de gösterilmiştir (Verter ve Kara, 2001).

$$\bar{C}_{s,m} = \sum_{s=1}^r d_s (2l_s \lambda_m + \pi \lambda_m^2) \quad (1)$$

*Olaylı kaza olma olasılığı* risk tanımına göre olaylı kaza olma olasılığı ( $R_{ip}$ ), o yola ait her bir yol kesiminin uzunluğu ( $l_s$ ) ile olaylı kaza olma olasılığı ( $p_s$ ) çarpım değerlerinin toplamına eşittir. Buna göre olaylı kaza olma olasılığı (2)'de gösterilmiştir (Saccomanno ve Chan, 1985).

$$R_{ip} = \sum_{s=1}^r l_s p_s \quad p_s = \frac{k_s}{K} \quad (2)$$

## Önerilen Çevresel Risk Analiz Modeli

### Çevresel Risk Analiz Modeli

Oluşan çevresel riski kalitatif ya da kantitatif olarak ortaya koyabilmek için riski oluşturan risk kaynağı, yol ve etki alanları analiz edilmiştir. *Risk kaynağı*, taşıma esnasında ortaya çıkan risk incelendiğinden taşınan tehlikeli madde türlerini kapsar (Ruifang, 2010). Çalışma kapsamında ele alınan akaryakıt oluşan çevresel risklerin kaynağını oluşturmaktadır. *Risk oluşturduğu yol*, taşımanın yapıldığı mevcut karayolu ağını kapsamaktadır. *Risk etki alanları*, risk kaynaklarından olumsuz etkilenen çevresel öğelerin belirlenmesi anlamına gelmektedir. Literatürde, riske maruz kalan çevresel öğeler genel olarak su ortamı, toprak ortamı ve ekolojik ortam olmak üzere üç ana grupta toplanmaktadır (Ruifang, 2010; Gunasekera ve Edwards, 2003; Andersson ve Tysklind, 2007; Rygnestad, 2000; Liu ve diğ., 2009; Ashtakala ve diğ., 1996).

Çalışmada önerilen çevresel risk analiz modeli, akaryakıtların taşınması esnasında yarattıkları kirlilik sonucunda; su kaynaklarının, tarım alanlarının, ormanların, turizm ve doğa koruma alanlarının kirlenmesini önleyecek güzergâhların tespit edilmesini amaçlamaktadır. Bir olayın meydana gelme olasılığı ile bu olayda ortaya çıkan sonuçların yol boyunca normal dağıldığı varsayımına dayanan geleneksel risk tanımından hareketle çevresel risk analiz modeli ifade edilmiştir. Buna göre beklenen çevresel risk değeri ( $\bar{C}R$ ), kaza olma olasılığı ( $P_s$ ) ile çevrede meydana gelen zararın ( $C$ ) çarpımı olarak (3)'de belirtilmiştir (Ruifang, 2010).

$$\bar{C}R = P_s C \quad (3)$$

Geliştirilen çevresel risk analiz modelinde (3)'deki çevrede meydana gelen zarar (C), kümülatif ağırlık ve puanlama modelinden uyarlanarak ortaya konulmuştur. Yapılan çalışmalarda yol güvenliğini ortaya koyan güzergâha ait maliyet fonksiyonu (4)'de sunulan kümülatif ağırlık ve puanlama modeli ile hesaplanmıştır (Huang, 2004; Huang ve diğ., 2004).

$$\text{Güzergâh Maliyeti (R)} = \sum_{c=1}^{n_c} \left( w_c \sum_{cf=1}^{n_{cf}} w_{cf} s_{cf} \right) \quad (4)$$

Burada;  $c$ = kriter,  $n_c$ = kriter sayısını,  $w_c$ = c kriterinin ağırlığını,  $c_f$ = c kriteri altındaki faktörü,  $n_{c_f}$ = c kriteri altındaki faktör sayısını,  $w_{c_f}$ = c kriteri altındaki faktör ağırlığını,  $s_{c_f}$ = c kriteri altındaki faktör puanını göstermektedir.

Geliştirilen çevresel risk analiz modelinde benzer bir şekilde çevresel zarar (C), bu basit maliyet modelinden uyarlanmış fakat puanlama fonksiyonu yerine faktörlerin alansal hesaplanması olarak ifade edilmiştir. Bir olayın meydana gelme olasılığı ( $P_s$ ) da, belirlenen yol kesiminde kaza olma olasılığı ile ortaya konulmuştur. Bu durumda çevresel risk analiz modeli (5)'da sunulduğu gibi ortaya konulmuştur.

$$\zeta R = \frac{k_s}{K} \left( \sum_{k=1}^{n_k} \left( w_k \sum_{k_f=1}^{n_{k_f}} w_{k_f} A_{s,m} \right) \right) \quad (5)$$

$k_s$  = s yol kesiminde meydana gelen kaza sayısı

$K$  = toplam kaza sayısı

$k$  = kriter

$k_f$  = k kriteri altında bulunan faktör

$n_{k_f}$  = k kriteri altında bulunan faktör sayısı

$w_{k_f}$  = k kriteri altında bulunan faktör ağırlığı

$A_{s,m}$  = m teh. madde türüne ait s yol kesimi tehlike alanında çevresel faktörler alanı

Her bir kriter risk kaynaklarından olumsuz etkilendiği için ayrı ayrı hesaplanarak toplam zarar elde edilmiştir. Çevrede meydana gelen zararın risk tanımının diğer bileşeni olan kaza olma olasılığı ile çarpımı sonucunda çevresel risk değeri hesaplanır.

### Analiz metodu

Çalışmada coğrafi bilgi sistemi yazılımı olarak kullanılan MapInfo Professional 10.5'a MapBasic yazılımı ile coğrafi bilgi sistemine hesaplanan risk değerlerine göre rotalama yapma, her bir yol kesiminin istenilen amaca uygun risk değerlerinin hesaplanması ve belirtilen etki alanına göre risk değeri hesaplama ve rotalama yetenekleri eklenmiştir. Çalışma kapsamında etki alanı, en yaygın kullanılan tehlike çemberi modeli ile tanımlanmıştır (Erkut ve Verter, 1998). Tehlikeli madde türüne göre değişim gösteren etki yarıçapı, çalışmada incelenen tehlikeli madde türleri için tehlikeli maddeler ile ilgili bilgileri ihtiva eden Emergency Response Guidebook (2008)'tan alınmıştır (Emergency Response Guidebook, 2008). Benzin ve motorin taşımaları analizi için 800 metre yarıçaplı etki alanı tanımlaması yapılmıştır.

En kısa yol, çıkış ile varış noktası arasındaki kilometre cinsinden en kısa mesafeyi ifade eder. En düşük riskli yol ise her risk modeli için iki nokta arasında toplam risk değerini minimize eden güzergâhı ifade etmektedir. Coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak belirlenen (o-d) çiftleri

arasında, belirlenen amaçlar doğrultusunda en uygun güzergâhlar bulunmuş ve bir çıkış-varış noktası (*o-d*) çiftine ait en kısa yol ve en düşük riskli yol bulunmaya çalışılmıştır.

### AHP Tekniği ile Faktörlerin Öncelik Ağırlıklarının Bulunması

Çevresel riske neden olan faktörlerin çok çeşitli olması, hangi kriterin daha önemli olduğu konusunda etkili ve doğru karar vermeyi güçleştirmektedir. Bu faktörlerin öncelik ağırlıklarının bulunarak daha gerçekçi bir risk büyüklüğü elde edilmesinde kullanılacak en iyi yöntemin çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisi olan AHP olduğu değerlendirilmiştir. Çevresel risk analizi yapılırken çevresel kriterlerin öncelik ağırlıklarının bulunması maksadıyla AHP kullanılmıştır (Saaty, 2001; 2006).

Bunun için çevre konusunda uzman akademik personel ve çeşitli kurumlardaki konuyla ilgili çalışmalar yürüten ve karar verici pozisyonlarda çalışan çevre uzmanlarından oluşan iki farklı gruptan 10 uzman personelin görüşleri alınmıştır. Faktörlerin öncelik ağırlıklarının bulunması amacıyla hiyerarşik model oluşturularak uzmanlarından elde edilen değerlendirmeler sonucu kriterlerin ve alt kriterlerin ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. İkili karşılaştırma matrisleri, birden fazla kişinin değerlendirmesi ile elde edildiği için yargıların birleştirilmesi açısından değerlendirmelerin geometrik ortalamalarının hesaplanmasıyla elde edilmiştir. Tablo 2’de ana kriter ve alt kriterler ile ikili karşılaştırma matrislerinden hesap edilen ağırlık değerleri özet olarak gösterilmiştir.

Tablo 2 Ana ve alt kriterlere ait ağırlık değerleri.

<i>Ana Kriter / Ağırlık Değeri</i>	<i>Alt Kriter</i>	<i>Ağırlık Değeri</i>
<b>Su Ortamı (A)</b> 0,393 <i>T.O = 0,019 &lt; 0,1</i>	Akarsu (A1)	0,162
	Baraj (A2)	0,367
	Deniz (A3)	0,108
	Göl (A4)	0,151
	Sulama Alanları (A5)	0,212
<b>Toprak Ortamı (B)</b> 0,223 <i>T.O = 0,033 &lt; 0,1</i>	Orman Alanları (B1)	0,156
	Sit Alanları (B2)	0,113
	Tarım Alanları (B3)	0,731
<b>Özellikli Alanlar (C)</b> 0,384 <i>T.O = 0,005 &lt; 0,1</i>	Doğa Koruma Alanları (C1)	0,439
	Çevre Koruma Alanları (C2)	0,376
	Turizm Bölgeleri (C3)	0,184

Elde edilen ağırlık değerleri her bir kriter ile çarpılarak hesaplanan risk değerleri ağırlıklandırılmıştır.

### CBS Destekli Karar Destek Modeli Uygulaması

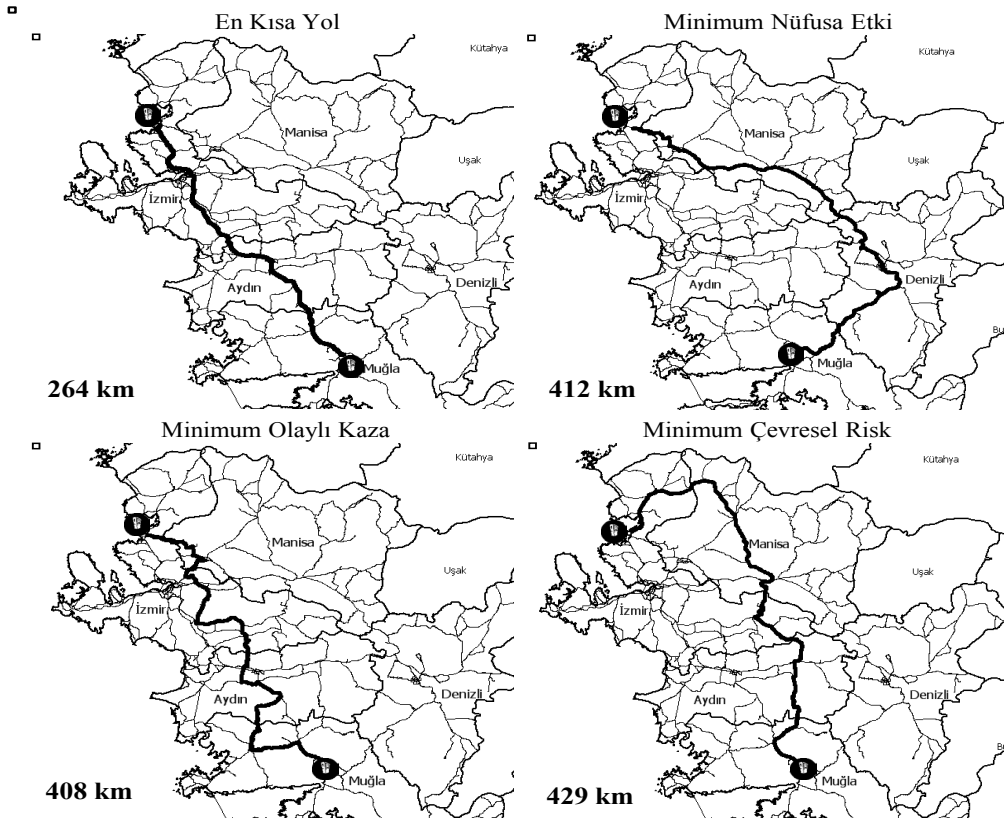
#### Uygulama Alanı

Karayoluyla akaryakıt taşımacılığında belirtilen amaçlara ulaşmak için uygulama alanı olarak İzmir, Manisa, Aydın, Muğla, Denizli karayolu ağı seçilmiştir. Uygulama alanı karayolu ağı açısından incelendiğinde, otoyol, devlet ve il yolları uzunlukları toplamı 5.357 km olup, mevcut karayolu ağı toplam 183 yol kesiminden oluşmaktadır. Uygulama alanı içinde 16 otoyol kesimi, 57 devlet yolu ve 110 il yolu kesimi bulunmaktadır.

Çalışmada kullanılan nüfus bilgileri, 31 Aralık 2010 tarihi itibarıyla Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sisteminden elde edilen nüfus bilgileridir. Uygulama alanı içinde tehlikeli maddelerin taşınmasına izin verilmeyen 3 adet tünel hesaplamalarda göz önüne alınmıştır. Kaza verisi olarak, Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Eğitim ve Araştırma Daire Başkanlığı'ndan temin edilen kontrol kesim noktalarına göre 2010 yılı trafik kaza verileri kullanılmıştır. Çevresel öğelere ait veriler, uygulama alanı içerisinde yer alan İzmir, Manisa, Aydın, Muğla ve Denizli illerinin çevre düzeni planları iki planlama bölgesi olarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan sayısal veri tabanı şeklinde temin edilmiştir.

### Model Sonuçları

Risk analiz modelleri belirlenen alanda uygulanarak bu modellerin gerçek karayolu ağı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Belirlenen çıkış-varış (*o-d*) çifti arasında akaryakıt taşımaları için risk analizleri yapılmıştır. Örnek olarak seçilen Aliğa – Muğla arasında yapılan akaryakıt taşımaya ait güzergâhlar Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1 Aliğa – Muğla arasındaki akaryakıt taşımacılığı için alternatif güzergâhlar.

Aliğa – Muğla arasındaki akaryakıt taşıması için en kısa güzergâh 264 km, en uzun güzergâh ise 429 km ile minimum çevresel riski veren güzergâhtır. Aliğa – Muğla akaryakıt taşımasında ortaya çıkan dört güzergâh ta birbirinden farklı olmuştur. En uzun güzergâh olan minimum çevresel risk güzergâhı 429 km ile en kısa güzergâhından yaklaşık %162 daha uzundur. Tablo 3'de modellerin kolayca karşılaştırılabilmesi için her bir risk analiz modeline ait normalize edilmiş risk değerleri sunulmuştur.

Tablo 3 Aliğa – Muğla akaryakıt taşımaya ait normalize edilmiş risk değerleri.

	Uzaklık (km)	Nüfus Risk	Kaza Risk	Çevresel Risk
En Kısa Yol	1	5,17	25,45	1,39
Min. Nüfusa Etki	1,56	1	2,88	1,11
Min. Olaylı Kaza	1,54	1,48	1	1,17
Min. Çevresel Risk	1,63	2,76	1,46	1

Risk analiz modellerine ait sonuçlar incelendiğinde;

- Modellerin uygulanması sonucunda ortaya çıkan uzaklık ve risk değerlerinin hepsi birbirinden farklıdır.
- En kısa yolun uzunluğu 264 km olup risk değerleri diğer modellerle kıyaslandığında; kaza risk değerlerinin minimum değerden yaklaşık 25 kat büyük olduğu görülmektedir. En kısa yol, en düşük maliyetli güzergâh olmasına rağmen çok büyük farklarla oldukça riskli bir güzergâhtır.
- Minimum kaza olasılığını veren güzergâh aynı zamanda 408 km ile en kısa ikinci güzergâh, aynı zamanda da diğer risk değerleri incelendiğinde en risksiz güzergâhlardan birisidir.
- Çevresel riskin en az olduğu güzergâh incelendiğinde, tüm risk değerleri açısından ortalama değerlere sahip bir güzergâhtır.

## Sonuçlar

Çalışmada tehlikeli madde taşımaları esnasında ortaya çıkan riskin güzergâh seçimi ile azaltılmasına yönelik analiz ortaya konulmuştur. Risk analiz modellerinin uygulanması sonucunda farklı amaçlar için farklı güzergâhlar ortaya çıkmıştır. Bunun sebebi her yol segmentine ait risk değerinin belirlenen kritere göre farklılık göstermesi ve coğrafi bilgi sistemi vasıtasıyla risk değerlerine göre rotalama yapılmasıdır. Yapılan çalışma sayesinde, çevresel risk tanımlanması ve risk altında kalan bölgenin nicel olarak tahmin edilmesi için sistematik bir yaklaşım getirilmiştir. Geliştirilen yaklaşım, akaryakıtlardan kaynaklanan risklerin önceden değerlendirilerek tahmin edilmesini kolaylaştıracak ve çevre yönetimi için bir gerekliliğin yerine getirilmesini sağlayacaktır.

Uygulama sonucunda ortaya çıkan sonuçlar şu şekildedir;

- Coğrafi bilgi sistemi yardımıyla yapılan risk analizi sonucunda seçilen bir çıkış-varış noktası çifti için belirlenen amaçlar doğrultusunda ortaya çıkan güzergâhlar birbirinden farklıdır.
- Risk analizi sonucunda, herhangi bir amaç için optimum sonucu veren bir güzergâhın diğer amaçlar için aldığı risk değeri araştırıldığında, maliyeti en aza indiren güzergâhın yani en kısa yolun aynı zamanda riski en aza indiren güzergâh olmadığı ortaya çıkmıştır.
- Tehlikeli madde taşımacılığında risk analizi yaparken belirlenecek amaç ve taşınacak tehlikeli madde türü doğru risk analiz modelinin seçimi için belirleyici unsurlardır.
- Önerilen karar destek sistemi belirlenen farklı ya da daha geniş bölgeye uyarlanabilir, karar vericilere en az riskli güzergâhı seçme olanağı sağlayabilir.



## Kaynaklar

- Abkowitz, M., Lepofsky, M., Cheng, P. (1992). Selecting Criteria for Designating Hazardous Materials Highway Routes. Transport. Research Record, (1333), pp. 30–35.
- Alişan, D. (2009). Tehlikeli Kimyasal Maddelerin Taşınması ve Depolanması. Tehlikeli Kimyasalların Yönetimi Sempozyumu, Ankara, pp. 257-266.
- Andersson, A. S., Tysklind, M., Fangmark, I. (2007). A Method To Relate Chemical Accident Properties and Expert Judgements in Order to Derive Useful Information for the Development of Environment-Accident Index. Journal of Hazardous Materials, 147, pp. 524–533.
- Ashtakala, B., Eno, L. A. (1996). Minimum Risk Route Model for Hazardous Materials. Journal of Transportation Engineering, 122(5), pp. 350-357.
- Batta, R., Chiu, S.S. (1988). Optimal Obnoxious Paths on a Network: Transportation of Hazardous Materials. Operations Research, 36(1), pp. 84–92.
- Bohnenblust, H., Slovic, P. (1998). Integrating Technical Analysis and Public Values in Risk-Based Decision Making. Reliability Engineering&System Safety, 59(1), pp. 151-159.
- Castillo J. E. A. (2004). Route Optimization for Hazardous Materials Transport. Master's Thesis, International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, Urban Planning and Land Administration, The Netherlands.
- Erkut, E., Tjandra, A. S., Verter, V. (2007). Hazardous Materials Transportation. In C. Barnhart, & G. Laporte (Eds). Handbook in OR & MS. Elsevier, Vol. 14. pp. 539-621.
- Erkut, E., Verter, V. (1998). Modeling of Transport Risk for Hazardous Materials. Operations Research, 46(5), pp. 625–642.
- Gunasekera, M.Y., Edwards, D.W. (2003). Estimating the Environmental Impact of Catastrophic Chemical Releases to the Atmosphere: An Index Method for Ranking Alternative Chemical Process Routes. Trans Institution of Chemical Engineers, 81, pp. 463–474.
- Huang, B. (2004). A GIS-AHP Method for HAZMAT Route Planning with Consideration of Security. Environmental Informatics Archives, 2, pp. 818-830.
- Huang, B., Cheu, R. L., Liew, Y. S. (2004). GIS and Genetic Algorithms for HAZMAT Route Planning with Security Considerations. International Journal of Geographical Information Science, 18(8), pp. 769–787.
- Liu, K. F. R., Liang, H. H., Yeh, K., Chen, C. W. (2009). A Qualitative Decision Support for Environmental Impact Assessment Using Fuzzy Logic. Journal of Environmental Informatics, 13(2), pp. 93-103.
- Jassbi, J., Makvandi, P. (2010). Route Selection Based on Soft MODM Framework in Transportation Of Hazardous Materials. Applied Mathematical Sciences, 4(63), pp. 3121-3132.
- Petrol Sanayi Derneği, (2013). 2012 Yılı Sektör Raporu, PETDER, İstanbul.

- ReVelle, C., Cohon, J., Shobrys, D. (1991). Simultaneous Siting and Routing in the Disposal of Hazardous Wastes. Transportation Science, 25(2), pp. 138–145.
- Ruifang, M. O. U. (2010). Environmental Risk Assessment Model on Dangerous Goods in Logistics. ICLEM 2010, pp. 2023-2029.
- Rygnestad, H. (2000). Integrating Environmental Economics and Policy Analyses in a Geographical Information System. Statens Jordbrugs-og Fiskeriøkonomiske Institut.
- Saaty, T. L. (2001). The Seven Pillars of the Analytic Hierarchy Process. In Proceedings of the 15th Int'l Conf on Multiple Criteria Decision Making (MCDM). New York: Springer. pp.1-15.
- Saaty T. L. (2006). Rank From Comparisons and From Ratings in the Analytic Hierarchy /Network Processes. European Journal of Operational Research, 168, 2.
- Saccomanno, F., Chan, A. (1985). Economic Evaluation of Routing Strategies for Hazardous Road Shipments. Transportation Research Record, 1020, pp. 12–18.
- USDOT (U.S. Department of Transportation)(2008). Emergency Response Guidebook. Washington DC, USA: PHMSA.
- USDOT (U.S. Department of Transportation), & USDOC (U.S. Department of Commerce). (2010). Hazardous Materials Transportation 2007 Commodity Flow Survey. USA: Bureau of Transportation Statistics.
- Ümit, H., Kara, B.Y. (2003). Büyük Ölçekli Bir Tehlikeli Madde Taşımacılığının Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Analizi: Shell Türkiye Örneği. Yöneylem Araştırma Dergisi, 15, pp. 35-47.
- Verter, V., Kara, B.Y. (2001). A GIS-Based Framework for Hazardous Materials Transport Risk Assessment. Risk Analysis, 21(6), pp. 1109–1120.

# Küçük Kentlerde Otopark Planlaması ve Yönetimi: Artvin Kent Merkezi Örneği

## Mustafa ÖZEN

DSİ 26. Bölge Müdürlüğü,  
08100, Artvin  
Tel: (466) 238 25 02  
E-Posta: mustafaozen@dsi.gov.tr

## Mustafa Sinan YARDIM

YTÜ İnşaat Fak. İnşaat Müh. Böl.  
Davutpaşa Kampüsü, 34210,  
Esenler-İstanbul  
Tel: (212) 383 51 83  
E-Posta: yardim@yildiz.edu.tr

## Öz

Bu çalışmada, küçük ölçekli kentlerde otopark planlaması ve yönetimi için bir çerçeve çizilmiş, küçük ölçekli kentler düzeyinde uygulanabilmesi için pratik bir sistematik oluşturulması amaçlanmıştır. Bunun için, küçük kent ve “çarşı” kavramları tanımlanmış ve ülkemizdeki kentlerin sınıflandırması yapılarak büyük ve küçük kentlerin farklılıkları ortaya konulmuştur. Bu kapsamda Artvin ili kent merkezi için bir otopark etüdü yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda çarşı bölgesinde özellikle Hastane Caddesi, İnönü Caddesi ve Cumhuriyet Caddesi’nde bir otopark kapasitesi problemi bulunduğu görülmüştür. Zirve saatlerde bölgede trafiğin tıkanma düzeyinde aktığı, otopark talebinin yönetilememesinden dolayı, zaten yetersiz olan karayolu alt yapısının günün diğer saatlerinde de ulaşım problemlerine sahne olduğu belirlenmiştir. Etüt bulguları, “otopark yönetim stratejileri” bağlamında ele alınarak, çözüm önerileri sunulmuştur.

**Anahtar sözcükler:** Küçük kent, otopark problemi, otopark planlaması ve yönetimi, Artvin.

## Giriş

Ulaştırma ağlarının en yoğun ve problemlerin en çok yaşandığı alanı kent içi ulaşımıdır. Kentiçi ulaşım sektörünün boyutları hızla büyürken yolculukların uzunlukları da artmakta ve daha çok yaya yolculuğu motorlu taşıt yolculuğuna dönüşmektedir (Şişman ve Uyguner, 2009). Bilindiği üzere, otomobille yapılan her seyahatin varış noktasında otopark alanlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu otopark alanları doğru planlanmadığı takdirde, etkileri büyük kentlerde olduğu gibi, küçük kentlerde de kendini göstermektedir.

Küçük ölçekli kentlerde kent merkezi ve şehrin ana caddesinin bulunduğu bölümlerde ulaşım talebi genellikle yoğun olmaktadır. Merkez ya da çarşı (downtown) olarak da adlandırılan bu bölgelerde yapılacak doğru bir otopark planlaması neticesinde, şehrin gelişimiyle ortaya çıkacak olan otopark ve ulaşım problemleri büyük ölçüde çözümlenecektir. Otopark planlaması büyük kentlerde daha karmaşık bir halde iken, küçük kentlerde daha basit olabilmektedir.

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de pek çok küçük ölçekli kent vardır. Özellikle büyük kentlerde otopark planlaması için birtakım çalışmalar yapılsa da bu konuda küçük kentlerde büyük eksiklikler bulunmaktadır. Küçük kentlerdeki yönetimler ihtiyaç duyulan otopark alanı

için çözümü genelde yeni otopark alanları açarak sağlamaktadırlar. Kısa vadeli, sürdürülemeyen bir çözüm olan bu yöntemin olumsuz noktalarının küçük kentlerdeki idarecilere ve kullanıcılara anlatılması gerekmektedir. Çünkü yöneticilerin idrak etmediği, halkın benimsemediği bir planlama süreci ne kadar iyi görünse de, başarısızlıkla sonuçlanmaktadır. Birçok yerel yönetim ve otomobil sahipleri, otopark problemlerini çok karmaşık bir hale gelmeden, otoparkın bir problem oluşturduğunun ve bu sıkıntıların daha da büyüyeceğinin farkına varamazlar. Halbuki problemi, büyümeden veya kaynağında yapılacak bir müdahaleyle çözmek imkânı her zaman vardır. İyi bir planlama ve yönetim stratejisiyle, bu problemlerin birçoğu çözümlenebilir. Bildiride, küçük kent ve çarşı kavramları tanımlandıktan sonra küçük kentlerdeki otopark problemlerine değinilmiştir. Bu bağlamda küçük kent otopark planlaması ve yönetimi için bir sistematik çerçeve sunulmuştur. Artvin kent merkezinde yapılan otopark etüdü (Özen, 2015) sonuçlarına göre bazı çözüm önerileri ortaya koyulmuştur.

## Küçük Kentler ve Otopark Problemleri

Literatürde kırsal ve kentsel alanları birbirinden ayıran ana kriter nüfus miktarıdır. Bu konuya dikkatleri çeken araştırmacılar (Kaya, 2013), kentin alt sınırını 20.000 nüfus olarak kabul etmektedirler. Buna göre, nüfusu 20.000'den fazla olan yerleşim birimleri kent, diğer yerleşim birimleri kırsal alan kabul edilmektedir (Tablo 1).

Tablo 1 Türkiye'de kanunlar çerçevesinde yerleşmelerin sınıflandırılması

Kanun	Nüfus Ölçütü (Kişi)	Yerleşme Türü
442 sayılı Köy Kanunu	Nüfus<2.000 2.000 < Nüfus< 20.000 20.000 <Nüfus	Köy Kasaba Kent
5393 Sayılı Belediye Kanunu	5.000 <Nüfus	Belediye
5216 Sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu	750.000 <Nüfus	Büyükşehir

Kent sınıfına girenlerden 20.000-100.000 arasında nüfus büyüklüğü gösterenler küçük kent, 100.000-750.000 arasında nüfuslu olanlar orta büyüklükte kent, 750.000-1.000.000 arasında nüfuslu olanlar büyük kent olarak gruplandırılmıştır. Ülkemizdeki kentsel nüfusun dağılımı Tablo 2'de görülmektedir. Ülkemizdeki nüfus dağılımına bakıldığında nüfus değerlendirmesi sadece kent merkezleri baz alınarak yapılmıştır. Çalışmanın uygulama aralığını temsil eden, nüfusu 20.000 ila 100.000 aralığında ülkemizde toplam 219 kent bulunmaktadır (Tablo 2)

Tablo 2 Ülkemizdeki kentlerin sınıflarına göre sayısı ve nüfus dağılımı [TÜİK]

Nüfus	İl		İlçe		Toplam Kent	
	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Toplam Sayı	Toplam Yüzde
Nüfus<20.000	1	%1,2	596	%67,0	597	%61,5
20.000<Nüfus<100.000	28	%34,6	191	%21,5	219	%22,5
Nüfus>100.000	52	%64,2	103	%11,5	155	%16
Toplam	81	%100	890	%100	971	%100

Yakın zamana kadar modern kent ve yaşam imkânlarından tam mânâsıyla yararlanamayan küçük kentler, gelişen teknoloji ile artık çağa ayak uydurmaya başlamışlardır. Fakat teknolojinin sunduğu kolaylıklar beraberinde problemlerini de getirmektedir. Taşıt sayısındaki artış bugün artık küçük kentleri de etkilemektedir. Araştırmalara göre taşıtların bir sene içindeki zamanlarının yaklaşık %98'i durarak, %2'si hareket halinde geçmektedir (Gökdağ ve Yarbaşı, 2002). Otopark problemlerinin arkasında böyle bir manzara yatmaktadır. Gelişmiş ülkelerde otomobil sahipliliğinin toplumun geneline yayılması, yani dar gelirli olanların da otomobil alması

1965 yıllarına dayanmaktadır. Ülkemizde de değişimin bu düzeyde başlaması son 20 yıl içindedir. Bu süreçte, küçük kentlerde otomobiller birer sorun haline gelmeye başlamış olup, yakın gelecekte de önlem alınmazsa daha büyük sıkıntılara sebep olacağı açıkça görülmektedir.

Özellikle küçük kentlerin vazgeçilmez otopark alanları olan yol kenarı otoparkları, her otopark talep artışında daha da genişletilmiştir. Bu çözüm yolu, hem yayaların kullanımı için ayrılan alanları işgal edeceğinden hem de taşıt kullanımını daha cazip hale getireceğinden dolayı, kısa bir zaman sonra artan talep doğrultusunda sorunların yeniden baş göstermesine neden olmuştur. Bu nedenle, otopark sorununun çözümünün sürdürülebilir mânâda olması için, oluşan otopark talebin kontrol altına alınması gerekmektedir. Özellikle küçük kentlerde sorunun en çok yaşandığı yer olan çarşı (downtown) bölgesi bu açıdan önemlidir. Büyük kentlerde mekânsal kaynak kullanımı çok sınırlı olmasına karşın, küçük kentlerde bu sorun nispeten kolay çözümlenebilmektedir.

Kentte otopark yönetim sistemlerinin uygulanması ve otopark alanlarının planlanmasının faydaları şu şekilde özetlenebilir:

**Sürücüler açısından:** Sürücüler kendileri için en uygun park alanını, en hızlı ve kolay şekilde seçebileceklerdir;

**Trafik akışı açısından:** Arama trafiği azalacak, mevcut trafik akışı rahatlayacaktır. Birçok yerde yol kapasitesinde artış oluşacak ve yol kenarındaki engeller kaldırılacaktır;

**Kent yöneticileri açısından:** Ulaşım taleplerinin en iyi şekilde dağıtımı yapılabilecektir;

**Kent sakinleri açısından:** Daha sıkı bir denetim mekanizması ortaya çıkacağı için gelişmiş güzel otoparklar olmayacak, daha konforlu ve güvenli bir çevre elde edilecektir;

**Çevresel etki açısından:** Hava kirliliğinde bir azalma ve hava kalitesinde artış meydana gelecektir. Yeşil alanları, geniş kaldırımları ile kullanışlı bir kent ortaya çıkacaktır (Marinho ve diğ., 2004).

Küçük ve büyük kentlerdeki bazı önemli farklılıklardan ötürü otopark problemlerinin çözümünde büyük kentler için yapılmış çalışmalar ve oluşturulmuş bilgilerin küçük kentler düzeyinde uygulamasında bir takım zorluklar bulunmaktadır.

Küçük kentlerde yaşan insanların otomobil kullanımına bağımlılığı büyük bir kente nazaran 4 kat daha fazla olduğu tahmin edilmektedir (Goodwin, 1969). Küçük kentlerdeki alışveriş kültüründeki farklılıklar vardır. Küçük kentlerde alışveriş genelde hem çarşı (downtown) ile sınırlı kalmakta hem de daha kolay olmaktadır. Küçük kentlerde büyük ulaştırma tesislerinden yoksundurlar. Küçük kentlerin merkezi iş alanları genelde düzensiz ve dağınık durumdadır. Otopark alanları noktasında da oldukça zayıftır. Küçük kentlerdeki esnafın çoğu otopark sorunlarının ücretsiz ve mümkün olduğunca kapılarının önünde çözümlenmelerini isterler. Küçük kentler, otoparkların iyileştirmesi için gereken fon noktasında ciddi sıkıntılar yaşamaktadırlar. Bu yüzden küçük kentlerde yer altı otoparkları gibi büyük tesisler yapmak oldukça zor görünmektedir (Goodwin, 1969).

Kontrolsüzce artan araç sayıları; yakın geçmişte, sadece büyük kentlerde birer problem olmaktaydı. Fakat günümüze gelindiğinde refah seviyelerindeki artışın daha geniş kitlelere yayılması, üretimin büyük kentlerden küçük kentlere kayması ve ulaşım imkânlarının daha da kolay olması nedeniyle, otopark ve trafik problemleri küçük kentleri de tehdit eder bir hale gelmiştir. Nüfusu az olan kentlerin en etkin bölgeleri olan çarşılarda otopark problemini çözmek için gerekli olan hususlar, buralarda yaşayan insanların alışkanlıklarını değiştirmek, merkezdeki bazı aktiviteleri çarşı dışındaki çevreye yayarak kentin dışı doğru gelişiminin önünün açılmasıdır.

Yapılan literatür araştırması sonucunda, küçük kentlerde otopark problemlerinin çözümü konusunda genel geçer kabul gören sistematik yaklaşımlar bulunmadığı tespit edilmiştir (Özen, 2015). Konuyla ilgili yapılan çalışmalarda çoğunlukla genel çözüm yaklaşımları sergilenmekte olup, konuya has bazı detayların da öne çıkabildiği sistematik yaklaşımlara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

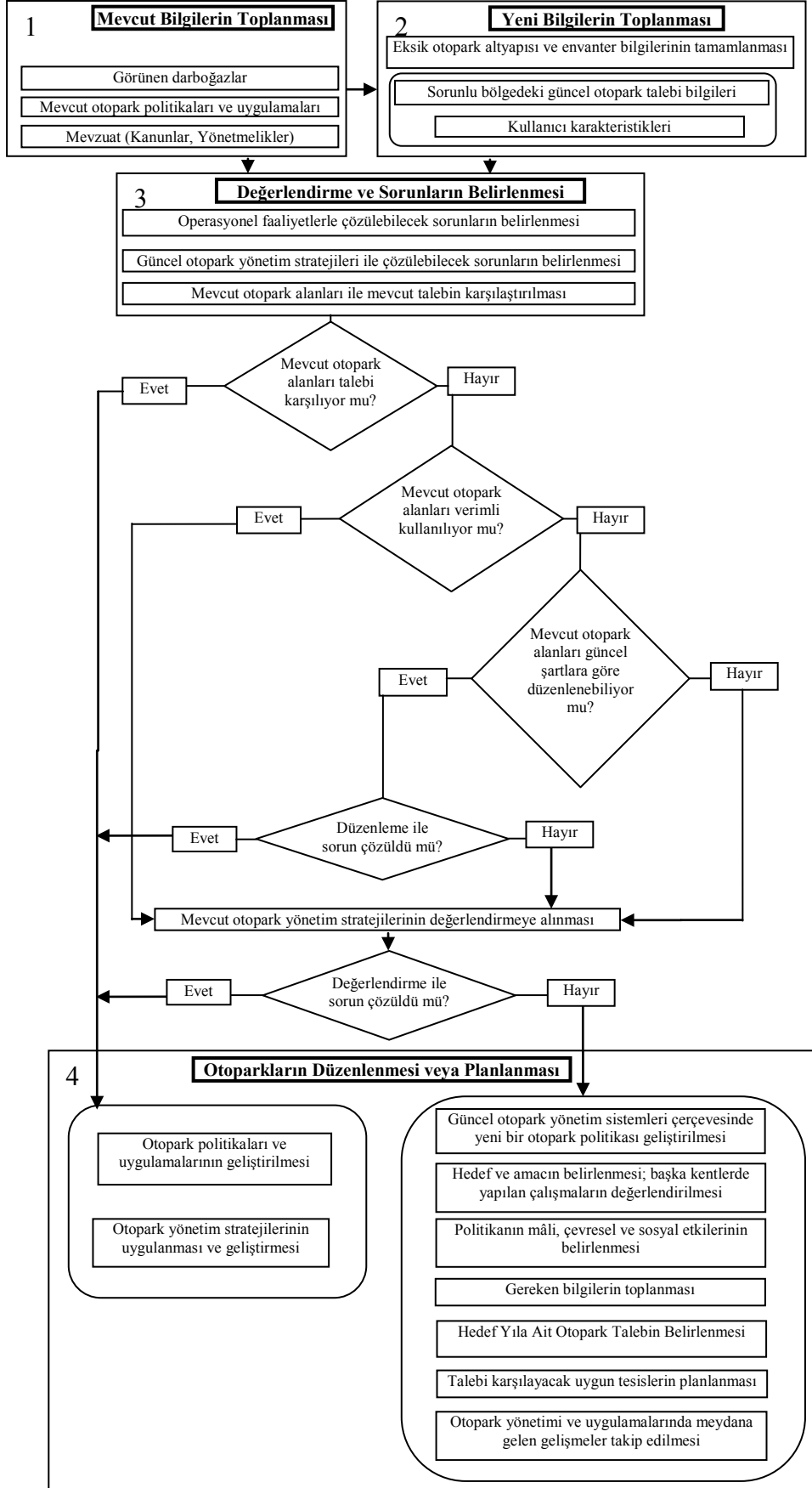
Otopark probleminin çözümü ve otoparkların verimli bir şekilde işletilmesi için otopark yönetim stratejilerinin en güncel şekilde uygulanması ve oluşan yeni otopark politikalarının yaygın bir kamu desteği ile belirlenmesi gerekmektedir. Küçük kentler için en uygun çözümlerin bulunmasının, çok hassas, pratik fikirler gerektiren ve gerçeklerle yüzleşilmesi gereken bir iş olduğu göz ardı edilmemelidir (Moore, 2008).

Küçük kentler bağlamında otopark problemlerine yaklaşım için dört aşamalı bir çalışma sistematığı öngörülmüştür. Bunlar; 1- *Mevcut bilgilerin toplanması*, 2- *Yeni bilgilerin elde edilmesi*, 3- *Değerlendirme ve sorunların belirlenmesi*, 4- *Otoparkların düzenlenmesi ya da planlanması* başlıkları altında ve bir akış diyagramı şeklinde ifade edilmiştir (Şekil 1) Esasen burada tarafımızdan yapılan, gelenekselleşmiş yaklaşımların içinin, “küçük kent otoparkları bağlamında ve gerçekleri çerçevesinde” doldurulmasından ibarettir. Amaç, küçük kentlerdeki otopark altyapısındaki mevcut sorunların, çelişkilerin ve yetersizliklerin ortadan kaldırılması ve mevcut kapasitelerin daha etkili kullanılmasıdır.

## **Küçük Kentlerde Otopark Planlaması**

Otopark problemlerini anlamak ve çözüme kavuşturmak temel mânâda doğru arz-talep dengesini sağlamakla yerine getirilir. Büyük kentlerde çok yönlü bir çalışmayla yapılan otopark planlama işlemi, küçük kentlerde nispeten daha sade bir hal almaktadır. Otoparkların planlanması aşamasının büyük kentlere kıyasla küçük kentlerde sadeleşen kısmı analiz ve inşaa çalışmalarındaki detayların sayısının azalmasıdır (Şekil 1). Otopark planlaması ise, *bilgilerin toplanması ve otopark alanlarının geliştirilmesi (tesis planlanması)* olarak iki ana başlıkta incelenmiştir.

Geleneksel otopark çalışmaları; otopark kaynakları ve mevcut taleplerin analizlerini, alternatif otopark alanlarını ve ekonomik fizibilitesi içermektedir. Otopark alanlarının boyutlandırılması için de gereken en önemli unsur, mevcut ve gelecekte oluşacak taleptir. Gelecekte oluşması muhtemel bu talebin birçok faktöre bağlı olduğu düşünülürse, doğru bilgi toplamanın ne denli önemli olduğu anlaşılabilir. Otopark çalışmasının ilk basamağında aşağıdaki çerçevedeki bilgilere gereksinim vardır:



Şekil 1 Küçük kentler için otopark planlaması genel çerçevesi

**Mevcut bilgiler şu ana başlıklarda toplanır:** Kentin genel yapısına ait bilgiler, mevcut otopark envanteri, kent içi ulaştırma alt yapısı, mevcut trafiğe ait bilgiler, taşıt kullanımı azaltacak olan toplu taşıma sistemine ilişkin bilgiler, taşıt sahipliğinin belirlenmesi.

**Yeni bilgiler ise şu ana başlıklarda toplanır:** Otopark taleplerinin belirlenmesi, otopark olarak kullanılacak alanlarının envanteri, kent sakinlerine ait bilgiler, kullanıcılarla iletişim bilgilerinin toplanması, birlikte hareket etme ve ortak karar alma kriterlerinin belirlenmesi, trafik düzenlemesi ve sirkülasyon planlarının hazırlanması.

## Otopark Yönetimi

Otopark yönetimi kavramı genel olarak; otopark kaynaklarının daha verimli kullanılması için geliştirilmiş olan çeşitli politika ve programları içermektedir. Litman'ın otopark yönetim sistemi üç temel anlayışla sınıflandırılmıştır. Bunlar: a) Park yerlerinin etkinliğini artırmayı amaçlayan stratejiler, b) Park talebini azaltan stratejiler, c) Destek stratejileridir.

Hâlihazırda kullanılmakta olan otopark yerlerinin daha etkin ve daha çok amaca hizmet edecek şekilde düzenlenmesiyle, gerek otoparkların kapasitelerini, gerekse kullanıcı çeşitliliğini artırarak, daha fazla sürücünün, otopark yerlerinden etkin bir şekilde faydalanmasını amaçlayan stratejilere, “*Otopark yeri etkinliğini arttıran stratejiler*” denilmektedir (Tablo 3 ). “*Otopark talebini azaltan stratejiler*” ise, trafik sıkışıklığına sebep olan araçların kullanımının azaltılarak, sürücülerin farklı seyahat türlerini tercih etmelerinin sağlanması amacıyla, otoparklara olan talebin azaltılması için yapılan bütün çalışmaları kapsamaktadır (Tablo 4). Bu iki ana stratejinin, toplum üzerindeki etkileri, uygulamaların kullanıcılara hızlı ve anlaşılır bir şekilde iletilmesi ve otopark yönetimi için uygulama bölgelerinde ortak hareketin sağlanması amacıyla geliştirilen stratejilere de “*Destek stratejileri*” denilmektedir (Tablo 5).

Tablo 3 Otopark yeri etkinliğini artıran stratejiler (Litman, 2012)

Strateji	Tanımlama
Paylaşımli Park Yeri	Birden fazla kullanıcı ya da yöne hizmet verebilecek otopark yerleri sağlamak.
Otopark Yeri Düzenlemeleri	Otopark yerlerinin daha etkin kullanılmasını sağlayacak kanunî düzenlemeler yapmak.
Daha Uygun ve Esnek Standartlar Uygulama	Otopark standartlarını belirli bir durumda talebi daha kesin yansıttacak bir şekilde ayarlamak.
Otopark Maksimumlarını Belirleme	Maksimum otopark arzı için sınırları belirlemek.
Uzak Otopark ve Ring Servisleri Sağlama	Bölge ya da şehir merkezinin kenarında otoparklar kurarak, ilgili merkeze servis sağlamak ve kullanılmalarını teşvik etmek.
Akılcı Büyüme Stratejileri Uygulama	Yoğun, karışık ve çok yönlü büyümeyi teşvik edecek arazi kullanımı politikaları uygulamak.
Yürüme ve Bisiklet Kullanım İmkânlarını Arttırma	Araç kullanımını azaltarak, bir otoparkın hizmet alanındaki yönelmeleri arttırmak için yürüme ve bisiklet kullanımını teşvik etmek.
Mevcut Otopark İmkânlarının Kapasitesini Arttırma	Kullanılmayan alanları, küçük bölmeleri, araç raf sistemlerini ve kişiye yönelik (valet parking) hizmetlerini kullanarak park arzını arttırmak.



Tablo 4 Otopark talebini azaltan stratejiler (Litman, 2012)

Strateji	Tanımlama
Ulaştırma Talep Yönetimi Uygulamaları	Ulaşım yöntemi, zamanlama, yön ve araç seyahat sıklığında da değişiklikler yaparak, daha etkin seyahat biçimlerini teşvik etmek.
Otopark Fiyatlandırması Yöntemleri	Sürücülerden, otopark yerini kullanmaları karşılığında doğrudan para almak.
Fiyatlandırma Yöntemlerini Geliştirme	Fiyatlandırmayı daha rahat ve maliyete göre etkin kılmak için daha iyi ücret sistemleri kullanmak.
Mali Teşvikler Sağlama	Farklı ulaşım sistemleri için mali teşvikler sağlamak (Peşin ödeme, ulaşım yardımları gibi).
Ayrı Otopark Yeri	Otopark yerlerini, bina alanlarından ayrı olarak satmak ya da kiralamak (Böylece satın alanlar ya da kiralyanlar sadece kullandıkları otopark yeri için para öderler).
Park Yeri Vergilerini Düzenleme	Otopark yönetimi amaçlarını destekleyecek çeşitli vergi politikası değişikliklerini hayata geçirmek.
Bisiklet Kullanım İmkânları Sağlama	Bisiklet parkları, soyunma odaları ve toplu taşıma destek üniteleri sağlamak.

Tablo 5 Destek stratejileri (Litman, 2012)

Strateji	Tanımlama
Kullanıcı Bilgilerini ve Pazarlamayı Geliştirme	Harita, tabela, broşür gibi araçlarla, park yerleri ve ücretleri konusunda anlaşılır ve kesin bilgiler sunmak.
Uygulama ve Kontrol Mekanizmalarını Geliştirme	Otopark kurallarının etkin, nazik ve adil uygulanmasını takip etmek.
Ulaşım ve Otopark Yönetim Kurumları Oluşturma	Belli bir bölgede ulaşım ve park yönetimi hizmetleri sunacak üye kontrollü kurumlar oluşturmak.
Otopark Taşması Planları Hazırlama	Otopark talebinin yoğun olduğu özel dönemler için planlar hazırlamak.
Sokağa Park Etme Problemlerine Çözüm Üretme	Yönetim, uygulama ve ücretlendirme politikaları kullanarak sokağa park etme problemlerine eğilmek.
Otopark Yeri Tasarımlarını ve İşletmelerini Geliştirme	Otopark yönetimi amaçlarına ulaşabilmek ve sorunları çözebilmek için park tasarımlarını ve işletmelerini geliştirmek.

## Artvin Kent Merkezi İçin Otopark Analizi

Küçük kentlerde otopark planlaması ve yönetimi kapsamında Artvin il merkezi için bir otopark analizi yapılmıştır. Yukarıda verilen akış diyagramı (Şekil 1) doğrultusunda Artvin kent merkezi için otopark analizi; 1- *Mevcut bilgilerin toplanması*, 2-*Yeni bilgilerin elde edilmesi*, 3-*Değerlendirme ve sorunların belirlenmesi*, 4-*Otoparkların düzenlenmesi veya planlanması* çerçevesinde değerlendirilmiştir (Özen, 2015).

### Artvin'e Ait Temel Bilgiler

Doğu Karadeniz Bölgesinde yer alan Artvin, dar bir alan içinde engebeli arazi üzerine kuruludur. Arazi bakımından genel olarak dağlıktır. 2011 sayımına göre merkez nüfusu 25.234'tür. 2010 verilerine göre ilin nüfus yoğunluğu ise km<sup>2</sup> başına 22 kişidir. Kıyı kesimlerinde ılık ve yağışlı bir iklim tipi hakim olup, iç bölgelerine doğru, yüksek kesimlerde kışlar karlı, yazlar serindir.

## Artvin'e Ait Ulaşım Bilgileri

Kent merkezine ait arazi kullanımı, cazibe merkezleri, karayolu alt yapısı, kent içi ulaşım ve toplu taşıma bilgileri, taşıt sahipliği değerleri ve otopark alanlarının envanteri bu bölümde belirlenmiştir.

### *Kentin Cazibe Merkezleri*

Artvin'deki iki cazibe merkezinden ilki çarşı, diğeri Seyitler'deki Artvin Çoruh üniversitesi kampüsüdür (Şekil 2'deki elipsler ). Artvin il merkezinde büyük alışveriş merkezi ya da eğlence merkezi bulunmamaktadır. Çarşı Mahallesi, İnönü Caddesi, Ahmet Hamdi Tanpınar Kültür Merkezi kültürel aktiviteler için kullanılmakta olup otoparkı bulunmamaktadır. Otopark ihtiyacı tesis önündeki yol kenarı ücretli otoparktan sağlanmaktadır.



Şekil 2 Artvin il merkezi cazibe merkezleri

### *Kentiçi Ulaşım*

Çoruh vadisi boyunca devam eden devlet kara yolundan Çoruh nehri üzerinde kurulan iki köprü ile kent merkezine geçiş düzenlenmiştir. Bu iki güzergâh DSİ yokuşu dibinde birleşmektedir. Buradan merkeze giden dar yol boyunca oluşturulmuş keskin kurbalarda uzun araçların dönmesinde problemler yaşanmaktadır. Tek çıkış olarak planlanan yol kenarında inşa edilen binaların kapılarının doğrudan ana yola açılması da problem teşkil etmektedir. Yollar kent merkezine kadar genelde kaldırımsız veya dar kaldırımlıdır. Artvin il merkezinde sadece bir adet yaya üst geçidi mevcuttur. İl genelinde trafik ışıkları mevcut değildir. Kent merkezinde trafik sirkülasyonu ise şu şekildedir: Miralay Şükrü Bey Caddesinden gelen trafik, İnönü Caddesinin alt kısmından Cumhuriyet Caddesine tek yönlü bağlantı verilerek Halkevi ve Hürriyet caddesine bağlanmaktadır. Halkevi Caddesi ise Devlet Hastanesinin bulunduğu Hastane Caddesine

bağlanmaktadır. Kentiçi ulaşımında otomobil kullanımı oldukça yaygındır. Sürücüler, gidebilecekleri son noktaya kadar otomobili tercih etmektedir. Otomobilin bu boyutta kullanılması, kentin otopark sorununu daha da ağırlaştırmaktadır. Taksi kullanımı otomobil kullanımı kadar yaygın değildir.

#### *Taşıt Sayısı*

2010 verilerine göre Artvin’de 9359 otomobil, 1933 minibüs, 162 otobüs, 7672 kamyonet, 2861 kamyon, 786 traktör, 1091 çekici olmak üzere 23.985 taşıt vardır.

#### *Mevcut Otopark Alanları ve Kapasiteleri*

Artvin il merkezinde kısıtlı yol ağına paralel olarak, bir tanesi yol dışı olmak üzere toplam altı adet kontrollü otopark alanı bulunmaktadır (Tablo 6). Kent merkezindeki yol kenarı otoparkları Belediye tarafından özel bir işletmeye verilerek ücretlendirilmiştir. 08.00-20.00 saatleri arasında ücret alınmakta olup, ilk 15 dakika ücretsiz, bir saate kadar 2,5 TL, sonraki ilave her saat için de 1 TL alınmaktadır. Kent merkezinde bugüne kadar bir otopark çalışması yapılmamıştır ve yeni bir otopark alanının açılması da planlanmamaktadır.

Tablo 6 Artvin kent merkezinde bulunan otopark alanları

Otopark Adı	Otopark Tipi	Kapasitesi	İşletme Durumu
Halkevi Caddesi	Yol Kenarı	25	Özel Sektör (Ücretli)
Sabit Osman Avcı Cad.	Yol Kenarı	45	Özel Sektör (Ücretli)
Cumhuriyet Caddesi	Yol Kenarı	60	Özel Sektör (Ücretli)
Hastane Caddesi	Yol Kenarı	36	Özel Sektör (Ücretli)
İnönü Caddesi	Yol Kenarı	45	Özel Sektör (Ücretli)
İl Özel İdaresi Otoparkı	Yol Dışı (Kapalı)	333	Kamu (Ücretli)
Toplam		544	

#### *Toplu Taşıma Bilgileri*

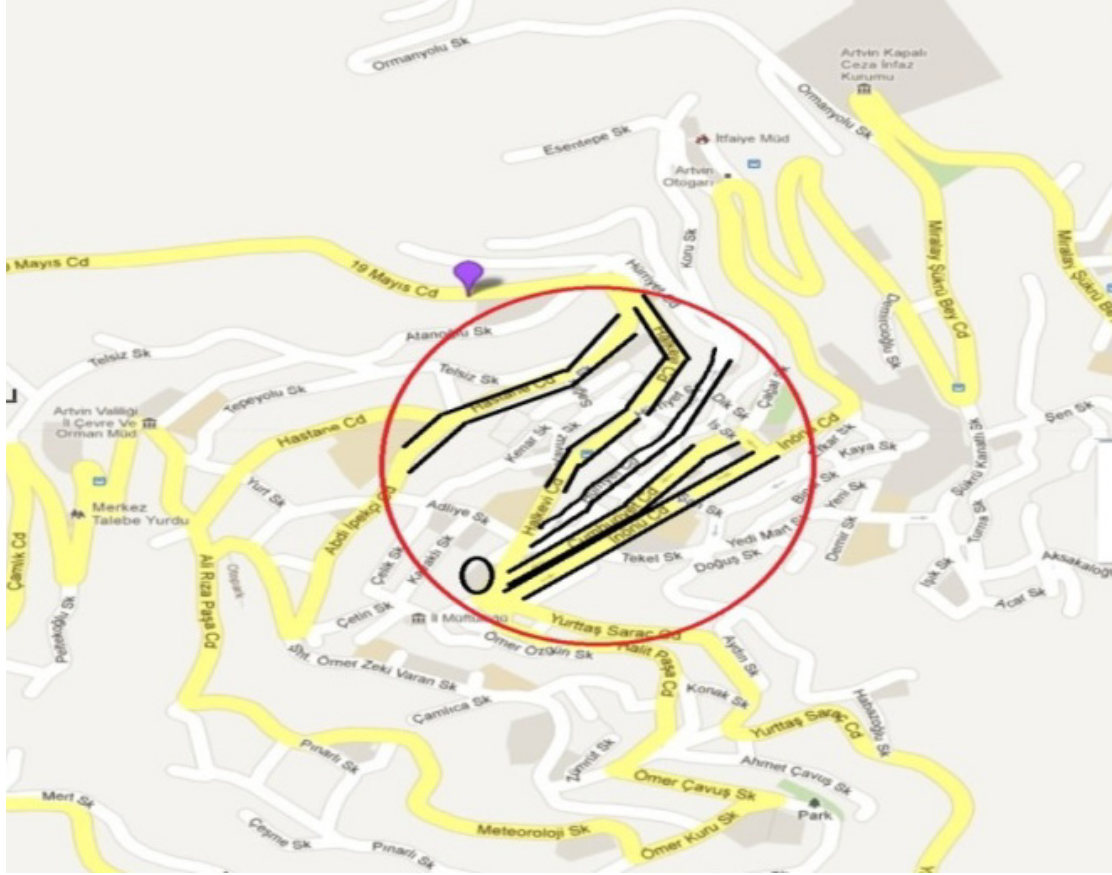
Artvin il merkezinde yolcu taşımacılığı Artvin Dolmuş Birliği ve Artvin Merkez Taksi Durağı ile sağlanmaktadır. Artvin Belediyesince yolcu taşımacılığı yapılmamaktadır. Artvin Dolmuş Durağında 15 yolcu kapasiteli toplam 24 minibüs taşımacılık yapmaktadır. Ayrıca kent içi ulaşımında hizmet veren Artvin Merkez Taksi Durağında toplam 48 adet 4 kişilik taksi bulunmaktadır. Bu durakta çalışan 18 taksi resmi dairelerde kiralık araç olarak çalışmaktadır. Bu taksiler yaptıkları kamu hizmetinden arta kalan zamanlarda taksi durağında çalışmaktadırlar.

#### **Artvin İl Merkezi Otopark Alanlarının Talep Analizleri**

Yeni bilgilerin toplanması aşamasında, otopark alanlarındaki mevcut talebin belirlenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda Artvin kent merkezindeki yol ağının omurgasını oluşturan 5 cadde (İnönü Cad., Cumhuriyet Cad., Halkevi Cad., Sabit Osman Avcı (Hürriyet) Cad., Hastane Cad.) değerlendirmeye alınmıştır (Şekil 3). Merkezde park ağırlıklı olarak bu caddeler üzerinde ve bir kapalı otoparkta yapılmaktadır.

Otoparklarda hafta içi 5’er gün (yol kenarı parklarda 21.04.2013- 25.04.2013 tarihleri arasında, kapalı parkta 20.10.2014- 24.10.2014 tarihleri arasında) etütler yapılmıştır. Otoparka giriş çıkış yapan araçların gün boyu plaka ve zamanları kaydedilmiştir. Sonrasında,

elde edilen bu veriler işlenerek ve zaman içindeki talep değişimleri tasnif edilerek, hacim/kapasite oranları, sirkülasyon (turnover) oranları ve ortalama kullanım süreleri (işgaliye süreleri) hesaplanmıştır. Bunların değerlendirilmesiyle de otopark planlaması ve yönetimine dair kararlara dayanak teşkil edecek bilgiler üretilmiştir.



Şekil 3 Artvin kent merkezinde otopark analizi yapılan bölge

#### *Hacim/Kapasite ve Sirkülasyon Oranları*

5 adet yol kenarı ücretli otoparkta, ortalama kapasite kullanım oranları büyükten küçüğe Hastane Caddesi için 1,48; İnönü Caddesi için 1,26; Cumhuriyet Caddesi için 1,15; Sabit Osman Avcı (Hürriyet) Caddesi için 0,76; Halkevi Caddesi için 0,63; Kapalı otoparkta ise 0,70'dir (Tablo 7). Pazartesi günü ortalama olarak bütün otoparklarda kapasite aşılmıştır. Yol kenarı otoparklarda ise, ortalama olarak çarşamba günü hariç diğer günlerde kapasitelerin aşıldığı görülmektedir. Buna karşın kapalı otoparkta herhangi bir kapasite aşımı görülmemektedir. Kent merkezinde özellikle Hastane Caddesi, İnönü Caddesi ve Cumhuriyet Caddesi'nde bir otopark kapasite problemi bulunmaktadır. Park yeri sirkülasyon oranları büyükten küçüğe sırayla İnönü Caddesi için 7,0; Cumhuriyet Caddesi için 5,4; Hastane Caddesi için 3,4; Halkevi Caddesi için 2,5; Sabit Osman Avcı (Hürriyet) Caddesi için 2,2; kapalı otopark içinse 0,8'dir (Tablo 7). Bu oranlar da çarşıdaki otopark probleminin varlığını teyid etmektedir.

Tablo 7 Hacim/kapasite ve Sirkülasyon oranlarının değişimi (genel ortalama)

Otopark Adı	Kapasite (park yeri)	Pazartesi		Salı		Çarşamba		Perşembe		Cuma		Ortalama	
		Hac./ Kap.	Sirk. Oranı	Hac./ Kap.	Sirk. Oranı	Hac./ Kap.	Sirk. Oranı	Hac./ Kap.	Sirk. Oranı	Hac./ Kap.	Sirk. Oranı	Hac./ Kap.	Sirk. Oranı
Halkevi Cad.	25	0,71	3,0	0,61	1,9	0,74	3,0	0,71	2,6	0,39	2,1	0,63	2,5
Sabit Osman Avcı Cad.	45	1,04	1,4	0,70	1,7	0,73	2,8	0,76	3,2	0,57	2,1	0,76	2,2
Cumhuriyet Cad.	60	1,33	6,4	1,46	7,0	0,57	2,8	0,97	5,1	1,41	5,9	1,15	5,4
Hastane Cad.	36	1,15	2,5	1,43	2,9	1,75	3,9	1,77	4,5	1,28	3,3	1,48	3,4
İnönü Cad.	45	1,39	7,4	1,19	6,4	1,02	6,3	1,49	7,7	1,21	7,2	1,26	7,0
İl Özel İdaresi Otoparkı	333	0,93	1,0	0,52	0,7	0,59	0,7	0,59	0,7	0,87	1,0	0,70	0,8
Yol Kenarı Otopark Ortalaması		1,18	4,1	1,13	4,0	0,92	3,8	1,14	4,6	1,04	4,1	1,08	4,1
Tüm Otoparkların Ortalaması		1,03	3,6	0,76	3,4	0,72	3,3	0,81	4,0	0,94	3,6	0,85	3,6

### Otopark Kullanım Süreleri

Park yerlerini ortalama kullanım süresi değerleri kapalı otoparkta 6 saat, yol kenarında ortalama 55 dakika civarında bulunmuştur (Tablo 8). Hastane ve Hürriyet caddesinde en fazla olup sırayla 85 dakika ve 74 dakika civarındadır. İnönü ve Halkevi caddeleri yol kenarı otoparkları genellikle kısa süreli parklarda tercih edilmektedir.

Tablo 8 Otopark alanlarının ortalama kullanım süreleri (dakika-saat)

Otopark	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Ortalama
Halkevi Cad.	34,4-0,6	36,6-0,6	42,4-0,7	45,4-0,8	31,8-0,5	38,1-0,6
Sabit Osman Avcı Cad.	133,0-2,2	74,7-1,2	53,0-0,9	47,1-0,8	64,3-1,1	74,4-1,2
Cumhuriyet Cad.	40,4-0,7	42,6-0,7	42,1-0,7	41,5-0,7	45,0-0,8	42,4-0,7
Hastane Cad.	89,7-1,5	91,6-1,5	83,4-1,4	74,0-1,2	88,6-1,5	85,4-1,4
İnönü Cad.	39,5-0,7	32,9-0,5	36,4-0,6	41,6-0,7	36,4-0,6	37,4-0,6
İl Özel İdaresi Otoparkı	449,1-7,5	348,5-5,8	361,9-6	335,8-5,6	307,6-5,1	360,6-6
Kapalı Otopark Hariç (Ortalama)	67,4-1,1	55,7-0,9	51,5-0,9	49,9-0,8	53,2-0,9	55,5-0,9
Kapalı Otopark Dahil (Ortalama)	131,0-2,2	104,5-1,7	103,2-1,7	97,6-1,6	95,6-1,6	106,4-1,8

### Otopark Etüdü Bulgularının Değerlendirilmesi

Etüt ve gözlemlerle, özellikle zirve saat civarında bölgede trafiğin tıkanma düzeyinde aktığı, otopark talebinin yönetilememesinden dolayı, zaten yetersiz olan karayolu alt yapısının günün diğer saatlerinde de ulaşım problemlerine sahne olduğu görülmüştür. Ülkemizdeki pek çok küçük kent olduğu gibi, Artvin merkezinde de yerel kullanıcılarda otopark kullanım disiplini zayıftır. Küçük kent hayatının doğal bir parçası olarak algılanan bu davranış biçiminin de yeni gelişen şartlara göre değişmesi kaçınılmazdır.

Bu bağlamda, çıkan sonuçlara bakıldığında, kapalı otoparktan verimli şekilde faydalanılmadığı görülmektedir. Ayrıca merkeze yürüme mesafesinde olmasına karşın Halkevi Caddesi yol kenarı otoparkında hacim/kapasite oranları düşük seviyededir. Artvin kent merkezi otopark alanlarında, otopark kapasite problemleri basit yönetimsel eksikliklerden kaynaklanmaktadır. Ayrıca kentin topografik şartları sebebiyle çok dar olan cadde ve sokaklar trafik problemlerini de beraberinde getirmektedir. İyi bir otopark yönetimi ile hem otopark problemleri hem de trafik tıkanıklıkları büyük oranda çözümlenebilir. Bunun için de, sistematik çerçevede önerilen bazı otopark yönetim stratejilerinin uygulanması yararlı olur.



## Sonuç ve Öneriler

Günümüzde otopark ve trafik problemleri, etkilediği insan sayısı ve problemin büyüklüğü nedeniyle genelde sadece büyük kentlerin problemleriymiş gibi bir algı göze çarpmaktadır. Oysaki taşıt sayıları artık küçük ölçekli kentler düzeyinde de artmaktadır. Ülkemizde çok sayıdaki küçük ölçekli kentin varlığı, bu bağlamda konuya eğilmeyi gerekli kılmıştır. Bu kapsamda, Artvin kent merkezi için önerilen bazı otopark yönetim stratejileri aşağıda sıralanmıştır:

### **Otopark Yeri Etkinliğini Artıran Stratejiler**

***Paylaşımli Otopark Yeri:*** Kent merkezinde bulunan Gazi İlköğretim Okulu, Artvin Lisesi ve Orman Bölge Müdürlüğü'nün bahçeleri, mesai saatleri dışında ve tatil günlerinde otopark alanı olarak kullanılabilirler.

***Otopark Yeri Düzenlemeleri:*** Otoparklarda yapılacak düzenlemeler kullanıcılara uygun levhalarla bilgilendirilmeli. Özellikle İnönü ve Cumhuriyet caddelerinde 16.00-18.00 saatleri arasında yol kenarı park yasaklanmalıdır.

***Daha Uygun ve Esnek Standartların Uygulanması:*** Genelde küçük kentlere özgü şartnameler hazırlanmamaktadır. Bu sebeple çoğu zaman diğer kentler için hazırlanmış hali hazır şartnameler uygulanmaktadır. Söz konusu bu şartnamelerde büyük kentlere özgü olduğundan uygulamada daha katı emirler içermektedir. Artvin için otopark standartları uygulanırken de, genellikle nüfus bakımından büyük ve topografik açıdan daha elverişli kentler için hazırlanmış şartnamelere katı bir şekilde bağlanılmamalıdır. Gerektiğinde şartname ve yönetmeliklerin dışına çıkılarak, coğrafyanın ve kentsel dokuya uygun esnek yaklaşımlarda bulunulabilir. Yani baz alınan şartnameler Artvin'e özgü bir şekilde esnetilmelidir.

***Otopark Maksimumlarının Belirlemesi:*** Kent merkezinde mevcut alanların park maksimumları belirlenerek, buralardan maksimum şekilde yararlanılmalıdır.

***Uzak Otopark ve Ring Servisleri Sağlama:*** Özellikle yaz aylarındaki festival zamanlarında ya da olası özel günlerde kent merkezi girişinde otopark alanı kurup, buralardan merkeze servis sağlanarak ya da toplu taşıma araçlarının sıklaştırılmasıyla otopark ihtiyacı karşılanabilir.

***Akılci Büyüme Stratejilerini Uygulama:*** İmar planında yeni düzenlemeler yapılarak, konut bölgeleri düzenlenmeli, bazı yollar trafiğe kapatılmalı ve kent merkezi için katı bazı imar kuralları getirilmeli. Bu kapsamda, Çarşı bölgesinde (Cumhuriyet ve İnönü Caddesi) mümkün olduğunca konut olarak kullanımı yasaklanmalıdır. Diğer yandan şu anda konut bölgesi olarak kullanılan İskebe mahallesi kent merkezine girmeden ulaşım sağlanmalı, dere kenarına doğrudan bağlantı sağlayacak olan Fabrika Deresi kenarından yeni bir güzergâh açılmalıdır.

***Yürüme ve Bisiklet Kullanım İmkânlarını Arttırma:*** Daha yaya dostu bir kent için yeni bir trafik sirkülasyon planı oluşturulmalı ve Cumhuriyet Caddesi tamamen yayalaştırılmalıdır. Bölge dağlık bir arazi yapısına sahip olduğu için bisiklet sistemi önerilmemektedir.

## **Otopark Talebini Azaltan Stratejiler**

**Ulaştırma Talep Yönetimi Uygulamaları:** Kent merkezi mevcut ulaşım ağında revizyon ve ilaveler yapılarak merkezde trafik yoğunluğu azaltılmalıdır. Hastane Caddesinden İnönü Caddesine doğru trafik akımı tek yönlü ve tek şeritli hale getirilebilir. Cumhuriyet Caddesi tamamen yayalaştırılmalı, ızgara özelliği gösteren dar ve kısa olan yaya yollarının kalitesi artırılmalıdır.

**Otopark Fiyatlandırma Yöntemleri:** Mevcut yol kenarı otopark alanlarının kaldırılarak, öngörülen ve paralel sokaklara yeniden kurulmasının ardından, kurulacak bu otoparklar için yeni bir fiyatlandırma politikası belirlenmelidir. Özellikle, İnönü ve Cumhuriyet Caddesinde fiyat yüksek tutulmalıdır.

**Ücret Toplama Yöntemlerini Geliştirme:** Park jetonu ya da bileti uygulaması yapılabilir. Teknolojik cihazlarla ödeme şekilleri daha hızlı hale getirilmelidir.

**Mali Teşvikler Sağlama:** Kent merkezinde bulunan iş yerlerinde servis uygulamasının yapılamadığı durumlarda çalışanlara toplu taşıma biletleri verilebilir.

**Park Yeri Vergilerini Düzenleme:** Cadde üzerinde bulunan ve otopark alanlarına ihtiyaç duyan büyük iş yerlerinden otopark vergileri ya da ücretleri alınmalıdır.

## **Destek Stratejileri**

**Kullanıcı Bilgilerini ve Pazarlamayı Geliştirme:** Artvin kent merkezinde bilgilendirme levhalarında ciddi mânâda eksiklik görülmektedir. Otopark yerleri ve ücretleri konusunda anlaşılır ve kesin bilgiler sunulmalıdır.

**Uygulama ve Kontrol Mekanizmalarını Geliştirme:** Otopark bölgelerinde çalışacak personelin eğitilmesi gerekmektedir.

**Ulaşım ve Otopark Yönetim Kurumları Oluşturma:** Bu kapsamda Artvin Belediyesi bünyesinde otoparklardan sorumlu birim oluşturulmalı ve kent içinde bütün otoparklar bu birimden yönetilmelidir.

**Otopark Taşması Planları Hazırlama:** Yukarıda belirtilen, özellikle kent merkezinde yapılan festival, konser ya da diğer toplanma zamanlarında oluşan yoğun trafik sebebiyle oluşacak otopark problemlerinin çözümüne yönelik olarak taşıtların merkeze girişlerinin engellenmesi için plan yapılmalıdır.

**Sokağa Park Etme Problemlerine Çözüm Üretme:** Artvin kent merkezinde özellikle İnönü ve Cumhuriyet Caddesinde yol kenarı otoparkı kaldırılıp paralel sokaklara taşınmalıdır. Bu, ilk aşamada yapılamazsa, özellikle trafik tıkanıklıklarının yaşandığı saatlerde yine bu caddeler üzerindeki yol kenarı otoparkları yasaklanmalı ve sıkı bir denetim getirilmelidir.

**Teşekkür** YTÜ BAP Koordinatörlüğü'ne bu çalışma ve 2011-05-01-KAP02 numaralı araştırma projesine verdikleri destekten dolayı teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

Goodwin A., (1969) Techniques for Evaluating Small City Parking Problems. Journal of Retailing, 45-2: 53-72.

Gökdağ M. ve Yarbaşı S. (2002) Ulaşım Sorunlarından Otoparklar Üzerine Bir Araştırma ve Erzurum Örneği. <http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/10166.pdf>, erişim: 22 Kasım 2014.

Kaya F., (2013) Ağrı İlinin 1927-2012 Sayım Dönemleri Kır-Kent Nüfus Hareketleri. International Journal of Social Science, 6-4: 535-559.

Litman T., (2012) Parking Management. [www.vtpi.org/park\\_man\\_comp .pdf](http://www.vtpi.org/park_man_comp.pdf), 05 Kasım 2014.

Marinho M. ve Silva L. ve Balassiano R., (2004) Intelligent Transportation Systems and Parking Management: Implementation Potential in a Brazilian City. Elsevier, Cities, 21: 137-148.

Moore B., (2008) Downtown Parking in Small Communities. The Review Magazine, 81-1: 17-19.

Özen, M. (2015) Küçük Kentlerde Otopark Planlaması ve Yönetimi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Şişman E.E. ve Uyguner B., (2009) Tekirdağ Kent Merkezinde Kullanıcıların Yaya Bölgeleri Hakkındaki Görüşlerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, 2: 134-146.



# Boğaziçi Üniversitesi'nde Bisiklet Kullanımının Yaygınlaştırılması

**Yrd. Doç. Dr. Iğın GÖKAŞAR**

Boğaziçi Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü 34342 Bebek/İstanbul Türkiye  
(0212) 359 72 78 - 48 79  
ilgin.gokasar@boun.edu.tr

**Murat BAYRAK**

Boğaziçi Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü 34342 Bebek/İstanbul Türkiye  
(0212) 359 48 79  
murat.bayrak@boun.edu.tr

**Onur KALAN**

Boğaziçi Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü 34342 Bebek/İstanbul Türkiye  
(0212) 359 48 79  
onur\_kalan@hotmail.com

## Öz

Dünya'da şehir içi ulaşımında araç trafiğini azaltarak yakıt tasarrufu sağlamak, egzoz gazı salımını azaltmak gibi amaçlarla bisiklet kullanımının yaygınlaştırılması için yapılan çalışmalara ilgi son yıllarda hissedilir bir şekilde artmıştır. Türkiye'de Kocaeli, İzmir ve Eskişehir gibi illerde Bisiklet Paylaşım Sistemleri adı altında bisiklet duraklarından bisiklet kiralanabilen ve akıllı telefon uygulamalarıyla duraktaki bisiklet bilgilerine erişilebilen sistemler kullanılmaktadır. Birçok üniversite yerleşkesinde ise son dönemde artan yeşil yerleşke projeleri kapsamında yerleşke içi bisiklet yolu ve bisiklet kiralama sistemleri projeleri hayata geçirilmiştir. Fakat, bisikletin şehir ve yerleşke içi ulaşım ile bütünleştirilmesi, özellikle İstanbul gibi yoğun araç trafiği olan, yerleşik bir bisiklet kültürü olmayan ve topoğrafik şartların elverişli olmadığı şehirlerde bir sorundur. Boğaziçi Üniversitesi'nin İstanbul'un Sarıyer İlçesi'nde Cengiz Topel ve Hisarüstü Nispetiye Caddesi üzerinde Kuzey, Güney, Uçaksavar ve Hisar Yerleşkeleri bulunmaktadır. Bu yerleşkeler birbirine mesafe olarak yakın ama şehir içi araç trafiği ile birbirinden ayrılmıştır. Şu anda yerleşkeler arasındaki ulaşım ortalama üç dakika yirmi saniyede bir kalkan mekik seferleriyle yapılmaktadır. Yoğun saatlerde mekik duraklarında uzun sıralar oluşması farklı bir ulaşım şekli ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Boğaziçi Üniversitesi Trafik Kontrol Merkezi Laboratuvarı'nda devam eden bisiklet yolu, kızıağı ve bisiklet paylaşım sistemi projesiyle mekik seferlerine bir alternatif yaratılıp, mekik seferlerine talep azaltılarak, üniversitenin ulaşım maliyetini ve egzoz gazı salımını azaltmak amaçlanmaktadır. Bildiri kapsamında anket ve sayım çalışmaları yapılmış ve sonuç olarak bisiklet kızıağı projesinin kurulması durumunda bu kızıağı ve paylaşım sistemine olan talep hesaplanmıştır. Bisiklet kızıağının, paylaşım sistemi olmadan dahi mekik servislerindeki kuyruk oluşumunu engelleyeceği, bisiklet paylaşım sistemiyle beraber kurulması durumunda ise mekik seferlerine olan talebi önemli ölçüde azaltacağı öngörülmüştür.

**Anahtar sözcükler:** Yerleşkeler arası ulaşım, Bisiklet paylaşım sistemi, Bisiklet, Sürdürülebilir Ulaşım, Cyclocable®

## Giriş

Bisikletin toplu taşıma ile bütünleştirilmesi ve şehir içi ulaşımda kullanılması konuları ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda öne çıkan en önemli konu şehir içinde bisikletli ulaşımın planlanması olmuştur. Örneğin, Hudson (1982)'in altı temel prensibi hala günümüzde de geçerliliğini korumaktadır [11]. Bu prensipler (i) bisikletli ulaşım planlarının tüm toplu ulaşım ile bütünleştirilmesi, (ii) idari bir sistemin tüm toplum ve devlet kurumları arasında mevcut olması, (iii) planlamacıların mevcut ulaşım sistemini kullanması ve yeni imkanlar oluşturması, (iv) bisiklet ve motorsiklet kullanıcılarının bazı genel kuralları uygulaması, (v) bisiklet ile ilgili hizmetlerin kalıcı hale getirilmesi ve performansları takip edilmesi, (vi) planlamacıların bisikletli ulaşımın faydalarını ve kısıtlamalarını göz önünde bulundurması olarak özetlenebilir [11]. Ayrıca bu çalışmada bisiklet ana planlarının gerekliliği de görülmüştür. Şehir içi ulaşımda bisiklet kullanımının Dünya ve Türkiye genelindeki durum incelemesi Tablo 1 ve Tablo 2'de bahsedilmiştir.

Tablo 1: Dünyada Bisikletli Ulaşım.

Uygulamalarının en iyi olduğu şehirler [4]	Amsterdam (Hollanda), Kopenhag (Danimarka), Utrecht (Hollanda), Sevilla (İspanya), Bordeaux (Fransa), Nantes (Fransa), Antwerp (Belçika), Eindhoven (Hollanda), Malmö (İsveç), Berlin (Almanya), Dublin (İrlanda), Tokyo (Japonya), Münih (Almanya), Montreal (Kanada), Nagoya (Japonya), Rio De Janeiro (Brezilya), Barselona (İspanya), Budapeşte (Macaristan), Paris (Fransa), Hamburg (Almanya).
Şehirlerin yukardaki sıralamasında kullanılan bazı kriterler [4]	Bisiklet kullanımını savunan sivil toplum örgütlerinin varlığı, bisiklet kültürü, altyapı, bisiklet kiralama ve paylaşımı, kullanıcılar arasındaki kadın-erkek oranı, son yıllardan itibaren kent trafiğindeki bisiklet artış oranı, bisiklet güvenliği için yapılan düzenlemelerdir.
Bisikletli ulaşımın şehir içi ulaşım ile bütünleşmesini sağlayan uygulamalar [14]	Tren ve otobüs istasyonlarında bisiklet park yerlerinin güvenli barınaklarının sağlanması, bu bisiklet istasyonlarında park haricinde bisiklet kiralama, tamir, parça-aksesuar, yıkama ve tur danışmanlığı gibi hizmetlerin sağlanması, otobüslerde bisiklet askı/raflarının olması, bisiklet kancalı raylı araçların olması, bisiklet yollarının, şeritlerinin oluşturulması ve toplu ulaşım duraklarına erişiminin sağlanmasıdır.
Bu uygulamaların ve şehir içi ulaşımda bisiklet kullanımının faydaları [15]	Bisiklet kullanımı sayesinde toplu ulaşım daha geniş kitlelere ulaşmış, toplu taşıma araçlarında bisikletlerin taşınması uygulaması sayesinde yokuş, karanlık, kötü hava gibi koşullar aşılabilmektedir. Bisiklet kullanımı sayesinde kötü hava koşullarındaki araç trafiğinden etkilenme gibi durumlar azaltılmıştır.
Bisiklet paylaşım sisteminin faydaları [12]	Artan hareketlilik, düşük ulaşım maliyeti, zirve zamanlarda daha az trafik sıkışıklığı ve ulaşım süresi, düşük yakıt kullanımı, alternatif türlerin ve toplu ulaşımın daha çok kullanılması ve daha çok çevre farkındalığı sağlanmasıdır.
Bisiklet kullanım hedefleri [6]	Örneğin, Velo City Global 2013 Viyana Bülteni'ne göre Brüksel'in 2020 yılında bisiklet kullanım hedefi nüfusun %20'si kadardır. Aynı dönem için Budapeşte'nin ve Viyana'nın hedefleri de %10'dur.

Tablo 2: Türkiye’de Bisiklet Kullanımı.

Bisikletin kullanılma oranı [7]	Avrupa ve Amerika’ya göre bu oran düşüktür. Türkiye’de bisiklet kullanımı %5 mertebelerindedir.
Bisikletli ulaşımda öncü olan şehirler [7][17][18]	Konya, Eskişehir, İzmir, Kayseri, İstanbul, Antalya, Kocaeli.
Bisikletli ulaşımın şehir içi ulaşım ile bütünleştirilmesinin sonuçları [8]	Yapılan bir araştırmaya göre Türkiye’de kullanılabilir bisiklet sayısı 30 milyon olmakla beraber, bu bisikletlerin 5-6 km’ye kadar ulaşımda kullanılması halinde yaratacağı yıllık ekonomik katma değer 24 milyar dolardır. Bisiklet kullanımının dolaylı katkıları hesaba katıldığında yıllık ekonomik katma değerinin 100 milyar doları bulabileceği belirtilmiştir.
Bisikletli ulaşımın az olmasının bazı sebepleri [7]	-Şehir içi ulaşımın motorlu taşıtların kullanımını teşvik edecek şekilde tasarlanmış olması, -Bisikletler için özel yolların bulunmaması, -Toplu taşıtlarda bisikletin taşınmasına olanak tanınmaması, -Bisiklet park yerlerinin yaygınlaştırılmaması. -Aşırı soğuk/sıcak, kar, don gibi olumsuz iklim koşulları, -Kentin coğrafik yapısı, -Uzun mesafeli yolculukların yorucu olması, -Bisikletin güvenliği (çalınması, vb.), -Bisiklete olan bakış açısı.
Bisikletli ulaşımın şehir içi ulaşımı ile bütünleştirilmesi için yapılması planlanan bazı uygulamalar [16]	-Bisiklet için genişletilmiş trafik şeridi, -Banket bisiklet yolları, -Bisiklet şeritleri, -Bisiklet bulvarları, -Bisiklet yolları.
Konya’da bisikletli ulaşımın yaygın olma sebepleri [10]	- Konya’da geleneksel olarak oluşmuş bir bisiklet kültürü ve alışkanlığının bulunması, -Özellikle düşük gelirli kesimin yaşadığı bölgelerden ana koridorlara ve toplu taşıma araçlarına bisikletle ulaşımın kolay olması, -Bisiklet park yerlerinin yaygın olarak bulunması.

## Yerleşkelerde Bisikletli Ulaşım ve Boğaziçi Üniversitesi’nde Bisikletli Ulaşımın Yaygınlaştırılması Çalışması

Yerleşke içi ve şehir içi ulaşımı ile bütünlük yerleşke ulaşımında son yıllarda bisiklet kullanımına olan ilgi artmıştır. Bisikletin kısa ve orta mesafeli yolculuklarda istenilen konumlara doğrudan ulaşımı sağlaması bu ilginin başlıca sebeplerindendir. Berkeley Üniversitesi’nde bu konu ile ilgili geniş bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada uzun dönemli bir bisiklet kullanım uygulaması ve vizyonu kazandırmaya odaklanılmıştır. Oluşturulan plan ile bu konuda gelecek 10 yıl içinde projelerin ve programların uygulanması ve her beş yıl için de güncellemeler yapılarak mevcut vizyonun ve bisiklet kullanımının amaca uygun ilerlemesi hedeflenmiştir.

Berkeley Üniversitesi’nin bu çalışmasında hedeflerinin başında bisiklet sayısının artırılması gelmektedir. Gelecek 14 yıl içerisinde öğrenci ve çalışan sayısının artması ile birlikte bu ihtiyacı karşılayacak miktarda bisiklet alınması gerekliliğinden bahsedilmiştir. Bunun yanısıra yerleşke planı, tasarım ve inşaat aktivitelerinde bisikletin de göz önünde bulundurulması ile yerleşke ve civar yerleşimlerde bisiklet kullanımının artırılması da amaçlanmaktadır [2].

Bu hedeflere ulaşmak için başlıca çalışmalar belirlenmiştir. Bisiklet yollarının geliştirilmesi için öncelikle bisiklet yolu ağı çalışmasından bahsedilmiştir. Ayrıca, bisiklet trafik akışı düzenlenmiş, park yerleri ve güvenlikleri sağlanmış, bisiklet yolu ve park alanları için düzenli bir sistem oluşturulmuş, bu sayede bisiklet sürücülerinin kazalara karşı korunması amaçlanmıştır. İkinci olarak yeni yapılacak inşaat faaliyetleriyle geçici park alanlarının oluşturulması, yerleşke bisikleti uygulamalarının hızlandırılması sağlanması planlanmıştır. Kuruluşlarla koordinasyon, eğitim ve teşvik programları, hırsızlıktan korunma gibi çalışmalar da hedeflenmiştir [2].

Türkiye’de bisikletin yerleşke içi ve yerleşke-şehir ulaşımında kullanımı Amerika gibi ülkelere kıyasla daha azdır. Bazı üniversitelerde bunun örnekleri bulunmaktadır. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi’nde bisiklet kiralama sistemi ile bisikletli ulaşım uygulanmaktadır [3]. ODTÜ Kuzey Kıbrıs Yerleşkesi “Önce Bisiklet” projesini başlatarak bisikletin yerleşkede kullanımını yaygınlaştırmayı amaçlamıştır. Bu yerleşkedeki mesafelerin % 30’unun 2 km ya da kısa olması, bir araba sürücüsünün yaklaşık 1/10’u kadar karbon emisyonuna neden olması sebebiyle bu çalışma başlatılmıştır [1]. Mustafa Kemal Üniversitesi’nde Yerleşke Bisiklet Yolu Projesi ve Uygulaması mevcuttur. Gaziantep Üniversitesi’nde de “Yerleşkede Bisikletli Yaşam” projesi başlamış olup öğrenciler ve çalışanlar bu bisikletleri ücretsiz olarak kullanabilmektedir. 2014 yılının Mayıs Ayı içerisinde Namık Kemal Üniversitesi’nde Türkiye Üniversiteler Yerleşke Bisikleti (MTB) Şampiyonası düzenlenmiş ve 12 üniversite bu etkinliğe katılmıştır [9].

Boğaziçi Üniversitesi’nin Nispetiye Caddesi’nde birbirine yakın 4 yerleşkesi (Kuzey, Güney, Hisar, Uçaksavar) bulunmaktadır. Bu yerleşkelerin dördünde de dersler verilmekte ve öğrenciler gün içerisinde bu yerleşkeler arasında yoğun bir trafik yaratmaktadırlar. Bu yerleşkeler arasında gün içerisinde izlenen en yoğun insan trafiği Kuzey ve Güney Yerleşkeleri arasındadır. Öğrenciler Güney ve Kuzey yerleşkeleri arasındaki ulaşımını genelde yürüyerek ya da mekik servisleri ile sağlamaktadırlar. Yerleşkelerarası ulaşımında bisikletin yaygın olarak kullanılmamasının temel nedeni öğrencilerin bisiklet sahibi olmamaları ve Güney ve Kuzey Yerleşkeleri arasındaki yüksek eğimli yol görülmektedir. Bu nedenle yerleşkeler arasında bisiklet kullanımı arttırmak için aşağıdaki uygulamaların yapılabileceği düşünülmüştür:

- Bisiklet paylaşım sistemi kurulması.
- Güney Yerleşke meydanı ve Güney Yerleşke Nispetiye caddesi kapısı arasına bisiklet kızıağı(Cyclocable®) inşa edilmesi.

Bisiklet kızıağı yol ile aynı seviyede olan bir konveyör sistemidir. Kullanıcı bir ayağını sistemin ayaklıklarından birine diğer ayağını ise bisikletin pedalına koyarak sistemin ayaklığa uyguladığı çekişle yokuş yukarı çıkartılır.

Yerleşkeler arasında bisiklet kullanım durumunun belirlenmesi, bisiklet kızıağının kurulması planlanması durumunda kurulacak olan sistemin kapasitesinin belirlenmesi ve yukarıda belirtilen sistemlerin etkinliğinin tahmin edilmesi için anket ve mekik servisi kullanımı sayımı çalışması yapılmıştır.

### **Yöntem: Anket ve Sayımlar**

Anket çalışmasında aşağıdaki bilgilere erişilmesi amaçlanmıştır:

- Bisiklet sahiplik oranı.
- Yerleşkeler arasında bisikletin bir ulaşım aracı olarak kullanım oranı.

- Yerleşkeler arasında ulaşımın nasıl yapıldığı (Mekik servis ve yürüme).
- Bisiklet paylaşım sistemi kurulması durumunda bisikletin ulaşım aracı olarak kullanımındaki artış oranı.
- Bisiklet kızığının kurulması durumunda bisikletin ulaşım aracı olarak kullanımındaki artış oranı.

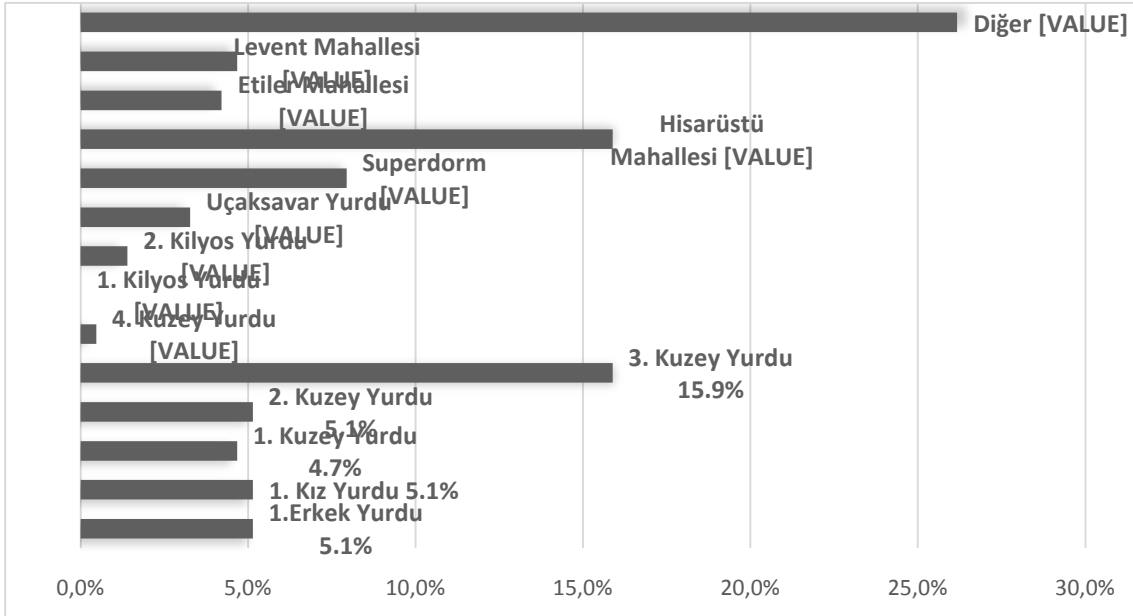
Uygulamalı anket formu Tablo 3'te görülmektedir.

Tablo 3: Anket Soruları.

1-)	Cinsiyetiniz?	Kadın		Erkek	
2-)	Nerede oturuyorsunuz?	1. Erkek Yurdu		2. Kilyos Yurdu	
		1. Kız Yurdu		Uçaksavar Yurdu	
		1. Kuzey Yurdu		Superdorm	
		2: Kuzey Yurdu		Hisarüstü Mahallesi	
		3. Kuzey Yurdu		Etiler Mahallesi	
		4. Kuzey Yurdu		Levent Mahallesi	
		1. Kilyos Yurdu		Diğer	
3-)	Bisikletiniz var mı?	Var		Yok	
4-)	Merkez yerleşkeler arasındaki ulaşımınız için bisiklet kullanıyor musunuz?	Evet		Hayır	
5-)	Güney-Kuzey Yerleşke arasındaki ulaşımınızı nasıl yapıyorsunuz?	Her zaman mekik kullanıyorum			
		Her zaman yürüyorum			
		Genelde mekik kullanıyorum			
		Genelde yürüyorum			
		Özel aracımı kullanıyorum			
6-)	Okulda herkesin kullanımına açık ücretsiz bisikletler olsa kampüsler arası ulaşımınız için bisiklet kullanır mısınız?	Evet		Hayır	
7-)	(Bu soru sorulmadan önce Cyclocable videosu izletilmiştir) İzlediğiniz videodaki sistem üniversitemize kurulsa yerleşkelerarası ulaşım için bisiklet kullanır mısınız?	Evet		Hayır	
8-)	(7. soru evet ise ve 3. soru hayırsa) Bu sistemin kurulması durumunda bisiklet almayı düşünür müsünüz?	Evet		Hayır	
9-)	(7. soru hayırsa) Okul herkesin kullanımına yeterli sayıda bedava bisiklet sunsa bu sistemi kullanır mısınız?	Evet		Hayır	
10-)	Aylık elinize geçen para aşağıdaki aralıklardan hangisi arasındadır?	0-500		1500-2000	
		500-1000		2000-2500	
		1000-1500		2500+	

### Anket Sonuçları

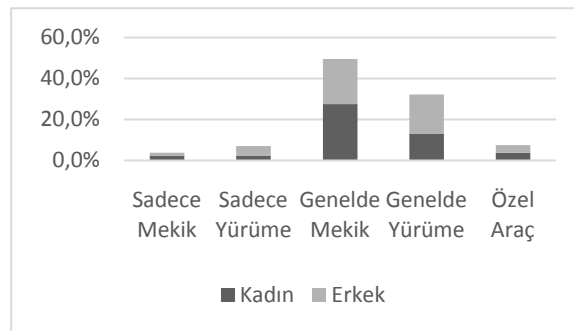
Anket yüz yüze olarak Güney Yerleşke meydanında yapılmıştır. Anket katılımcılarının cinsiyet dağılımı %49 kadın, %51 erkek olup, katılımcıların %21'i bisiklete sahiptir. Fakat, tüm katılımcıların sadece %3'ü bisikleti yerleşkeler arası ulaşım aracı olarak kullanmaktadır.



Şekil 1: Ankete Katılanların İkamet Yerlerinin Yüzdesel Dağılımı.

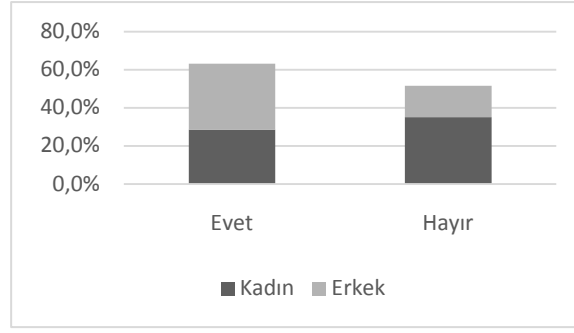
Şekil 1'den görüldüğü üzere ankete katılanların %73,8'i ya üniversitenin yurtlarında ya da üniversite yakınlarındaki semtlerde oturmaktadır. Bu durum uygulanacak projelerle üniversitede bisikletli ulaşım teşvik edilirse bisikletli ulaşımın öğrenciler tarafından kabul edilmesini kolaylaştıracaktır.

Şekil 2'ye bakıldığı zaman görüldüğü üzere Güney ve Kuzey Yerleşkeleri arasında mekik servisleri yoğun olarak kullanılmaktadır. Yapılacak bisiklet projeleriyle bu mekik kullanımını azaltarak çevresel ve ekonomik fayda elde edilmesini sağlayabilir. Grafikten ankete katılan kadınların mekik kullanmayı erkeklere göre %28 daha çok tercih ettiği görülmüştür.



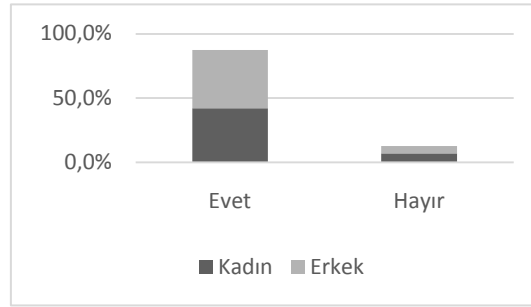
Şekil 2: Katılımcıların Yerleşkeler arasında Kullandıkları Ulaşım Şekillerinin Cinsiyete Göre Yüzdesel Dağılımı.

Bisiklet paylaşım sisteminin kurulması durumunda yerleşkelerde bisiklet kullanımının artacağı Şekil 3'ten görülmektedir. Fakat sadece bisiklet paylaşım sisteminin kurulması durumunda bisikletlerin bir durakta birikmesi ihtimali vardır. Bu sistemin şehirlerdeki uygulamalarında yığılma olan duraktaki bisikletler bir araç ile diğer duraklara dağıtılmaktadır. Bunun bir benzeri üniversitede de uygulanabilir.



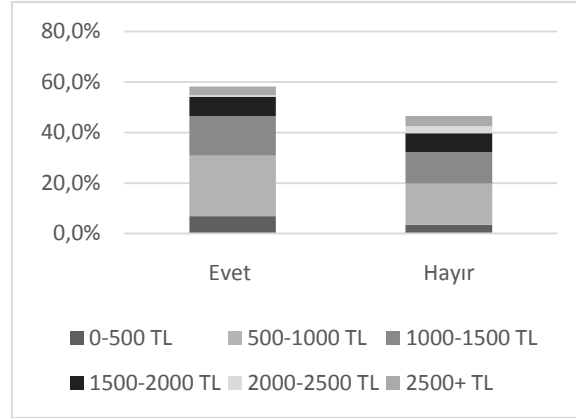
Şekil 3: “Bisiklet Paylaşım Sistemi Kurulması Durumunda Yerleşkelerarası Ulaşımında Bisiklet Kullanır mısınız?” Sorusuna Verilen Cevapların Cinsiyete Göre Yüzdesel Dağılımı.

Anket yapılan öğrencilere Şekil 4’teki soru sorulmadan önce bisiklet kızıağının ne olduğunu gösteren 13 saniyelik bir video izletilmiştir. Sonuçlara bakıldığında görüldüğü üzere bu sistemin kurulması durumunda yüksek bir kullanım talebi oluşacaktır. Ayrıca kullanım diyenlerin cinsiyet dağılımı, ankete katılanların cinsiyet dağılımına benzer oluşu nedeniyle, sistemin kurulması durumunda cinsiyetten bağımsız bir kullanım profili beklenmektedir. Bu faktör ile bisiklet kızıağı inşaa edilmesi, sadece bisiklet paylaşım sistemi kurulmasına üstünlük sağlamaktadır. Ayrıca bisiklet kızıağının kurulması durumundaki bisikletle ulaşımını sağları diyenlerin oranına bakıldığında, bisiklet kızıağının yine üstünlük sağladığı görülmektedir.



Şekil 4: “Bisiklet Kızıağı Kurulması Durumunda Bisiklet Kızıağını Kullanır mısınız?” Sorusuna Verilen Cevapların Cinsiyete Göre Yüzdesel Dağılımı.

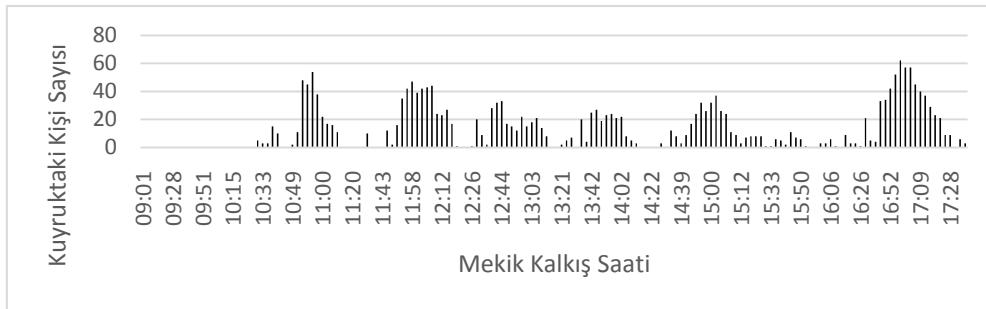
Şekil 5’te sorulan soru bisiklet kızıağı kurulması durumunda kullanmak isteyen fakat bisiklete sahip olmayan öğrencilere sorulmuştur. Katılımcıların yarısına yakın bir kısmı sistem kurulması halinde bisiklet almam demesi bisiklet paylaşım sisteminin gerekliliğini göstermektedir. Aylık gelirin kararlar içinde dağılımına baktığımızda aylık gelirin karar vermede bir etken olmadığı söylenebilir.



Şekil 5: Bisiklet Kızağını Kullanmak İsteyen Fakat Bisikleti Olmayan Öğrencilerin Sistemin Kurulması Durumunda Bisiklet Satın Alma Eğilimlerinin Gelire Göre Yüzdesele Dağılımı.

### Sayım Sonuçları

Bisiklet kızağı sisteminin kurulması durumunda ne kadarlık bir kapasitesi olması gerektiğini belirlemek için bir gün boyunca Güney Yerleşke'den Kuzey Yerleşke'ye giden mekik servislerinin yolcu sayıları ve kuyruktaki insan sayısı sayılmıştır. Çıkan sonuca göre bir gün içerisinde 2379 kişi Güney-Kuzey istikametinde mekik servislerini kullanmıştır ve mekik servisleri %89 kapasite ile çalışmaktadır. Talebin ders çıkış saatlerinde yoğunlaşması nedeniyle Güney Yerleşke mekik durağında kuyruk oluşmaktadır.

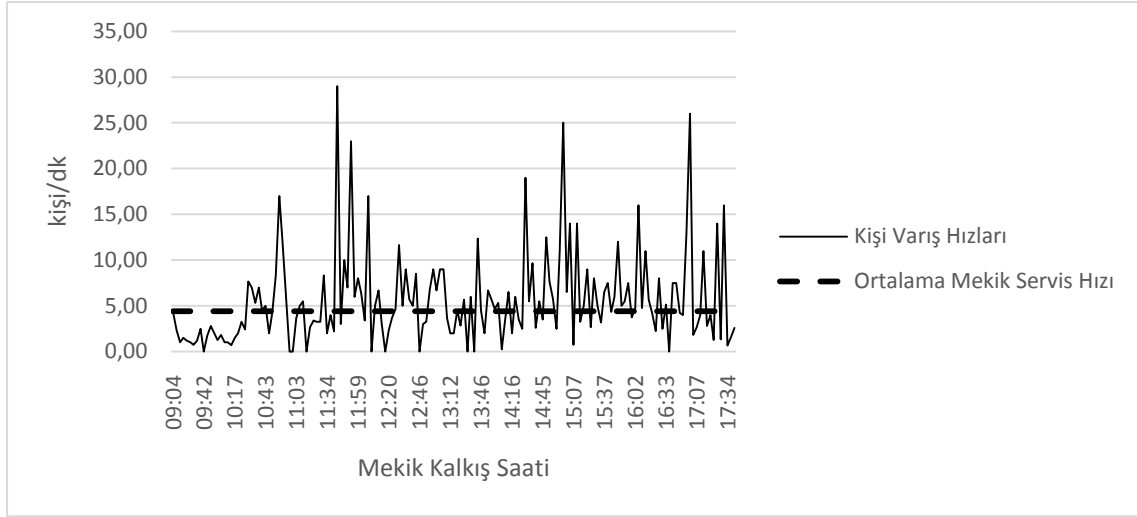


Şekil 6: Mekik Servislerinin Hareket Ettikleri Andaki Kuyruktaki Kişi Sayısı

Mekiklere olan talep ders çıkış saati olan saat başlarında yoğunlaşmaktadır. Bunun sonucu olarak uzun kuyruklar oluşmakta ve Güney-Kuzey Yerleşke ulaşım süreleri olumsuz etkilenmektedir.

Yapılan sayımda mekiklerin servis sıklığı 4.41 kişi/dk olarak bulunmuştur. Bu sayının üzerindeki varışlar kuyruk oluşumuna neden olmaktadır. Bu sayının üzerindeki varış sıklıklarının ortalaması 8.89 kişi/dk olarak bulunmuştur. Şekil 8'de kesikli çizginin üzerindeki varış sıklıkları kuyruk oluşumuna neden olmaktadır.





Şekil 7: Kişilerin Mekik Durağına Varış Sıklıkları ve Ortalama Mekik Servis Sıklığı

Anketlerden çıkan sonuca göre, tahmini olarak, sadece bisiklet kızıağının kurulması durumunda Güney-Kuzey Yerleşkeleri arasında seyahat edenlerin %56'sı, bisiklet paylaşım sistemiyle beraber kurulduğunda ise %87'si bu sistemi kullanacaktır. Buna göre Tablo 4'te bisiklet kızıağı ve mekik servislere kişilerin varış sıklıkları verilmiştir.

Tablo 4: Sadece Kızak veya kızak+bisiklet paylaşım sistemi kurulduğunda oluşacak tahmini varış frekansları

	Kızağa Gelen Varış Sıklığı (kişi/dk)	Mekiğe Gelen Varış Sıklığı (kişi/dk)
Kızak+Bisiklet paylaşımı	7.73	1.16
Sadece Kızak	4.98	3.91

## Sonuçlar ve Öneriler

Yapılan çalışmalar sonucunda ulaşılan sonuçlar aşağıda listelenmiştir.

- Bulunan değerlere göre sadece kızıağın kurulması mekik servislerde kuyruk oluşumunu engellemede yeterlidir (Mekiğe gelen varış sıklığı <4.41 kişi/dk). Bu talebin karşılanabilmesi için kızıağın kapasitesi en az 5 kişi/dk olmalıdır.
- Bisiklet kızıağı bisiklet paylaşım sistemiyle beraber kurulduğunda ise mekiklere olan talebi önemli derecede azaltacaktır (Mekiğe gelen varış sıklığı <1.16 kişi/dk). Böylelikle mekik servislerinin sayısı azaltılarak hem çevresel hem de ekonomik fayda elde edilebilecektir. Bu talebin karşılanabilmesi için bisiklet kızıağının kapasitesi en az 8 kişi/dk olmalıdır.

Sonuç olarak Boğaziçi Üniversitesi'nde bisikletli ulaşımın yaygınlaştırılması için bisiklet kızıağı inşa edilmelidir. Bisiklet kızıağının verimli çalışabilmesi için bisikleti olmayan ve satın almak istemeyen insanlar için bisikletler sağlanmalıdır. Bunun için bisiklet paylaşım sisteminin kurulması veya üniversitenin kulüpleri vasıtasıyla ikinci el ucuz bisiklet satışı yapılması sağlanabilir.

Bu noktadan sonra yapılacak çalışmada, yapılacak projenin kurulum ve bakım maliyeti hesaplanarak, projenin karlılığı ve yaratacağı çevresel fayda belirlenmelidir. Bu

parametrelerin yeterli bulunmaması durumunda bisiklet ulaşımının yaygınlaştırılmasının başka yolları araştırılmalıdır.

## Kaynaklar

- [1][http://kkk.metu.edu.tr/Basinda\\_ODTU/2014/arsiv.html](http://kkk.metu.edu.tr/Basinda_ODTU/2014/arsiv.html)
- [2][http://pt.berkeley.edu/sites/default/files/UCB\\_BikePlanFinal.pdf](http://pt.berkeley.edu/sites/default/files/UCB_BikePlanFinal.pdf)
- [3]<http://thecityfixturkiye.com/sari-bisiklet-projesiyle-eti-ve-aktif-yasam-dernegi-herkesi-pedala-cagiriyor/>
- [4]<http://copenhagenize.eu/index>
- [5][http://tusf.org/Data/Sites/1/2014\\_faaliyetler/bisiklet\\_2014.pdf](http://tusf.org/Data/Sites/1/2014_faaliyetler/bisiklet_2014.pdf)
- [6]<http://www.bisikletliyizbiz.com/rakamlarla-avrupa-ve-dunyada-bisiklet/>
- [7][http://www.bisikletdernegi.com/?\\_Args=\\_ProductInfo,78,OdesisMc](http://www.bisikletdernegi.com/?_Args=_ProductInfo,78,OdesisMc)
- [8]<http://www.dunya.com/bisiklet-cevre-ve-sagliga-100-milyar-katki-sagliyor-190142h.htm>
- [9]<http://www.gaziantephaberler.com/gaunde-bisiklet-turu-haberi-28755.html>
- [10]Kaya, M., ve Öcalir, E. V. (2010) Konya’da Bisiklet Ulaşımı: Planlama Ve Uygulama Süreçlerinin Karşılaştırılması. *METU JFA*, Ankara, s. 223-240
- [11]Lohr A. M., (1999) Considerations, Process, and Practice for Bicycle Planning. UAP 5904, Project and Report, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, USA.
- [12]Public Bikes sharing in North America During A Period of Rapid Expansion: Understanding Business Models, Industry Trends and User Impacts, Mineta Transportation Institute Releases Bikes sharing Report (2014, October 29). Entertainment Close-up, Report 12-29, California, USA.
- [13]Pucher, J., & Buehler, R. (2006). Why Canadians cycle more than Americans: A comparative analysis of bicycling trends and policies. Transport Policy, pp. 265-279.
- [14]Pucher J. and Buehler R. (2009) Integrating Bicycling and Public Transport in North America. Journal of Public Transportation, Vol. 12, No. 3.
- [15]Schneider, R., & Board, T. (2005). TCRP Synthesis 62 Integration of Bicycles and Transit, Transportation Research Board, Washington, D.C., USA.
- [16]Uz V. E., Kardeşahin M. (2004). Kentiçi Ulaşımında Bisiklet, Türkiye Mühendislik Haberleri Sayı 429-2004/1.
- [17] <http://www.baksi.com.tr>
- [18] <http://www.kayseriulasim.com/ulasim/kurumsal/mudurlukler/atolye-mudurlugu>

# Ulaşım Planlama Destek Sistemi Olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Ege Üniversitesi Ulaşım Ana Planı Örneği

**Mehmet Metin MUTLU**

Adnan Menderes Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü 09100 AYDIN

Tel: (0256) 213 75 03

E-Posta: metin.mutlu@adu.edu.tr

**Yalçın ALVER**

Ege Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü 35100 Bornova - İZMİR

Tel: (0232) 388 60 26

E-Posta: yalcin.alver@ege.edu.tr

## Öz

Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) çeşitli disiplinlerde, araştırma ve uygulama çalışmalarında kullanılmaktadır. Konumsal veri ve veri tabanı yapısını içinde barındırması sayesinde, çeşitli ulaşım planlama çözümlerinde ve görsel analizlerde kullanılabilen CBS, ulaşım planlancıları için çok uygun bir araç ve karar vericiler için çok uygun bir karar destek sistemi olarak kullanılabilir.

Bu çalışmada coğrafi bilgi sistemlerinin, ulaşım alanında kullanımına dünya çapında yapılmış çalışmalardan ve Ege Üniversitesi Ulaşım Ana Planı oluşturmak amacı ile yapılan akademik çalışmada kullanımından örnekler verilmiştir. Böylece coğrafi bilgi sistemlerinin ulaşım planlama çalışmalarına uygunluğuna ve özellikle gelişmekte olan ülkelerde ulaşım planlama çalışmalarındaki gereksinimine dikkat çekilmek istenmiştir.

Şehirlerimiz için ilgili tüm kurumların ortak veri girişi yapabileceği ve kullanabilecekleri coğrafi bilgi sistemleri oluşturulmasının ulaşım planlama çalışmaları için faydalı olacağı düşünülmektedir.

**Anahtar sözcükler:** Coğrafi Bilgi Sistemleri, Ulaşım planlama

## Giriş

Özellikle, ülkemiz gibi ekonomi, şehirleşme ve nüfus yönünden gelişmeye devam etmekte olan ülkelerde, şehir planları ve arazi kullanımları sürekli olarak değişiklik göstermektedir. Mevcut durumun ortaya konması ve gerekli çözümlerin saptanması amacıyla yapılacak uzun vadeli ve geniş kapsamlı ulaşım planlarının güncel kalması için, güncel konumsal verilerin elde edilmesi önemlidir. Bunu mümkün kılmak amacı ile, yol ağı, toplu taşıma sistemi gibi ulaşım sistemi öğeleri ve arazi kullanımı, sosyo-ekonomik ve demografik veriler gibi ulaşım planlaması ile ilişkili diğer verilerin tam olarak oluşturulduğu ve ilgili kurumlar tarafından sürekli olarak güncellendiği bir coğrafi bilgi sistemi kurulması gerekmektedir. Oluşturulacak

coğrafi bilgi sistemi plancıların kullanacağı bir araç olmanın yanı sıra, karar vericiler için bir destek sistemi ve güvenlik, sağlık kurumları gibi diğer çeşitli kurumlar ve sistem kullanıcıları tarafından da şehir bilgi sistemi, güzergâh atama, toplu taşıma bilgi sistemi gibi çeşitli akıllı ulaşım sistemlerinin altyapısı olarak kullanılabilir.

Literatürde farklı tanımları mevcut olsa da en temel tanımıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), yeryüzüne ait bilgileri belirli bir amaca yönelik olarak toplama, bilgisayar ortamında depolama, güncelleştirme, kontrol etme, analiz etme ve görüntüleme gibi işlemlere olanak sağlayan bir bilgisayar sistemidir (Tecim, 2008). CBS şehir planlama, ulaşım, hidroloji, jeoloji, çevre, ziraat, sosyoloji, sağlık bilimleri ve finans gibi bir çok farklı disiplinde kullanılmaktadır (ESRI, 2014). Ulaşım konusunda, ulaşım ana planları, ulaşım güvenliği, ulaşım kaynaklı çevresel etkilerin incelenmesi gibi farklı alanlarda yapılan çalışmalarda kullanıma oldukça uygun olmasına karşın literatürde, kullanımına diğer disiplinlerde olduğu kadar çok yer verilmeyen CBS hakkında, bu çalışma ile plancılar için vizyon oluşturmak hedeflenmiştir.

Farklı katmanlarda gerektiğinde farklı kurumlar tarafından hazırlanarak oluşturulacak, tek, ortak bir CBS veri tabanı ile ulaşım plancıları aradıkları güncel birçok bilgiye (yol ağları, toplu taşıma sistemleri, arazi kullanımları vb.) erişerek hızlı bir şekilde daha tutarlı planlamalar yapabileceklerdir.

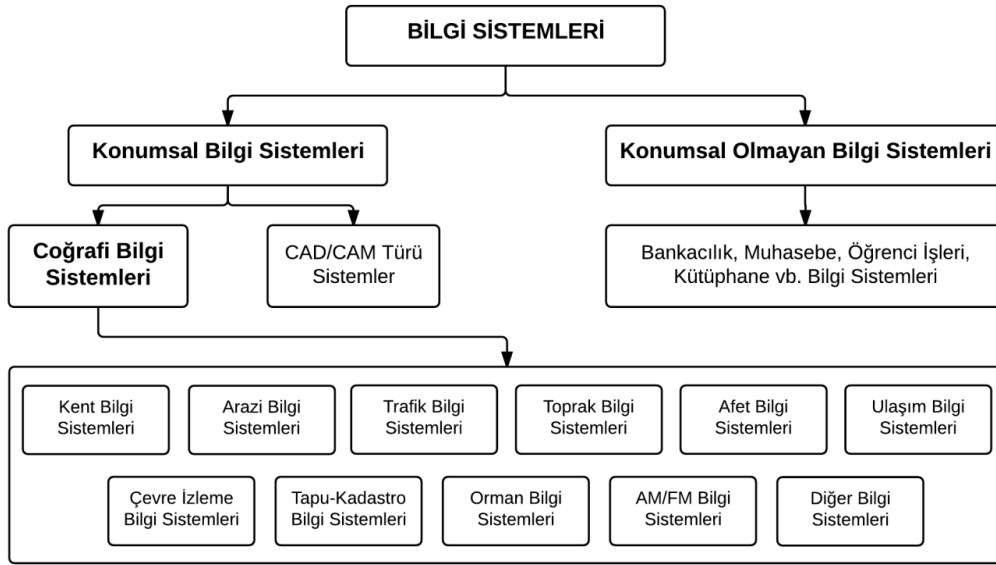
Takip eden bölümlerde öncelikle CBS'nin, tanımı ve dünya çapında yapılan çalışmalardan örnekler ile ulaşım çalışmalarında çeşitli kullanım alanlarına örnekler verilmiştir. Daha sonra Ege Üniversitesi ulaşım ana planı kapsamında CBS kullanılarak yapılan analizlere örnekler verilerek, plancılar tarafından ulaşım planlama çalışmalarında destek sistemi olarak kullanımına ışık tutmak amacı ile yapılabilecek irdelemeler ve analizler örneklendirilmiştir.

## **Ulaşım ve Coğrafi Bilgi Sistemleri**

CBS, konumsal olmayan bilgi sistemlerinden ve CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım) türü yalnızca koordinat tabanlı konumsal veri işlemeye yarayan sistemlerden farklı olarak, bilgi sistemini oluşturan öğelerin şekil ve koordinatlarına ek olarak, öğeyi tanımlayan bilgilerin ve özniteliklerin veri tabanı yapısında depolanması ile diğer öğeler ve katmanlar ile konum ve veri ilişkilerinin analizine imkân sağlar. Bilgi sistemlerinin sınıflandırılması ve CBS'nin çeşitli uygulama alanları Şekil 1'de görülmektedir.

Konumsal veri ve veri tabanı yapısını içinde barındırması itibariyle, çeşitli ulaşım problemlerinin çözülmesinde ve görsel analizinde kullanılabilen CBS karar vericiler için çok uygun bir karar destek sistemidir. Gerekli verinin yalnızca yol ağı modeli kullanılarak elde edilebildiği birçok ulaşım uygulaması bulunmaktadır. Bu uygulamalara örnek olarak verilebilecek,

- Dört adımlı ulaşım planlaması gibi ulaşım planlaması çalışmalarında kullanılmak üzere güzergâh atama işlemleri,
  - Acil yardım araçları için eş zamanlı olarak güzergâh atama işlemleri,
  - Eş zamanlı trafik yönetimi ve kaza tespiti,
  - Yol ve ulaşım tesisleri yönetimi,
  - İnternet tabanlı trafik ve akıllı ulaşım bilgi sistemleri,
  - Araç içi navigasyon sistemleri,
- gibi ulaşım uygulamaları CBS altyapısı kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir (Thill, 2000).



Şekil 1 Bilgi sistemlerinin sınıflandırılması ve CBS uygulama alanları (Tecim, 2008).

CBS'nin ulaşım çalışmalarında kullanım alanları ile ilgili literatürde çeşitli örnekler mevcuttur. Maoh ve diğ. (2009) yaptıkları çalışmada, trafik analiz bölgelerinde demografik değişikliklerin seyahat üretim ve çekimlerine etkilerini belirlemek için demografik verilere dayalı CBS tabanlı bir model geliştirmişlerdir. IMPACT adı verilen sistemde kullanılan dört adımlı ulaşım modeli, sıralı (ordered) probit tabanlı seyahat üretimi, yerçekimi (gravity) tabanlı seyahat dağılımı, logit tabanlı türel seçim ve stokastik kullanıcı dengesi tabanlı trafik atama modellerinden oluşmaktadır. Bu model ile Kanada'da Hamilton şehrinde doğum, ölüm ve göç oranı demografik verileri, analiz bölgesi karakteristikleri ve ulaşım altyapısı verileri kullanılarak, nüfus yaşındaki değişim ile 2036 yılı için farklı doğum oranı senaryolarında toplam taşıt-km, yakıt tüketimi ve egzoz salınım değerleri projeksiyonları yapılmıştır.

Kanada'da yapılan bir çalışmada dört adımlı ulaşım modeli ile analiz bölgeleri arasında başlangıç son matrisi belirlenmiş, belirlenen bölgeler arası taşıt akımı CBS kullanılarak gerçek yol ağına aktarılmış, en kısa yol metodu ile ortalama seyahat hızları ve seyahat süreleri saptanmıştır. Farklı senaryolar için hesaplanan taşıt-km değerleri ile yol bazında karayolu ulaşımı kaynaklı sera gazı salınım değerleri hesaplanmıştır (Armstrong and Khan, 2004). CBS altyapısı kullanılarak ulaşım kaynaklı hava kirliliği hesaplamaya yönelik başka bir çalışma ise İstanbul'da gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen çalışmada 1987, 1992, 1997 ve 2001 yıllarına ait uydu görüntüleri kullanılarak oluşturulan karayolu ağı ve ulaşım verileri kullanılarak bu yıllara ait, ulaşım kaynaklı hava kirlilikçi gaz salınımları USEPA modeli ile hesaplanmıştır (Demirel ve diğ., 2008).

Krichen ve diğ. (2014) yaptıkları çalışmada, ulaşım planlama konularından biri olan mesafe ve kapasite kısıtlı araç güzergâhı belirleme problemini çözmek için QuantumGIS isimli CBS yazılımı için bir eklenti oluşturmuşlardır. Bu eklenti ile bir araç filosunda yer alan araçların ulaşması gereken tüm noktaları dolaşması için en düşük maliyetli en uygun güzergâhlar belirlenebilmektedir. Güzergâh belirleme konusunda Hindistan'da yapılan bir çalışmada belediyelerde karar vericilere karar destek aracı olması amacı ile CBS tabanlı katı atık toplama aracı güzergâh belirleme modeli oluşturulmuştur. Yol türleri, nüfus yoğunluğu, atık üretme kapasiteleri, çöp konteyneri türleri ve bu türlere uygun çöp toplama araçları gibi verileri kullanan model ile minimum maliyetli çöp toplama güzergâhları belirlenebilmektedir (Ghose ve diğ., 2006).

A.B.D. Teksas'ta yapılan bir çalışmada en uygun hızlı tren güzergâhını saptamak amacı ile CBS kullanılarak, toprak kaynakları, yeşil alan, su kaynakları, gürültü gibi çevresel ve nüfus yoğunluğu, iş yoğunluğu, barınma oranı gibi sosyo-demografik faktörler kullanılarak, farklı güzergâhların içinden geçtiği arazi sınıflarına puanlama yapılmış ve en uygun güzergâh belirlenmiştir (Kim and Lee, 2014). İspanya'da yapılan benzer bir çalışmada, CBS tabanlı bir güzergâh planlama aracı oluşturularak, yol ağı, başlangıç-son veri tabanı ve arazi kullanım verileri ile yüksek erişilebilirliğe sahip hızlı tren güzergâhları belirlenmiştir (Ortega ve diğ., 2014).

İzmir'de yapılan bir çalışmada, trafik kazaları için bir karar destek sistemi oluşturmak amacıyla, gerçekleşen kazaya müdahale öncesi ve sonrasında ambulans hizmetlerinin kontrol ve takibini sağlayan bir CBS uygulaması oluşturulmuştur. Oluşturulan uygulama, olay yerine ulaşılmasında veya hastanın en yakın sağlık merkezine ulaştırılmasında yaşanan gecikmelerin tespitlerinin yapılmasına ve bu aksaklıkları giderecek önlemlere ilişkin karar alınmasına destek olmaktadır (Yavuz ve Tecim, 2008).

Ulaşım talep modellerinde birim alan olarak trafik analiz bölgeleri kullanılmaktadır. Ancak ulaşım güvenliği konusundaki çalışmalarda trafik kaza istatistik modellerinde kullanılması gereken coğrafi sınırlar ve bu sınırların birbiri ile karşılaştırması yapılmamıştır. Abdel-Aty vd. (2013), CBS kullanarak yaptıkları çalışmada, ulaşım güvenliği konusunda literatürdeki bu boşluğu doldurmak amacı ile trafik analiz bölgeleri, nüfus sayım bölgeleri ve mahalle sınırlarının kullanıldığı farklı trafik kazası istatistik modelleri kurarak en uygun birim alanı saptamaya çalışmışlardır.

Yapılan akademik çalışmalar dışında CBS, belediyeler, ulaşım kurumları ve üniversiteler gibi çeşitli kurumlarca şehir bilgi sistemi ve toplu taşıma güzergâh ve aktarma sistemi gibi akıllı ulaşım sistemlerinin altyapısı olarak, ayrıca hastaneler tarafından ambulans güzergâhı belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Ülkemizde ve tüm dünyada birçok üniversitenin internet sitelerinde, yerleşke bilgi sistemi olarak hizmet veren interaktif haritalardan, binaların ve tesislerin yerleri ve yerleşke ulaşım bilgilerine ulaşılabilir. Ayrıca bazı üniversiteler mobil yazılımlar ile yerleşke içinde yol tarifi, toplu taşıma bilgi sistemi gibi hizmetler de sunmaktadır (UCLA, 2015; Imperial College London, 2015). Tüm bu akademik çalışmaların ve uygulamaların gerçekleştirilebilmesi için öncelikle çalışmanın yapılacağı bölgeye ait mevcut ulaşım altyapısının ve ilişkili diğer katmanlara ait verilerin CBS veri tabanına aktarılması gerekmektedir.

## **Ege Üniversitesi Ulaşım Ana Planı Örneği**

Ege Üniversitesi Ulaşım Ana Planı oluşturmak amacı ile yapılan akademik çalışmada (Mutlu, 2015), yerleşke ulaşım altyapısının ve ilgili öğelerin elektronik ortama aktarılması ile CBS kullanılarak ulaşım altyapısının fiziki analizi gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde, bahsi geçen çalışmada CBS kullanılarak yapılan analizler incelenmekte ve CBS'nin ulaşım planlama çalışmalarında kullanımına örnekler verilmektedir.

### **Veri Toplama**

Ege Üniversitesi Ulaşım Ana Planı çalışmasında, CBS için gerekli veriler arazi çalışmaları ve yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri kullanılarak elde edilmiştir. Haritaların oluşturulmasında ve arazi çalışmalarında haritalara işlenen verilerin elektronik ortama

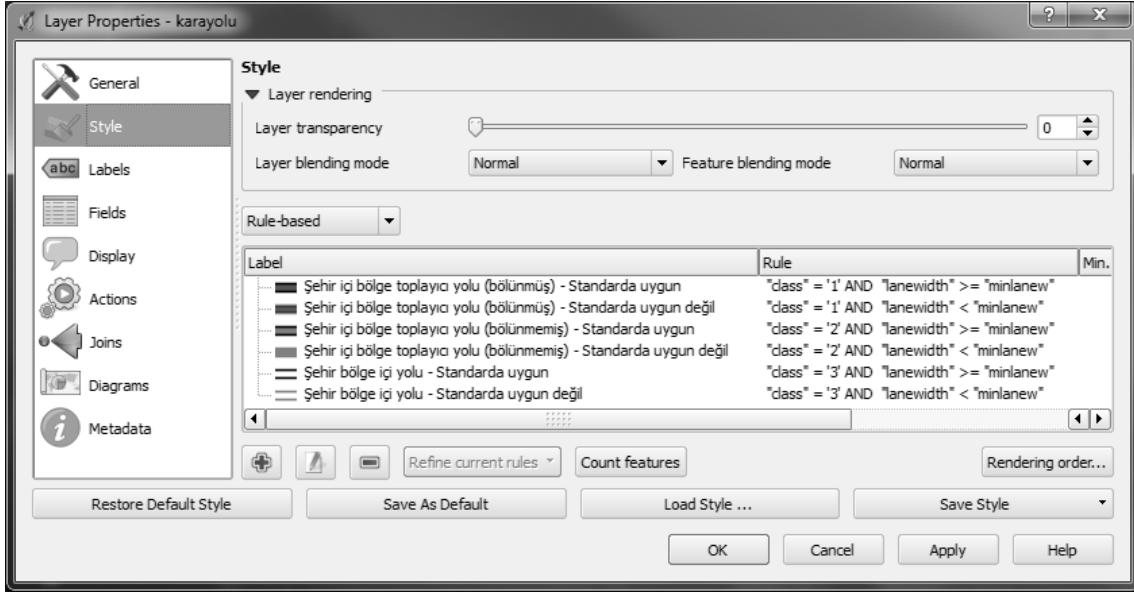
aktarılmasında, QGIS 2.01 programı kullanılmıştır. Uydu fotoğraflarında görülemeyen veya yeri kesin olarak belirlenemeyen detayların ve özellikle nokta elemanlara ait verilerin toplanması amacıyla, mobil cihazlarda kullanılabilen QGIS for Android uygulaması kullanılmıştır. Yapılan arazi çalışmalarında tablet bilgisayarda çalıştırılan bu uygulama, mobil cihazın dâhili GPS alıcısının kullanımına imkân tanıdığı için, veriler doğrudan CBS ortamında koordinatlı olarak elde edilebilmiştir. Gerçekleştirilen arazi çalışmalarında, otopark giriş-çıkış noktaları, otobüs durakları, trafik işaretleri, bitişik otoparklarda ayırıcı bordür sınırları ve hız kesici tümseklerin yerleri bu yöntemle belirlenmiştir. Ayrıca bu uygulama sayesinde, CBS veri tabanı yapıları arazi çalışması öncesi bilgisayar ile oluşturulduktan sonra sahada toplanması gereken, otopark kapasiteleri, otobüs durak tipleri gibi bazı özniteliklere ait verilerin girişleri, CBS veri tabanına sahada doğrudan mobil cihaz ile yapılmıştır.

Oluşturulan CBS veri tabanı ile ulaşım altyapısının irdelenmesi ve çeşitli konumsal analizlerin yapılması mümkün olmuştur. CBS tasarımı yapılırken, ulaşım planlaması için gerekli veriler ön planda tutulmuştur ve elde edilen veriler Ege Üniversitesi Yerleşkesi ile ilişkili, bundan önce yapılmış ve bundan sonra yapılacak olan çalışmalara ait CBS verileri ile birleştirilerek eksiksiz ve güncel bir yerleşke CBS veri tabanı oluşturulmasına katkıda bulunacaktır.

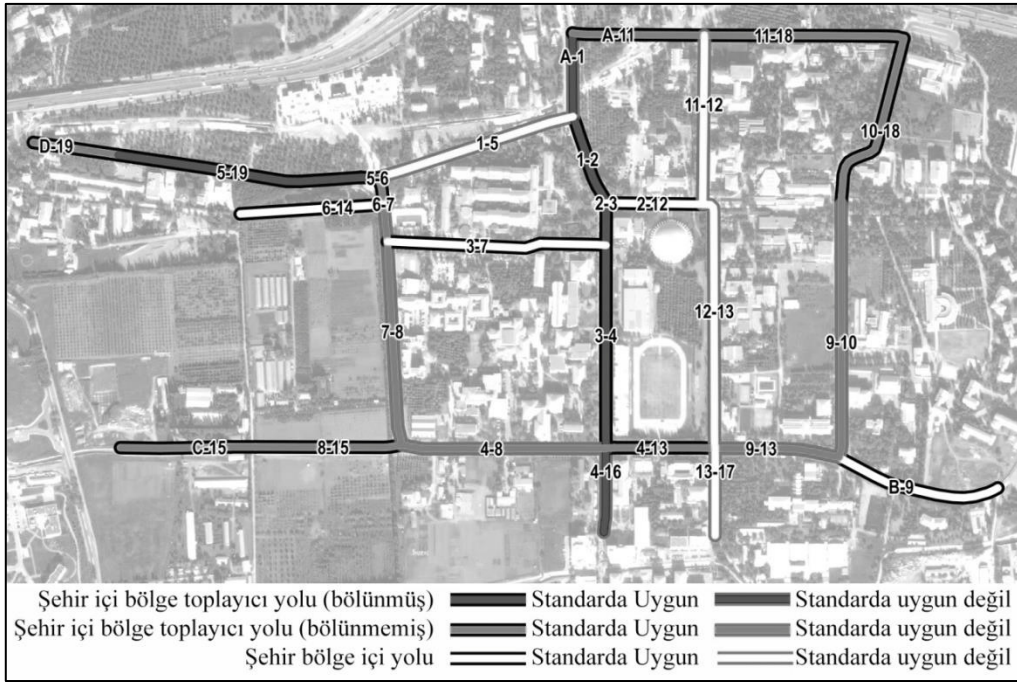
### **Ulaşım Altyapısının İrdelenmesi**

Ege Üniversitesi Yerleşkesinde yer alan, karayolları, yaya kaldırımları, bisiklet şeritleri ve toplu taşıma altyapısının fiziki durumunun incelenmesinde CBS kullanılmıştır. Yapılan arazi etütleri ve Ege Üniversitesi Rektörlüğü Yapı İşleri'nden temin edilen veriler ile Ege Üniversitesi Ana Yerleşkesi'nin ulaşım altyapısı CBS ortamında oluşturulmuştur. Ulaşım ağının incelenebilmesi için yolların ve kavşakların isimlendirilmesi gerekmektedir. CBS'nin sağladığı veri tabanı yapısı sayesinde her yola benzersiz bir isim verilmiş ve yollara ait öznitelikler belirlenerek veri tabanına işlenmiştir. Yol ağı, şerit sayısı, yol türü (bölünmüş, çift yön), yol sınıfı (şehir içi bölge toplayıcı bölünmüş, şehir içi bölge toplayıcı bölünmemiş, şehir bölge içi yolu), ortalama şerit genişliği, yol sınıfına göre sahip olması gereken şerit genişliği, ortalama kaldırım genişliği ve yol kaplaması öznitelikleri her yol için tanımlanmıştır.

Tüm CBS paket programlarında bulunan, özniteliklere göre kural tabanlı nesne sembol sınıfı oluşturma işlemi ile görsel analiz yapılabilmektedir. Bu yöntem ile "karayolu" katmanına girilen özniteliklerin değerlerine bağlı kurallar oluşturularak şerit genişlikleri standartlarla karşılaştırılmış ve %41'lik kısmın standart şerit genişliklerinin altında olduğu görülmüştür. Bu karşılaştırmanın yapılması amacı ile QGIS programında kural tabanlı sembol sınıfları oluşturulması Şekil (2)'de ve bu tanımlamalar sonucunda ortaya çıkan harita Şekil (3)'de görülmektedir.



Şekil 2 QGIS'te kural tabanlı sembol sınıfları oluşturulması.



Şekil 3 Yol sınıflarına göre şerit genişliklerinin irdelenmesi.

Standartlara uymayan yolların, şerit genişliğinin bir bölümünün bisiklet yolu olarak yeniden düzenlenen ve yaya kaldırımını genişletilen yollar olduğu belirlenmiştir. Kimi bölgelerde binaların yola çok yakın yapılması ve daha az maliyetli olması sebebiyle motorsuz ulaşımaya yönelik altyapının karayolunun küçültülerek yapılması, herhangi bir yerleşke gelişim planının olmadığını, eğer varsa da bu plana uyulmadığını göstermektedir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, yollarda şerit genişliklerinin standartlara uygun olmamasının yanında, yol boyunca değişiklik göstermesinin, hatalı kavşak yerleşimlerinin ve ani şerit genişliği değişikliklerinin sürüş güvenliği açısından tehlike arz ettiği görülmüştür. Yerleşkede kısıtlı alan nedeni ile, yaya kaldırımını ve bisiklet şeritleri gibi motorsuz ulaşım tesislerine veya yeşil alanlara müdahale etmeden şerit genişliklerinin standart ölçülere uygun şekilde



düzenlenebilmesinin mümkün olmadığı görülmektedir. Ancak zaten standart ölçülerin altında olan bisiklet yollarının kaldırılması ve yollardan bağımsız bisiklet yolları şeklinde yapılmasıyla karayollarının büyük bölümünün yeniden standartlara uygun hale getirilmesi mümkün olacaktır. Bu durumda da motorsuz ulaşım güvenliğinin sağlanabilmesi açısından, oluşturulacak yerleşke trafik tüzüğü ile motorsuz ulaşım mutlak üstünlük sağlanmalı ve bunun uygulanabilmesi için hız sınırı ihlali, hatalı parklanma gibi ihlalleri engellemek amacı ile gerekli altyapı düzenlemeleri yapılmalı ve caydırıcı yaptırımlar uygulanmalıdır.

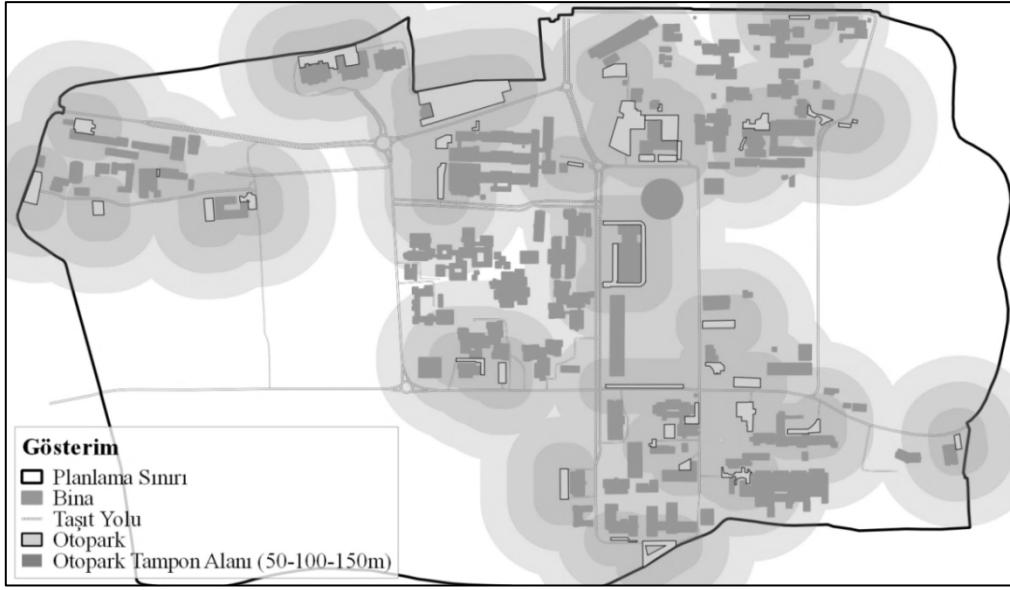
Taşıt yolu altyapısının irdelenmesine benzer şekilde, yaya kaldırımları genişlikleri ve yüksekliklerinin standartlarla karşılaştırılması, bisiklet şeritlerinin genişliklerinin ve sürekliliğinin incelenmesi CBS kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca incelenmek amacıyla, yatay ve düşey trafik işaretleri, toplu taşıma güzergâhları ve durakları, binalar ve spor tesisleri de CBS ortamına aktarılmıştır.

Ege Üniversitesi Ulaşım Ana Planı çalışmasında ulaşım altyapısının önemli öğelerinden biri olan otoparkların incelenmesinde de CBS kullanılmıştır. Arazi çalışmaları ile, tespit edilen otoparkların kapasiteleri, engelli aracı kapasiteleri ve erişim türleri tanımlanmış, farklı saat aralıklarında yapılan otopark ve yol kenarı parklanma sayımları CBS ortamına aktararak otoparkların yeterliliği ile ilgili incelemeler yapılmıştır. Otopark doluluk oranlarının, yol ağı yapısı, personel ve öğrenci nüfuslarının bulunduğu binalar, otopark yönlendirmeleri ve etkileyebilecek diğer tüm unsurlar ile birlikte harita üzerinde incelenmesine olanak sağladığı için, CBS kullanılarak yapılan görsel analizler problemlerin tespiti aşamasında çok yönlü bakış açısı sağlamaktadır.

### **Konumsal Analizler**

CBS verileri kullanılarak bölgede yaşayanların ve ziyaretçilerin, gitmek istedikleri binaları, toplu taşıma duraklarını, otobüs güzergâhlarını öğrenebilecekleri basit sorgulamalar yapabildikleri bir şehir/yerleşke bilgi sistemi oluşturulabilmektedir. Buna ek olarak CBS programları, içerdikleri sorgu sistemi ve analiz araçları ile plancılar ve karar vericiler için son derece önemli bir karar destek sistemi olarak kullanılabilir. Örneğin, “yürüme mesafesinde misafir otoparkı bulunmayan ve idari amaçla kullanılan binalar” şeklinde bir tespit CBS programlarında yer alan öznitelik sorgulamaları ve konum tabanlı sorgulamalar ile saniyeler içinde gerçekleştirilebilmektedir. Bu çalışmada ulaşım öğelerinin konumsal olarak incelenmesinde kullanılan tampon (kapsama alanı) analizlerine örnekler verilmiştir.

CBS programları kullanılarak, bir katmanda yer alan öğelerin etkilediği alanları incelemek için tampon analizi yapılabilmektedir. Ulaştırma, hidrolik, şehir planlama, çevre, ekonomi gibi birçok disiplinde kullanılabilen tampon analizi ile örneğin, bir yolda oluşacak trafik akımı kaynaklı ses kirliliğinden etkilenecek binaların tespiti, bir nehrin taşkın durumunda zarar vereceği sulama alanlarının tespiti veya itfaiye merkezlerinin kabul edilebilir sürede erişebileceği hizmet alanlarının tespiti gibi analizler gerçekleştirilebilmektedir. CBS programlarında bulunan coğrafi işleme araçlarından birisi olan tampon alan oluşturma modülü kullanılarak, nokta, çizgi veya alan öğelerin etrafında istenilen uzaklıkta tampon alan oluşturulabilmektedir. Ege Üniversitesi Yerleşkesinde yer alan otobüs duraklarının birbirine mesafeleri, otobüs duraklarının ve otoparkların yürüme mesafesine göre kapsama alanları tampon analizler ile incelenmiştir.



Şekil 4 Otopark yürüme mesafesi tampon analizi.

Otopark kapasitesi ve ücretlerine ek olarak, sürücülerin park etme davranışlarını etkileyen önemli etmenlerden bir diğeri de yürüme mesafesidir (Lam ve diğ., 2006). Otopark planlamasında, ulaşım maliyetlerinden biri olan, park yeri ile hedef nokta arası yürüme mesafesinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Tampon analizi ile Ege Üniversitesi Yerleşkesi'nde otopark yürüme mesafeleri incelenmiştir. Bu analizde misafir araçlarının da kullanımına açık, tüm araçların erişimine izin verilen otoparkların etrafında 50 m, 100 m ve 150 m mesafelerde tampon alanlar oluşturularak (Şekil 4), yerleşkede yol kenarı parklanmalarının ve dengesiz otopark doluluk oranlarının sebepleri incelenmiştir. Diş Hekimliği Fakültesi Polikliniği'nin mesafe küçüldükçe tampon alan sınırlarından çıktığı görülmüştür. Bu durumun, personel ve öğrenci yolculukları dışında, hasta yolculukları nedeniyle ek yolculuk çeken bu bölgede yaşanan otopark sorununun ve kural dışı yol kenarı parklanmalarının nedeni olduğu düşünülmektedir.

Otobüs duraklarının etrafında kabul edilebilir yürüme mesafesi olan 300 m yarıçapında tampon alanlar oluşturulmuş ve durakların kapsama alanında olmayan binalar saptanarak, durakların hizmet alanı açısından yeterlilikleri incelenmiştir. Yürüme başlangıç noktası olarak bina çıkışları kabul edildiğinde, bazı binaların, kabul edilen otobüs durağı kapsama alanı sınırının hemen dışında olduğu görülmüştür. Ancak yerleşkede hizmet veren otobüs hattının, yerleşke içi ring servis olarak değil, yerleşkeye giriş-çıkış için hizmet verdiği göz önünde bulundurulduğunda, Metro durağı kapsama alanı da hizmet alanına eklenerek, yalnızca Yabancı Diller Yüksekokulu binasının toplu taşıma durağı hizmet alanında olmadığı belirlenmiştir. Bahsi geçen binanın hizmet alanı sınırına mesafesi yaklaşık 50 metre olduğundan, durakların yerleşiminde herhangi bir düzenlemeye ihtiyaç bulunmamaktadır.

Alterkawi (2006) toplu taşımada durakları arasındaki mesafenin en az 200 m, en fazla 600 m olması gerektiğini belirtmektedir. Otobüs durakları etrafında 200 m ve 600 m mesafede tampon alanlar oluşturularak mesafe kriteri incelenmiştir. Toplu taşıma durakları arasındaki mesafelerin asgari ve azami uzaklık kriterlerine uyduğu görülmüştür.

## Sonuç

Bu bildiri ile birçok farklı disiplinde kullanım alanı bulunan CBS'nin, ulaşım alanında kullanımına çeşitli örnekler verilerek, yapısının ulaşım planlama çalışmalarına uygunluğuna ve ulaşım alanındaki gereksinimine dikkat çekilmek istenmiştir. Bu bildiride, CBS ile yapılan çalışmalara örnek olarak verilen, Ege Üniversitesi ulaşım ana planı çalışması kapsamında yapılmış olan konumsal analizlerin CBS kullanılmadan da yapılması mümkün görünse de, tüm şehri kapsayan, binlerce kavşak ve yoldan oluşan ve plansız gelişimler nedeniyle sürekli olarak değişiklik gösteren bir ulaşım ağında bu tür analizler oldukça zahmetli olacaktır. CBS kullanılarak ulaşım sisteminin fiziksel ve geometrik yeterliliğinin irdelemesine ek olarak, CBS programlarının modüler yapıları sayesinde, hazır olarak sunulan veya plancılar tarafından geliştirilebilecek eklentiler ile ulaşım güvenliği gibi istatistiki çalışmalar, egzoz salınım hesabı gibi sürdürülebilir ulaşım planlamasına yönelik çalışmalar veya çeşitli yöneylem araştırması çalışmaları gerçekleştirilebilmektedir.

Ulaşım amaçlı yapılacak analizler için oluşturulacak CBS veri tabanı, şehir planlaması, çevresel öğeler, ulaşım ile etkileşim içinde olan demografik, sosyo-ekonomik ve buna benzer tüm konumsal veriler ile birleştirilerek ve güncel kalması sağlanarak, plancılar ve karar vericiler için, tüm etmenlerin göz önünde bulundurulabildiği bir karar destek sistemi olarak kullanılabilir. Bu amaçla, zaman kaybetmeden şehirlerimiz için bütün ilgili kurumların ortak olarak veri girişi yapabileceği ve çıktularından faydalanabileceği CBS altyapısının kurulması zaman ve kaynak tasarrufu sağlayacaktır. Ayrıca birçok analiz hızlı ve güvenilir bir şekilde yapılabilir.

Ülkemizde, özellikle kurum içinde CBS standartlarının belirlenmesi amacıyla Devlet Su İşleri ve Karayolları Genel Müdürlüğü gibi kurumlarda CBS çalışmalarını yürüten daire başkanlıkları bulunmaktadır. Ayrıca T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na bağlı Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü ulusal çapta CBS kurulması, kullanılması ve bu kapsamda standartların belirlenmesi görevini üstlenmiştir. Ancak farklı kurumlar arasında, hatta aynı kurumun farklı şubeleri arasında CBS standartlarına uyulmaması, bu konuda yeterli bilincin henüz oluşturulmadığını göstermektedir. Bunun sağlanabilmesi için mevzuat ve yönergelerin oluşturulmasının ardından kurum içi eğitimler artırılmalıdır. Ayrıca üniversitelerde CBS eğitimine verilen önemin artırılması gerekmektedir.

## Kaynaklar

- Abdel-Aty, M., Lee, J., Siddiqui, C. and Choi, K. (2013) Geographical unit based analysis in the context of transportation safety planning, Transportation Research Part A: Policy and Practice, 49, pp. 62-75.
- Alterkawi, M. M. (2006) A computer simulation analysis for optimizing bus stops spacing: The case of Riyadh, Saudi Arabia, Habitat International, 30(3), pp. 500-508.
- Armstrong, J. M. and Khan, A. M. (2004) Modelling urban transportation emissions: role of GIS, Computers, Environment and Urban Systems, 28(4), pp. 421-433.
- Demirel, H., Sertel, E., Kaya S. and Seker, D.Z. (2008) Exploring impacts of road transportation on environment: a spatial approach, Desalination, 226(1-3), pp. 279-288.
- ESRI, What is GIS?, <http://www.esri.com/library/bestpractices/what-is-gis.pdf>, (Erişim Tarihi: 23 Ekim 2014)
- Ghose, M. K., Dikshit, A. K. and Sharma, S. K. (2006) A GIS based transportation model for solid waste disposal - A case study on Asansol municipality, Waste Management, 26(11), pp. 1287-1293.
- Imperial College London, Imperial Mobile, <https://www.imperial.ac.uk/students/online-services/mobile/>, (Erişim Tarihi: 18 Nisan 2014)
- Kim, H. Y. and Lee, H. K. (2014) Enhanced validity and reliability of spatial decision support systems (SDSS) for sustainable transportation decision-making, Applied Geography, 51, pp. 65-71.
- Krichen, S., Faiz, S., Tlili, T. and Tej, K. (2014) Tabu-based GIS for solving the vehicle routing problem, Expert Systems with Applications, 41(14), pp. 6483-6493.
- Lam, W. H. K., Li, Z., Huang, H. and Wong, S. C. (2006) Modeling time-dependent travel choice problems in road networks with multiple user classes and multiple parking facilities, Transportation Research Part B: Methodological, 40(5), pp.368-395.
- Maoh, H., Kanaroglou, P., Scott, D., Paez, A. and Newbold, B. (2009) IMPACT: An integrated GIS-based model for simulating the consequences of demographic changes and population ageing on transportation, Computers, Environment and Urban Systems, 33(3), pp. 200-210.
- Mutlu, M.M. (2015) Üniversite Yerleşkesi Ulaşım Ana Planı Hazırlanması: Ege Üniversitesi Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ortega, E., Otero, I. and Mancebo, S. (2014) TITIM GIS-tool: A GIS-based decision support system for measuring the territorial impact of transport infrastructures, Expert Systems with Applications, 41(16), pp. 7641-7652.
- Tecim, V. (2008) Coğrafi Bilgi Sistemleri Harita Tabanlı Bilgi Yönetimi, Renk Form Ofset, Ankara.
- Thill, J. (2000) Geographic information systems for transportation in perspective, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 8(1-6), pp. 3-12.
- UCLA, Interactive UCLA Campus Map, <http://maps.ucla.edu/>, (Erişim Tarihi: 18 Nisan 2014)
- Yavuz, Ö., Tecim, V. (2008) Trafik Kazalarının Analizine Yönelik Karar Destek Sistemleri: Örnek Uygulama, DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 10(3), s. 1-21.

# Kent İçi Ulaşımında Araç Paylaşımının İncelenmesi-Sakarya Üniversitesi Örneği

**Zeliha Çağla ÇAĞLAR<sup>1</sup>, Kemal Selçuk ÖĞÜT<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, Ulaştırma Anabilim Dalı, İstanbul

Tel: (537) 243 24 08, Tel: (0212) 285 36 63

E-Posta: caglacaglar91@hotmail.com, E-Posta: oguts@itu.edu.tr

## Öz

Türkiye’de nüfusun artışına paralel insanların gelir düzeyindeki artış, toplu taşıma ağında yaşanan hizmet ve kalite problemleri ile birleştiğinde, daha konforlu ve kullanışlı bir ulaşım türü olan özel aracın kullanımına olan eğilim artmaktadır. Bu artışa paralel olarak otoparklarda yeterli alan bulunamaması, çevre kirliliği, enerji tüketiminin artması, trafik kazaları, trafik tıkanıklığı gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Özel araç kullanımının çekiciliğini azaltan bu sorunlar, kullanıcıları yeni arayışlara yönlendirmiş ve araç paylaşımı bu sorunları hafifleten sistemlerden biri olarak ortaya çıkmıştır. Araç paylaşımı; toplu taşıma ve özel araç kesişiminde yer alan, özel araç konforu sağlayan, çevreci ve ekonomik bir sistemdir. Bu sistem, ülkemizde henüz yaygın olmamakla birlikte dünyada özellikle gelişmiş ülkelerde kullanılmaktadır. Bu bildiri kapsamında Sakarya Üniversitesi’nde araç paylaşımının mevcut durumu ve bu konudaki beklentiler incelenmiştir. Öncelikle üniversiteye hangi ulaşım türü ile gelindiği belirlenmiş olup, daha sonra araç sahibi olan ve olmayanların hangi şartlar altında araç paylaşımına sıcak baktıkları araştırılmıştır. Çalışma kapsamında öğrenci, akademik ve idari personelin konuya yaklaşımları ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Çalışmada araç paylaşımı konusundaki en önemli sorunun güvensizlik olduğu ortaya çıkmıştır.

**Anahtar sözcükler:** Araç paylaşımı, özel araç, ara toplu taşıma

## Giriş

Son yıllarda tüm dünyada özel araç trafiği hızlı bir artış göstermekte, araç sahipliliğinin artması ve kentlerin genişlemesi sonucu kişi başına özel araçla yapılan yolculuk uzunlukları da artmaktadır. Genel olarak cazip bir ulaşım türü olan özel araç, diğer ulaşım türleriyle kıyaslandığında, hızlı, rahat ve pratiktir. Aynı zamanda birçok insan için bir statü göstergesi ve kendini ifade edebilmenin farklı bir yoludur. Ancak yaygın özel araç kullanımı beraberinde birçok sorunu birlikte getirmektedir (Garlin, 2007). Özel aracın yaygın kullanımı; özel araca yönelik kentleşme, trafik tıkanıklığı, park alanı yetersizliği, gürültü, hava kirliliği, kaza riskinin artması vb. nedenlerle kentlerde yaşam kalitesini düşürmekte, bunun sonucu olarak kentlerde, özel araç kullanımını azaltıcı ulaşım politikaları geliştirilmektedir. Bu politikalar arza bağlı çözümler üretmek yerine talebi yönetmeyi hedeflemektedir (Beroldo, 1990). Araç paylaşımı, özellikle ev-iş yolculuklarında, özel bir aracın iki ya da daha fazla kişi tarafından paylaşılmasını özendiren sistemlerdir. Bir başka deyişle araç paylaşımı, yakın yerlerde oturan insanların iş, okul, vb. yolculuklarını ortak araçlarla yapmalarını sağlayarak, özel araçların doluluk oranını arttırmaya çalışan bir yolculuk talep yönetimi sistemidir (Hatipoğlu, 1999).

Ülkemizde henüz çok bilinmeyen bir sistem olsa da araç paylaşımı, özellikle Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa ülkelerinde uygulanmaktadır (Görçin ve diğ., 2012). Amerika’da iki tip araç paylaşımı vardır bunlardan biri ridesharing diğeri ise carsharing’dir. Ridesharing terimi vanpooling ve carpooling’i içerir. Vanpooling özel araçtan daha büyük minibüs, karavan gibi araçlarla yapılan araç paylaşımıdır (Chan ve Shaheen, 2012). Türkçeye “araç paylaşımı” olarak tercüme edilen iki farklı sistem olup, bunlar “carpooling” ve “carsharing”tir. “Carpooling” ve “carsharing” arasındaki fark, “carsharing”in kişileri araç paylaşımına özendirirken kar amaçlı şirketlerin var olduğu bir sistem olması, “carpooling”in ise gün içinde kişilerin araçlarını ortak kullandıkları kar amacı güdülmeyen bir sistem olmasıdır (Görçin ve diğ., 2012).

Bu çalışma, Sakarya şehrinde Sakarya Üniversitesi Esentepe Yerleşkesi’nde bulunan öğrencilerin, akademik ve idari personelin kar amacı güdülmeyen yapılacak olan araç paylaşımına nasıl yaklaştıkları incelenmiştir.

### **Yolculuk Talep Yönetiminde Araç Paylaşımının Yeri**

Dünyanın pek çok ülkesinde nüfus artışı, araç sayılarındaki artış, yolcu ve yük araçlarındaki artış ve bunlara ek olarak küreselleşmenin hızla artması yolculuk talebini etkilemektedir. Tüm bu gelişmeler kişilerin ev ile iş arasında tercih ettikleri ulaşım seçenekleri ile yolcu ve yük taşımacılığının seçeneklerini yeniden şekillendirmektedir (Giuliano ve Wachs, 1991). Ulaşım hizmetlerinde geleneksel olarak arz yönlü çözüm önerilerine odaklanılmakta ve bu doğrultuda ulaşım olanaklarının kapasitesini arttıracak çalışmalar yapılmaktadır (Willson ve Shirazi, 1991). Bugünkü gelişmeler, uzun dönemde bu stratejilerin amaçlanan çözümü getirmediğini göstermektedir. Dünya genelinde pek çok büyük şehirde bu stratejiler doğrultusunda ulaşım olanakları kapasitelerini arttırmaya yönelik çalışmalar yapılmakta olup pek çok uygulamanın sonucunda görülmektedir ki her kapasite artırımını beraberinde kendi talebini yaratmaktadır (Mahmood ve diğ., 2009). Ulaşım hizmetlerinin sunumunda geleneksel olarak tercih edilen arz yönlü çözüm önerilerinin zaman içerisinde yetersiz duruma düşmesi konunun talep açısından ele alınmasına neden olmuştur (Kozalı, 2014).

Son yıllarda gerek sanayileşmiş gerekse gelişmekte olan ülkelerde, uzman ve yöneticiler, çevre sorunlarına enerji tasarrufuna ve toplumdaki farklı gruplar arası hakkaniyete artan duyarlılıkla kentsel ulaşım için yeni politikalar oluşturma arayışına girmişlerdir. Kentsel ulaşım sektöründe, geleneksel, büyük yatırımlar isteyen ve geri dönüşümü olmayan geleneksel ulaşım politikaları yerine, daha az yatırımla ve eldeki kaynakların daha akılcıl ve verimli kullanılmasıyla geliştirilmiş yolculuk talep yönetimi stratejileri benimsenmiştir (Erel ve Yüksel, 1997a, 1998b). Yolculuk talep yönetimi, bu anlamda kıt kaynaklar ile ulaşım sorunları arasında bir köprü vazifesi görmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde sürekli yeni yolların, köprülerin yapılması, otopark alanlarının inşa edilmesi ekonomik açıdan oldukça büyük kısıtlar doğurmaktadır.

Özel araç kullanımındaki artışın oluşturduğu trafik tıkanıklığı özellikle işe geliş ve gidiş saatlerinde zirve yapmaktadır. Bunu önlemek adına uygulanan sistemlerden biri de araç paylaşım sistemidir. Araç paylaşımı, aynı bölgede oturan ve aynı yerde çalışan kişilerin ev ve işyeri arasında yapacakları yolculuklarında her birinin yolculuklarını özel araçlar ile yapmalarını önleyerek onları tek bir araç içerisinde ulaşımına teşvik etmeyi amaçlamaktadır (Vanoutrive ve diğ., 2012). Bu sistemin temelleri II. Dünya Savaşı yıllarında ABD’de atılmıştır. Fakat savaşın bitiminden sonra araç paylaşımı uygulaması gözden düşmüş, 1970’li yıllara gelindiğinde yaşanan petrol krizi sonucunda Birleşik Devletler’de konu tekrar gündeme gelmiştir (Ferguson, 1997).

Araç paylaşımı teoride ve uygulamada trafik tıkanıklığını oldukça azaltan bir sistem olsa da uygulamasında temel iki sorun ile karşılaşmaktadır. Bunlardan birincisi psikolojik bir neden olan yabancılar ile yolculuk etmeme isteği, diğeri ise zamanlama konusunda yaşanan sorunlardır (Correia ve Viegas, 2011). Fakat son yıllarda gelişen teknoloji ve akıllı telefon teknolojileri sayesinde dinamik araç paylaşımı uygulamalarını gündeme getirmektedir. Dinamik araç paylaşımında bağımsız organizasyonlar, bilgisayar ve akıllı telefonlar aracılığıyla yolcular ve sürücüleri günlük yolculuklarını birlikte yapabilmeleri için eşleştirmektedir (Agatz ve diğ., 2011). Araç paylaşımı için genelde düzenlemeler kamu kurumları, işveren kurumlar ve gayri resmi kurumlarca yapılmaktadır.

Organize araç paylaşım sistemleri, araç paylaşımının üstünlükleri konusunda kişileri eğitmek için pazarlama çalışmaları ve paylaşımcı eşlemelerine dayanırken, bu sistemler araç paylaşımını çekici ya da başka bir deyişle tek başına araç kullanımını daha az çekici yapan destekleyici yöntemlerle daha geçerli hale gelir. Bu yöntemlerin başlıcaları şunlardır:

- **Yüksek doluluklu araç şeritleri:** Genellikle yolda bir şerit ya da ender olarak yolun tamamı için de, uygulandığı bölgeye göre 1, 2 ya da daha fazla yolcusu olan araçlara ayrı şerit tahsis etme uygulamasıdır. Bu uygulama araç paylaşımı yapılan araçlarda yolculuk hızını arttırmaktadır. Zira yüksek doluluklu şeritler, diğerlerine göre daha az yoğun olup yolculuk hızı daha yüksektir.

-**Park politikaları:** Araç paylaşımcılarına gittikleri hedef noktalarına yakın park yerleri ayrılabilir. Bu parklardan aracın içinde tek başına olan sürücüler yararlanamazlar. Ayrıca park ücretleri aracı tek başına kullanan sürücüleri caydırırken araç paylaşanlar için avantajlı hale getirilebilir.

- **Yol ücreti politikaları:** Ücretli yol ve alan uygulamalarında araç paylaşımcılarına düşük ücret uygulamaları yapılabilmektedir.

## **Konu İle İlgili Yapılmış Bazı Çalışmalar**

### **1. İstanbul Teknik Üniversitesi'nde Araç Paylaşımının Mevcut Durumu ve Bu Konuya Yaklaşımın Değerlendirilmesi**

İstanbul Teknik Üniversitesi'nde araç paylaşımına yönelik bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada yerleşkeye toplu taşıma veya özel araç kullanarak gelen öğrencilerin sosyo-ekonomik durumları, okula gidiş-geliş şekilleri, mevcut araç paylaşım durumları ve araç paylaşımına bakışları anket yoluyla öğrenilmiştir. Çalışma 756 öğrenciye yapılmış, yerleşkeye özel araçla kendisi sürücü olarak gelen 113, başkasının özel aracıyla gelen 26, toplu taşımayla gelen 617 öğrenci vardır. Yerleşkeye kendi aracıyla gelen öğrencilerin %35'i aracını paylaşmaktadır. Yolculuk mesafesinin ve gelir durumunun düşmesinin araç paylaşımını arttırdığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca kendi aracıyla gelen öğrencilerin %65'i yanlarına birini almayı kabul etmektedir. Mevcut durumda bu oranın düşük olmasının nedeni sürücüler ile yolcuların denk gelmemesi olarak yorumlanmıştır. Başkasının aracına binme konusuna kendi aracıyla yerleşkeye gelenlerin %50'sinin, toplu taşımayla gelenlerin ise %60'ının olumlu baktıkları gözlemlenmiştir (Görçin ve diğ., 2012).

## 2.Gelişmiş Ülkelerdeki Kurumlar Yolculuk Planı Uygulamaları ve Türkiye'deki Potansiyel

Ülkemizde kurum ve kuruluşlarda çalışan ver her iş günü geliş gidiş yapan yolcuların daha güvenli, konforlu, kısa süreli ve düşük maliyetli yolculuk arzularına bağlı olarak onları sürdürülebilir yolculuk biçimlerine teşvik etmek ve araç bağımlılığını azaltmak konularını araştırmak için Akdeniz Üniversitesi örnek kurum olarak seçilmiştir. Kurumlar Yolculuk Planı elemanları kapsamında olan araç paylaşımı ile ilgili Akdeniz Üniversitesi personeline bir anket yapılmıştır. Anket verilerine göre, personelin %54'ünün kendi aracıyla yerleşkeye ulaşmakta olduğu ve personelin araç paylaşımı konusunda genel olarak olumlu görüşe sahip olduğu belirlenmiştir (Günay ve diğ., 2011).

### Saha Çalışması: Sakarya Üniversitesi Esentepe Yerleşkesi

Araç paylaşımı potansiyelini belirlemek amacıyla, Sakarya Üniversitesi Esentepe Yerleşkesi'nde çalışmakta olan idari ve akademik personel, lisans ve yüksek lisans öğrencileriyle 4 Şubat 2015 ve 25 Şubat 2015 tarihleri arasında yüz yüze ve soru yanıt şeklinde bir anket çalışması yapılmıştır. Anketin anlamlılığı açısından idari ve akademik personelin %5'ini, öğrencilerin ise %0,5'ini kapsayacak bir örneklem büyüklüğü seçilmiş, buna göre 28 idari personel, 65 akademik personel ve 206 öğrenci olmak üzere toplam 299 kişi ile görüşme yapılmıştır. Ankete katılanlara ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 1 ve 2'de verilmiştir.

Tablo 1: Öğrencilere ait tanımlayıcı istatistikler

		Sayı	%
Cinsiyet	Erkek	114	55
	Kadın	92	45
Sınıf	1	48	23
	2	35	17
	3	42	20
	4	43	21
	Y. Lisans	38	19
Yaş	18-20	60	29
	21	35	17
	22	36	18
	22+	75	36
Aylık aile geliri (TL)	600-1500	44	21
	1501-2500	83	40
	2501-3500	41	20
	3500+	38	19



Tablo 2: Personele ait tanımlayıcı istatistikler

		İdari Personel		Akademik Personel	
		Sayı	%	Sayı	%
Cinsiyet	Erkek	18	64	43	66
	Kadın	10	36	22	34
Yaş	21-30	12	43	23	35
	31-40	9	32	30	46
	40+	7	25	12	19
Aile büyüklüğü	1	4	14	7	11
	2	2	7	12	18
	3	8	29	28	43
	3+	14	50	18	28
Aylık aile geliri (TL)	0-3000	18	64	2	3
	3001-6000	9	32	44	68
	6000+	1	4	19	29

Anket çalışmasında ilk olarak katılımcıların yerleşkeye hangi ulaşım türüyle geldikleri sorulmuştur. Anket sonuçlarına (Tablo 3) göre üniversitedeki öğrencilerin %82'sinin toplu taşımayla, %7'sinin yürüyerek %6'sının kendi aracı ile, %5'inin servisle yerleşkeye ulaştıkları sonucu ortaya çıkmıştır. İdari personelin %82'si servisle, %7'si kendi aracıyla, %7'si toplu taşımayla, %4'ü yürüyerek yerleşkeye ulaşmaktadır. Buradan idari personelde servis kullanımının oldukça yaygın olduğu görülmektedir. Akademik personelin %66'sı kendi aracıyla, %25'i toplu taşımayla, %8'i başkasının aracıyla, %1'i ise servisle yerleşkeye ulaşmaktadır. Ankete göre akademik personelin büyük çoğunluğu özel aracı tercih etmektedir.

Tablo 3: Ankete katılanların yerleşkeye ulaşımı

Ulaşım Türü	Öğrenci		İdari Personel		Akademik Personel	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Kendi aracı	12	6	2	7	43	66
Başkasının aracı	0	0	0	0	5	8
Toplu taşıma	168	82	2	7	16	25
Servis	11	5	23	82	1	1
Yürüme	15	7	1	4	0	0
Toplam	206	100	28	100	65	100

Araç paylaşımının mevcut durumu incelendiğinde, özel araçla yerleşkeye gelen öğrencilerin %83'ü, akademik personelin %44'ü başka birilerini araçlarına alarak araç paylaşımı yapmaktadır. Anket yapılan idari personelden yalnızca ikisi kendi aracıyla yerleşkeye geldiğinden ve ikisi de araç paylaşımı yaptığından sonuç %100 olarak elde edilmiştir.

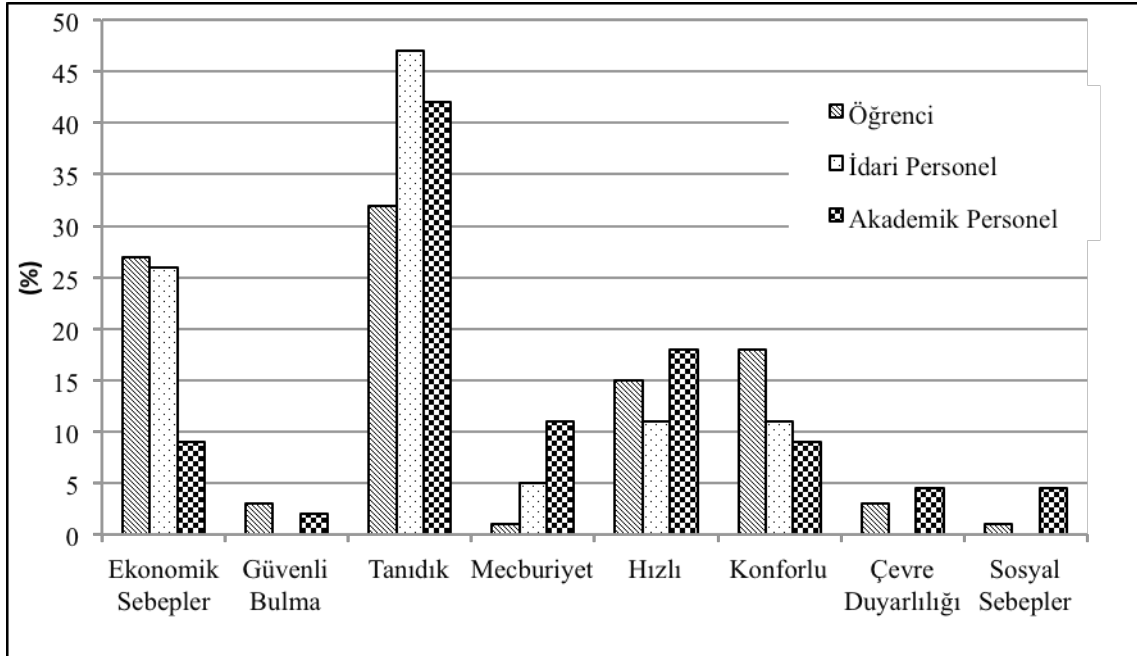
Yerleşkeye başkasının aracıyla gelen öğrenci ve idari personel bulunmamaktadır. Buna göre kendi aracı olan öğrenci ve idari personel başkalarını araçlarına alarak yaptıkları araç paylaşımını, üniversiteye gelişlerinde değil, diğer etkinlikler sırasında yaptıkları anlaşılmaktadır. Kendi aracıyla yerleşkeye gelmeyen akademik personelin ise %23'ü, başkasının aracıyla yerleşkeye gelmektedir.

Ankette araç paylaşımı konusuna nasıl bakıldığını görmek için “Ev-Okul yolculuğunda (aynı yere, aynı zamanda gidecek araç olduğu düşünülerek) başka birisinin aracına biner misiniz?” sorusu yöneltilmiş ve Tablo 4’teki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 4: Araç paylaşımına bakış-başkasının aracına binme

Ankete Katılan	Başkasının Aracına Binmeyi			
	Kabul Eden		Kabul Etmeyen	
	Sayı	%	Sayı	%
Öğrenci	145	70	61	30
İdari P.	19	68	9	32
Akademik P.	45	69	20	31

Tablo 4’e göre gerek öğrenci, gerek idari, gerekse akademik personel hemen hemen aynı oranda başkasının aracı ile üniversiteye gelmeyi kabul etmektedir. Anketin uygulandığı grupların olumlu yanıtlarının nedenlere göre ayrılması Şekil 1’de görüldüğü gibidir.



Şekil 1: Başkasının aracına binmeyi kabul etme nedenleri

Ankete katılan tüm grupların başkasının aracına binmeyi kabul etme nedenlerine bakıldığında en büyük neden araç sahibinin tanıdık olması, ikinci neden ise öğrenci ve idari personel için bu paylaşımın ekonomik olacağını düşünülmesidir. Akademik personel için ise ikinci neden hızlı olacağını düşünülmesidir. Burada gelir seviyesi artışının araç paylaşımının nedenlerindeki oranı etkilediği görülmektedir. Gelir seviyesi arttıkça araç paylaşımının ekonomik yönü arka planda kalmaktadır.

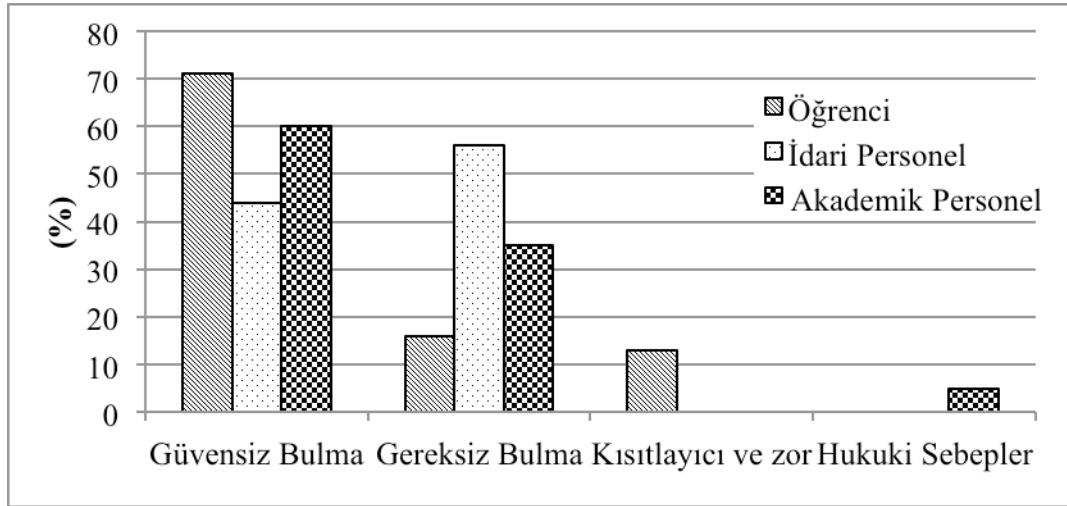
“Ev-Okul yolculuğunda (aynı yere, aynı zamanda gidecek araç olduğu düşünülerek) başka birisinin aracına biner misiniz?” sorusuna evet diyenlerin hangi sıklıkta böylesi bir yolculuğu kabul ettiklerini belirlemek için “Bu yolculuğu haftada kaç gün yapardınız?” sorusu sorulmuş ve elde edilen sonuçlar Tablo 5’te gösterilmiştir.

Tablo 5: Başkasının aracına binme sıklıkları (%)

Ankete katılanlar	Her Gün	Bazı Günler
Öğrenci	50	50
İdari P.	32	68
Akademik P.	27	73

Ankete katılanların başkasının aracına binme sıklık yüzdelerine bakıldığında öğrenci ve üniversite çalışanları arasında farklılık görülmektedir. Öğrencilerin %50'si her gün başkasının aracına binmeyi kabul ederken, idari ve akademik personele bakıldığında bu oran %30'a düşmektedir. Yaş ve gelir düzeyinin artması ile kişilerin başkalarıyla sürekli ortak hareket etme isteklerinin azaldığı görülmektedir.

Tablo 4'e göre gerek öğrenci, gerek idari, gerekse akademik personel hemen hemen aynı oranda başkasının aracı ile üniversiteye gelmeyi kabul etmemektedir. Anketin uygulandığı grupların olumsuz yanıtlarının nedenlere göre ayrılması Şekil 2'de görüldüğü gibidir.



Şekil 2: Başkasının aracına binmeyi kabul etmeyenlerin nedenleri

Üniversiteye gelişleri sırasında başkasının aracına binmeyi reddeden öğrencilerin ve akademik personelin en önemli nedeni, bu sistemi güvensiz bulmalarıdır. Büyük çoğunlukla servisi kullanarak üniversiteye gelen idari personelin, başkalarının araçlarına binerek okula gelmek istememelerinin en önemli nedeni, bunu gereksiz bulmalarıdır. Servis kullanma olanakları olduğundan gereksiz bulmaları anlaşılır bir nedendir. Diğer nedenlerin dağılımı da Şekil 2'de görülmektedir.

Ankette sorulan diğer bir soru "Ev-Okul yolculuğunda aracınıza birisini alır mısınız?" şeklinde, yanıtların güvenilirliği açısından yalnızca özel araçla yerleşkeye gelenlere yöneltilmiş ve Tablo 6'daki sonuçlar alınmıştır. Yalnızca 2 idari personel yerleşkeye kendi araçları ile geldiklerinden, bu sorunun idari personel açısından değerlendirmesi yapılmamıştır.

Tablo 6'ya göre yerleşkeye kendi aracıyla gelen tüm öğrenciler, başka birini araçlarına almayı kabul etmelerine karşın Tablo 3'te ankete katılan hiçbir öğrencinin başkasının aracıyla yerleşkeye gelmedikleri görülmektedir. Kendi araçları ile yerleşkeye gelen öğrenciler başkalarını araçlarına almaları konusunda istekli olurken bu isteklerinin hiçbir zaman eyleme dökülmediği görülmektedir.

Tablo 6: Araç paylaşımına bakış-aracına birini alma

Ankete Katılan	Başkasını aracına almayı	
	Kabul Eden	Kabul Etmeyen
	Sayı	Sayı
Öğrenci	12 (%100)	0 (%0)
Akademik P.	32 (%74)	11 (%26)

Başkasını aracına almaya razı olan akademik personelin oranı %74'tür. Akademik personelde başkasının aracına binmeye razı olan ve başkasını aracına almaya razı olan yüzdeler aynı kalmıştır.

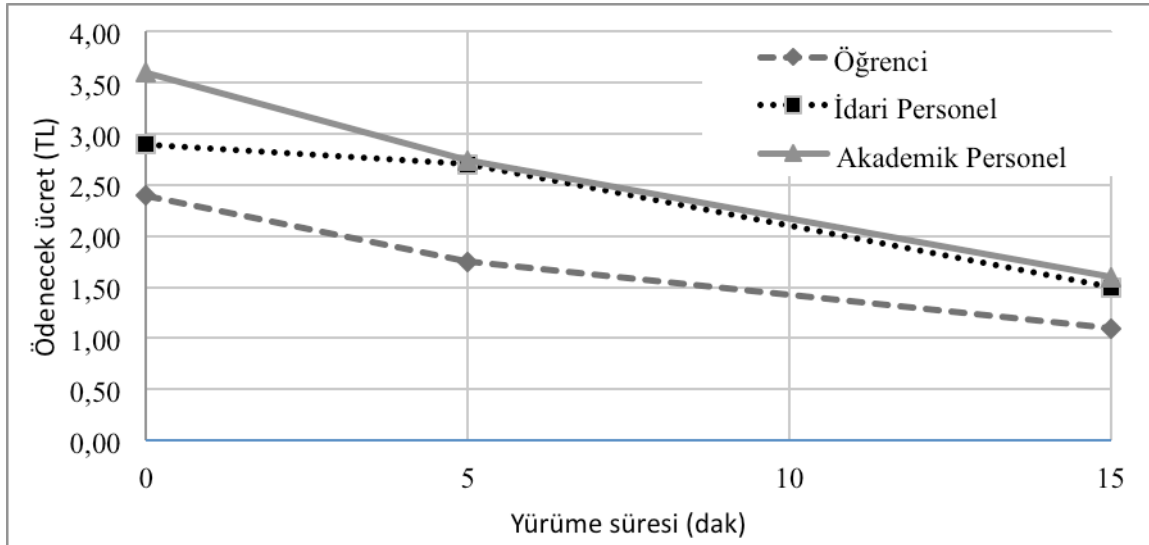
Özel aracıyla okula gelenlere ve “Ev-Okul yolculuğunda aracınıza birisini alır mısınız?” sorusuna evet cevabı verenlere “Haftada kaç kez yolculuk için birini aracınıza alırsınız?” sorusu yöneltilmiştir. Öğrencilerin %50'si her gün, %50'si bazı günler derken, akademik personelin %22'si her gün, %78'i bazı günler demiştir.

Bu oranlar, başkasının aracına binmenin hangi sıklıkta kabul edileceği ile uyumludur. Yani öğrencilerin %50'si her gün başkasının aracına binebileceklerini ya da başkasını araçlarına alabileceklerini belirtmiştir. Bu oran akademik personel için %25 mertebesindedir.

Başkasının aracına binmeyi kabul edenlere, “Bir seferlik (sabah ya da akşam) yolculuk için ne kadar ücret ödersiniz? “sorusu yöneltildiğinde öğrencilerin %84'ünün, idari personelin %68'inin, akademik personelin ise %73'ünün ücret ödemeyi kabul ettikleri görülmüştür.

Başkasının aracına binmeyi kabul edenlere ayrıca “Kapınızın önünden, 5, 10 ve 15 dakika yürüyüp bu araca binerseniz, en fazla kaç TL ödersiniz?” soruları ayrı ayrı yöneltilmiştir. Alınan yanıtların, gruplara göre ortalaması alınıp Şekil 3'te gösterilmiştir.

Başkasının aracına kapısının önünden binecek öğrencilerin vereceği ücretlerin ortalaması 2,4 TL olup, idari personelin 2,9 TL, akademik personelin ödeyeceği ücretlerin ortalaması ise 3,6 TL'dir. Şekilden de görüldüğü gibi, doğal olarak başkasının aracına yürüme süresi arttıkça her grubun ödeyeceği ücret azalmaktadır. En az yürüme mesafesinde bu araca en fazla parayı ödeyecek olan grup akademik personel grubudur. İdari personel grubu biraz daha az ödeyecek, öğrenci grubu daha da az ödeyecektir. 5 dk yürüme mesafesinden ve ondan daha uzak mesafeden binilecek olan bu araca ödenecek ücret akademik ve idari personel için eşitlenmiştir, öğrenci grubunu ödeyeceği ücret yine diğer iki grubun altında kalmıştır. Yapılan anket çalışmasına göre akademik personel grubunun ortalama geliri 5920 TL'dir. İdari personel grubunun ortalama geliri ise 3190 TL'dir. Öğrencilere de aylık aile geliri sorulmuştur bu grubun ortalaması 2850 TL'dir. Bu ortalama gelir, ailelerin ortalama geliri olduğundan öğrenciye düşen payın bu miktardan da az olduğu söylenebilir. Şekil 3'te görüldüğü gibi ortalama gelire, paylaşılacak araca ödenecek ücret doğru orantılıdır.



Şekil 3: Yürüme süresine göre öğrenci, idari, akademik personelin ödemeyi kabul ettikleri ortalama ücretler

## Sonuç ve Değerlendirme

Bu bildiriye, toplu taşıma kullanmayan, özel araç bağımlısı bireylerin çevreye verdikleri zararların azaltılması için önerilen, ortaya çıkan, ara toplu taşıma türlerinden olan, araç paylaşım sisteminden ve Sakarya Üniversitesi Esentepe Yerleşkesi'nde bulunan öğrenci ve çalışanların bu sisteme yaklaşımlarının değerlendirilmesi için yapılan anket ve sonuçlarından bahsedilmiştir. Anket, 206 öğrenci, 28 idari personel, 65 akademik personel olmak üzere toplam 299 kişiye yapılmıştır. Anket sonuçlarına göre, hem başkasının aracına binme, hem de başkasını kendi aracına alma konusunda olumlu yaklaşımlar olduğu görülmektedir. Öğrenci, idari ve akademik personelin yaklaşık %70'i başkasının aracına binmeyi kabul etmektedir. Başkasının aracına binmede en etkili neden tanıdık olmasıdır, ekonomik olması nedeni onu takip etmektedir. Ancak başkasını kendi aracına alma konusunda durum biraz farklı olmuş, öğrencilerde %70 olan bu oran %100'e çıkmış, akademik personelde ise %70 oranında kalmıştır. Olumsuz yaklaşımların en önemli nedeni ise güvensizliktir. Bu uygulamanın uygulanabilmesi için ilk önce çalışanlara ve öğrencilere konu ile ilgili bilgi verilmeli, sistemin faydaları anlatılmalıdır. Böylece sürekli yapılan okul yolculuklarında araçlardaki doluluk oranının artması sağlanarak, hava kirliliğinin, fazladan enerji ve kaynak tüketiminin, trafik tıkanıklığının azalması sağlanabilir.

## Kaynaklar

- Agatz, N. ve diğ. (2011) Dynamic Ride-Sharing: A Simulation Study in Metro Atlanta, Transportation Research Part B, 45,1450-1464.
- Beroldo, S. (1990) Casual Carpooling in the San Francisco Bay Area. Transportation Quarterly, 133-150.
- Chan, N. and Shaheen, S. (2012) Ridesharing in North America: Past, Present, and Future, Transport Reviews, Vol. 32, No. 1, 93–112.
- Correia, G. and Viegas, J. M. (2011) Carpooling and Carpool Clubs: Clarifying Concepts and Assessing Value Enhancement Possibilities Through a Stated Preference Web Survey in Lisbon, Portugal. Transportation Research Part A, 45, 81-90.
- Erel, A. ve Yüksel, H. (1997) Kentiçi Ulaşım Sorunlarının Çözümünde Talep Yönetimi”, Ulaşım ve Trafik Kongresi, 53-60, Ankara.
- Erel, A. ve Yüksel, H. (1998) Ulaştırımda Talep Yönetimi ve Ülkemizde Uygulanabilirliği, 4. Ulaştırma Kongresi, Denizli, 13-24.
- Ferguson, E. (1997) *The Rise and Fall of The American Carpool: 1970-1990*, Transportation, 24, 349-376.
- Garlin, T. (2007) Travel Demand Management Targeting Reduced Private Car Use: Effectiveness, Public Acceptability and Political Feasibility. Journal of Social Issues, Vol:63, No:1, 139-153.
- Giuliano, G. and Wachs, M. (1991) Responding to Congestion and Traffic Growth: Transportation Demand Management [online], UCTC No. 86, 1991, The University of California, University of California Transportation Center, <http://www.uctc.net/papers/086.pdf>
- Görçin ve diğ., (2012) İstanbul Teknik Üniversitesi'nde Araç Paylaşımının Mevcut Durumu ve Bu Konuya Yaklaşımın Değerlendirilmesi. Mühendislik Tasarım Projesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- Günay, B. ve diğ. (2011) Gelişmiş Ülkelerdeki Kurumlar Yolculuk Planı Uygulamaları ve Türkiye'deki potansiyel, Transist 2011, Ulusal Toplu Ulaşım Sempozyumu ve Sergisi Aralık, İstanbul.
- Hatipoğlu, S. (1999) Ulaşım Problemlerinin Çözümüne Yönelik Bir Strateji: Taşıt Paylaşma Programları. 2.Ulaşım ve Trafik Kongresi-Sergisi, TMMOB Makine Müh. Odası, Ankara Şubesi, Bildiriler Kitabı, s. 374-381, Ankara.
- Kozalı, B. (2014) Ulaşımda Talep Odaklı Yaklaşım:Yolculuk Talep Yönetimi, Journal of Life Economics DOI : 10.15637/jlecon.201416990, Ocak, 2014.
- Mahmood, M. ve diğ. (2009) Traffic Management System and Travel Demand Management (TDM) Strategies: Suggestions for Urban Cities in Bangladesh. Asian Journal of Management and Humanity Sciences, 4 (2-3), 161-178.
- Vanoutrive, T. ve diğ. (2012) What Determines Carpooling to Workplaces in Belgium: Location, Organization or Promotion? Journal of Transport Geography, 22, 77-86.
- Willson, R. ve Shirazi, E. (1991) Transportation Demand Management: Implications of Recent Behavioral Research [online], UCTC No. 29, The University of California, University of California Transportation Center, <http://www.uctc.net/papers/029.pdf>