



TMMOB

İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI

9. ULAŞTIRMA KONGRESİ

16 - 18 Mayıs 2011

SÜRDÜRÜLEBİLİR ULAŞTIRMA

Yıldız Teknik Üniversitesi Oditoryumu / Beşiktaş - İSTANBUL

DÜZENLEYEN:

TMMOB İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI İSTANBUL ŞUBESİ



**TMMOB
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI
İSTANBUL ŞUBESİ**

Halaskargazi Cad. No: 9/1 Harbiye 34373 İSTANBUL

Tel: (0212) 248 36 42 - 219 99 62 - 63

Faks: (0212) 232 09 12

E-posta: imo@imoistanbul.org.tr

Web: www.imoistanbul.org.tr

ISBN: 978-605-01-0109-6

İMO YAYIN NO: E/11/02

BASKI TARİHİ: Mayıs 2011

Baskı ve Hazırlık:

M MAYA BASIN YAYIN MATBAACILIK SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.

İshakpaşa Cad. Kutlugün Sok. No: 9 Sultanahmet-İstanbul

Tel: (0212) 638 64 08 **Faks:** (0212) 638 64 09

E-posta: grafik@mayadergi.com

9.ULAŖTIRMA KONGRESİ

DÜZENLEME KURULU

PROF. DR. GÜNGÖR EVREN
PROF. DR. ERGUN GEDİZLİOĞLU
PROF. DR. ZERRİN BAYRAKDAR
DOÇ. DR. İSMAİL ŖAHİN
REZAN BULUT
FUNDA KILINÇ SUVAKÇI

BİLİM ve DANIŖMA KURULU

DR. İSMAİL HAKKI ACAR
PROF. DR. EMİNE AĞAR
DOÇ. DR. PERVİZ AHMETZADE
DR. ATAKAN AKSOY
İNŖ. Y. MÜH. ATILA ALPÖGE
DR. CUMHUR AYDIN
DOÇ. DR. ELA BABALIK
PROF. DR. REŖAT BAYKAL
PROF. DR. ZERRİN BAYRAKDAR
PROF. DR. YÜCEL CANDEMİR
DOÇ. DR. HALİM CEYLAN
DOÇ. DR. OSMAN NURİ ÇELİK
DOÇ. DR. HİLMİ BERK ÇELİKOĞLU
Y. MİMAR OKTAY EKİNCİ
PROF. DR. CÜNEYT ELKER
Y. DOÇ. DR. OSMAN KAAN EROL
Y. DOÇ. DR. NEVZAT ERSELCAN
PROF. DR. GÜNGÖR EVREN
PROF. DR. ERGUN GEDİZLİOĞLU
PROF. DR. HALUK GERÇEK
Y. DOÇ. DR. ILGIN GÖKAŖAR
CEMAL GÖKÇE (İMO)
DR. MERİÇ HATİCE GÖKDALAY
PROF. DR. RAHMİ GÜÇLÜ

H.SERDAR HARP (İMO)
PROF. DR. ZEKİ HASGÜR
PROF. DR. MUSTAFA ILICALI
PROF. DR. AYHAN İNAL
PROF. DR. MUSTAFA KARAŖAHİN
DOÇ. DR. YETİŖ ŖAZİ MURAT
İNŖ. Y. MÜH. METE ORER
DOÇ. DR. KEMAL SELÇUK ÖĞÜT
ŖEHİR Y. PLANCISI ERHAN ÖNCÜ
HALUK İBRAHİM ÖZMEN (DLH MARMARAY
BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ)
PROF. DR. MEHMET SALTAN
DOÇ. DR. ELİF SERTEL
DOÇ. DR. İSMAİL ŖAHİN
PROF. DR. MEHMET TANYAŖ
PROF. DR. ERGİN TARI
DOÇ. DR. SERKAN TAPKIN
Y. DOÇ. DR. AZİME TEZER
DOÇ. DR. Y. İLKER TOPÇU
PROF. DR. FÜSUN ÜLENGİN
PROF. İRFAN YAVAŖLIOL
PROF. DR. NADİR YAYLA
PROF. DR. YALÇIN YÜKSEL

İMO 42. DÖNEM YÖNETİM KURULU

H. Serdar HARP - Başkan
Alaettin DURAN - II. Başkan
Levent DARI - Sekreter Üye
Züber AKGÖL - Sayman Üye
D. Galip KILINÇ - Üye
Metin KORKMAZ - Üye
Şükrü ERDEM - Üye

İMO İSTANBUL ŞUBESİ 42. DÖNEM YÖNETİM KURULU

Cemal GÖKÇE - Başkan
Temel PİRLİ - Sekreter Üye
Nusret SUNA - Sayman Üye
İsmail UZUNĞOLU - Üye
Müfit BEŞER - Üye
Özkan ŞENGÜL - Üye
E. Füsun SÜMER - Üye

SPONSORLAR:

RESMİ SPONSOR:



ALSİM ALARKO SAN. TES. VE TİC. A.Ş.

DESTEKLEYEN SPONSORLAR:



OUTIMEX İNŞAAT VE YOL GÜVENLİĞİ
EKİPMANLARI SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.



EMAY ULUSLARARASI MÜHENDİSLİK
MÜŞAVİRLİK VE TİCARET LTD. ŞTİ.



GÜLSAN ŞİRKETLER GRUBU

SPONSORLARA KATKILARINDAN DOLAYI TEŞEKKÜR EDERİZ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	VII
SUNUŞ	IX
Ekolojik Çağın Eşiğinde Ulaşım Atila ALPÖGE	1
Sürdürülebilir Ulaşım: Devlet Bunun Neresinde? Erhan ÖNCÜ, Ayça ÖNCÜ YILDIZ	15
Antalya’da Sürdürülebilir Ulaşım İçin Bisiklet Planı Ayça ÖNCÜ YILDIZ, Sevcan ATALAY	29
Bisikletle Bütünleşik Kentiçi Ulaşım Planlaması ve Yerel Yönetimlerin Uzmanlığının Geliştirilmesi Burhan KOCAMAN, Şefik ELBEYLİ	47
Yaşanılabilir Yerel Yönetimler Olabilmek İçin ‘Kentiçi Sürdürülebilir Bisiklet Ulaşımı Projesi’ İlgaz CANDEMİR	59
Sıvılaştırılmış Atık Araç Lastikleri ile Modifiye Edilmiş Bitümlü Bağlayıcının Reolojik Özellikleri ve Marshall Stabilitesi Osman Nuri ÇELİK, Neslihan ATASAĞUN, Abdullah TAŞCI, M. Ali LORASOKKAY	71
Modifiye Katkı Maddelerinin Mastik Asfalt Kıvamınlığı Üzerindeki Etkileri Mehmet Tahir DENİZ, B. Kadri EREN, Aydın TOPCU, Seyit Ali YILDIRIM	81
SBS+CR Modifiyeli Bitümün Yüksek Sıcaklık Performansının İncelenmesi Baha Vural KÖK, Mehmet YILMAZ, Necati KULOĞLU	93
Mekansal Çok Ölçütlü Karar Analizi: Ulaştırma İçin Güzergah Seçenekleri Doğukan TORAMAN, Hande DEMİREL	105
Kentiçi Ulaşım Planlamasının Siyasallaşması Sorunu: Konya Kentinin Son 10 Yılına Damga Vuran Katlı Kavşaklar ve Yaya Üst Geçitleri Mehmet Çağlar MEŞHUR, Osman Nuri ÇELİK	117
Kentiçi Ulaşım Ağı Bağ Maliyet Fonksiyonlarının Geliştirilmesi Halim CEYLAN, Hüseyin CEYLAN, Özgür BAŞKAN, Cenk OZAN, Soner HALDENBİLEN	127
Sürdürülebilir Ulaşım Kavramı Üzerine Tartışmalar Hermann KNOFLACHER, Ebru Vesile OCALIR	141

Sürdürülebilir Ulaşım Politikalarının İnsanların Davranışına, Huzuruna ve İlişkilerine Etkileri İsmail Hakkı ACAR, Melodi Simay ACAR	151
Sakin Şehirlerde Ulaştırma Problemleri ve Çözümleri: Sürdürülebilirlik Bağlamında Seferihisar Örneği Mustafa Sinan YARDIM, M. Tunç SOYER, Bülent KÖSTEM, Mustafa GÜRSOY	161
Sürdürülebilir Ulaşım – Kent Biçimi İlişkisi Esin Ö. AKTUĞLU AKTAN	173
Sürdürülebilir Ulaştırmada Proje Değerlendirmesinin Önemi Sibel CANDAN	187
Otoyollarda Kaza-Arızaların Algılanması için Yapay Sinir Ağı Tekniği: İstanbul Çevreyolları Örneği Sencer OKTAV, İsmail ŞAHİN	201
Webster Modeline Ait Parametrelerin Gecikme Üzerindeki Etkisinin Faktöriyel Tasarım Yöntemi İle İncelenmesi Ali Payidar AKGÜNGÖR	211
Kaliteli Bir Toplu Taşıma Sistemi Nasıl Olmalıdır, Münih Örneği Oytun ARSLAN	219
Kentiçi Otobüs İşletiminde Sefer Çizelgeleme Optimizasyonu Alper DERİ, Mustafa ÖZUYSAL, Umay UZUNOĞLU KOÇER, Pelin ÇALIŞKANELLİ	233
Avcılar – Söğütlüçeşme Metrobüs Sisteminin İşletim Özelliklerinin İncelenmesi İsmail ŞAHİN, Deniz ORHAN, Serdar IŞIK	245
“Taksim - 4. Levent” Hattı’nın, “Şişhane - AOS” Hattı’na Dönüşümü Esnasında Karşılaşılan Zorluklar ve Geliştirilen Çözümler Yalçın EYİGÜN, Yavuz DELİCE	257
İstanbul’daki Kentiçi Raylı Sistemlerde Hat Bakımı ve Maliyeti Zübeyde ÖZTÜRK, M. Nesih DEMİRDAĞ	269
Tramvay Hatlarında Gömülü Ray Sisteminin Titreşime Etkisi Zübeyde ÖZTÜRK, Veysel ARLI, Sabahat T. KİREMİTÇİ	279
Derince-Ambarlı Ro-Ro Hattı İşletme Maliyet Analizi Üzerine Bir Değerlendirme Metin ÇANCI, Emine BAYBURT, Gülşen TESLİME AYDIN	291

ÖNSÖZ

Ulaştırma konusu yaşamımızın önemli parçalarından birini oluşturmaktadır. Toplumsal yaşamdaki gelişmelere paralel olarak toplumun, ekonomik ve sosyal yapısı ulaştırma sistemlerinin belirlenmesini de önemli ölçüde etkilemektedir. Bu noktada hızlı kentleşme, sanayileşme, göç ve nüfus artışı yeni bir sosyal ortamın oluşmasına da katkı sağlamaktadır.

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

Bu kapsamda, ulaşım sistemleri bir bütün olarak ülkemizin ve kentlerimizin genel yapısını etkilemiş; sosyal, siyasal, ekonomik, çevresel, ekolojik ve kültürel dinamikleri de önemli ölçüde harekete geçirmiş, ulaştırma sisteminin belirlenmesinde yönetici tercihlerinin payını oldukça artırmıştır.

Karayolu ulaştırmasına bağlı olarak gelişen ulaştırma sistemimiz, giderek dışa bağımlılığı arttırdığı gibi, her geçen gün yaşam alanlarını daha da tüketmiş, yaşam kalitesini düşürmüştü, yeni çevre problemlerinin ortaya çıkmasına da katkı sağlamıştır. “**Ulaştırmada sistem bütünlüğü**” konusunda bugüne kadar son derece önemli çalışmalar yapılmış, Odamız ve Şubemiz de bu alanda yapılan çalışmalara öncülük etmiştir.

Bu bağlamda İnşaat Mühendisleri Odası tarafından yapılan **Ulaştırma Kongresi**’nin dokuzuncusunu, **16-17-18 Mayıs 2011** tarihinde düzenliyoruz. Odamız adına düzenlediğimiz “**9.Ulaştırma Kongresi**”nin ana teması “**Sürdürülebilir Ulaştırma**”dır.

Bugün ülkemizde ve kentimizde yapılan ulaştırma yatırımları; plan hükümlerine ve sürdürülebilir gelişme ilkelerine aykırıdır, çocuklarımızın yaşam kalitesini önemli ölçüde sorun haline getirdiği gibi, gelecek kuşakların yaşam alanlarını da daraltmaktadır.

İstanbul’un kuzeyine **üçüncü bir köprünün yapılması**, Boğazı deniz altından birleştirecek ve içinden sadece motorlu araçların geçeceği “**Tüp Tünel**” projesi ve İstanbul’un kuzeyini yapılaşmaya açacak olan **Kanal projesi**, İstanbul’u yeni bir göç baskısı altına alacak, İstanbul’un nüfusunu **25** milyona, Trakya’nın nüfusunu **45** milyona çıkaracaktır. Açıkçası yaşanmaz bir İstanbul ve yaşanamaz bir bölgenin ortaya çıkmasına neden olacaktır.

Altını çizdiğimiz bu ve benzeri projeler; kentleşme ve **sürdürülebilir ulaşım** ilkelerine aykırıdır. Varolan planlarda yeri olmayan, fizibilite çalışmalarının yapılmadığı, toplumsal fayda ve kamu yararı bakımından İstanbul’a ve ülkemize büyük bir yük getirecektir.

Açıkçası “**Ulaştırma alanında yapılan yatırımların; araçların taşınmasına göre değil, insanların erişimlerini kolaylaştıracak şekilde yapılması sağlanmalıdır. Kent mekanları otomobiller için değil, insanların kullanımına göre düzenlenmelidir.**” öngörüsü, sürekli olarak gündem dışı tutulmuştur.

Böylesi bir ortamda Odamız adına düzenlediğimiz “**9.Ulaştırma Kongresi**”nin ana konusunun “**Sürdürülebilir Ulaştırma**” olması, 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 halkasıdır.

Bu kapsamda, “**9.Ulaştırma Kongresi**”nin gerçekleştirilmesinde emeği geçen düzenleme kurumumuzun sayın üyeleri başta olmak üzere; bilim kurulu üyelerine, kongremizi bildirileriyle zenginleştiren değerli katılımcılara, ayrıca; maddi ve manevi desteğini esirgemeyen tüm kurum, kuruluş ve kişilere en içten teşekkürlerimizi sunuyoruz.

Cemal GÖKÇE
TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası
İstanbul Şube Başkanı

SUNUŞ

İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi'nin düzenlemekte olduğu, başlangıcı 1974'lere uzanan "Ulaştırma Kongresi" etkinliklerinin 9.su 16-18 Mayıs 2011 tarihlerinde gerçekleştirilecek. Bu gelişmeden Odamız adına kıvanç duyuyoruz.

Yaşamakta olduğumuz geçmişten bugüne yoğunlaşarak gelişen ulaştırma sorunları böyle bir kongrenin gerekliliğini ve anlamını açıklıkla ortaya koymaktadır.

Geçmiş kongrelere bakıldığında, üzülen görüyoruz ki, yanlış yatırım kararları hiç eksik olmuyor. Dolayısıyla, zorunlu olarak, yanlışlıkların önlenmesine yönelik çabalar öne çıkmaktadır. Çünkü, İstanbul'da yapılmış, ihale edilmiş ya da yapım kararı alınmış **karayolu tünelleri, 3.Köprü, Boğaz Karayolu Tüneli** gibi plan stratejilerine ve plan kararlarına aykırı yatırımlar, sorunları çözmek yerine ağırlaştıracaktır. Üstelik bu olumsuzluklara ek olarak kısıtlı kaynaklarımız heba olacaktır. Bu koşullar altında, belirtilen yanlış yatırım ve eylemlere karşı çıkmanın önceliği açıktır. Bu yanlış yatırımları eleştirme ve engellemeye çalışma tavrı, sorumlu yönetimlerce sadece yapılanlara karşı çıkmak, ama çözüm önermemek şeklinde ifade edilmektedir. Bu tür yorumların sahipleri, bilinçli olarak haksızlık etmekte ve esas olarak konuyu saptırma amacını gütmektedirler. Çünkü, Kongre Bildiri Kitapları incelenirse görülecektir ki, sunulan bildirimlerde ve tartışma sürecindeki katkılarda, dünyadaki gelişmelerden başarılı örnekler yer verilmekte, ülkemizin ulaştırma sorunları bilimsel olarak çözümlenmekte, doğru ve gerçekçi çözümler önerilmektedir. Köklü çözümün gerçek bir planlı gelişme olduğu, plan dışı uygulamaların çözüm şöyle dursun sorunlara yeni sorunlar ekleyeceği vurgulanmaktadır. Ne var ki, planları hazırlayanlar plan dışı uygulamalarda ısrar etmektedirler. Bunun sonucunda kongrelerimizde yanlış uygulamalara karşı çıkmaya devam edilecek, fakat aynı zamanda sorunların doğru çözümleri gösterilecek, planlı gelişme savunması sürdürülecektir.

9. Kongre'de de, yukarıda belirtilen anlayış doğrultusunda, başarılı dünya uygulamalarından örnekler verilecek, yanlış uygulamalar eleştirilecek ve insanı, onun refah ve mutluluğunu öne çıkaran çağdaş ulaştırma politikaları dile getirilecektir. Bu amaçlar doğrultusunda yapılmış çalışmalarda bilimselliği gözetmedeki titizlik özenle sürdürülecektir.

9. Ulaştırma Kongresi'nin öne çıkarılan konusu, "**sürdürülebilir ulaştırma**"dır. Çağrılı konuşmalar başta olmak üzere birçok bildirimde bu konu ele alınmıştır. Kongre sonundaki "**Forum**" da ülkemizde ulaştırma yatırımlarında ve uygulamalarında **çevre açısından bilinç ve duyarlılık yetersizliği** konusu üzerinde tartışma açılacak ve bu tartışmalardan dersler çıkarılmaya çalışılacaktır.

Kongre'de, üçü çağrılı olmak üzere 28 bildiri sunulacaktır. Ayrıca üç poster bildiri yer alacaktır. Bildirilerin sunulması ve forum sürecinde yararlı ve canlı tartışmaların olmasını bekliyoruz. Çünkü bu sayede konuların daha derinliğine inilebilmesi ve netleştirilmesi sağlanabilmektedir. Bu nedenle kongre sonrasında tartışmaların kitaplaştırılması uygulamasını önemsemekteyiz.

Yukarıdaki düşünceler ve saptamalar doğrultusunda, 9. Ulaştırma Kongresi'nin başarılı geçmesini, ülkemize yararlı olmasını diliyoruz, değerli katkıları için, Bilim Kurulu üyelerine, bildiri sahiplerine, oturum başkanlarına ve Ulaştırma Kongrelerine yönelik eksilmeden süren çabaları için İMO İstanbul Şubesi Yönetim Kurulu'na içten teşekkürlerimizi sunuyoruz.

9. Ulaştırma Kongresi Düzenleme Kurulu

Ekolojik Çağın Eşiğinde Ulaşım

Atila ALPÖGE

Öz

Ulaşım, “modernite”nin son derecede önemli bir aracı oldu ve ekonomik yapının başta gelen hizmetkârlığı rolünü yükledi. Bir yandan mesafeleri zaman bakımından kısalttı, öte yandan da mekân kavramını çok genişletti. Ancak bugün, modernitenin bir çıkmazda olduğu görülüyor. Ekolojik dengeler aşırı ölçüde bozulmuş ve doğal kaynaklar sorumsuzca sömürülmüş durumda. Bu böyle sürüp gidemeyecek. Modernite dönemi bitiyor. “Ekolojik çağ” denebilecek bir çağın eşiğindeyiz artık. Bu çerçevede ekonomik yapı, değer sistemleri ve yaşam biçimleri radikal olarak dönüşüm yaşayacak. Bu oluşumdan ulaşım da şiddetle etkilenecek. Bu değişime hazırlanmak gerekiyor. Ancak değişimin kilit taşı sokaktaki insan, halk, kamuoyu. Dönüşümü onlar günlük yaşamlarında ciddi tavır değişikliği yaparak gerçekleştirecekler. Ama alışkanlıklardan sıyrılmak hiç de kolay değil. Ulaşım uzmanına düşen yeni görev hem kendini bu değişime hazırlamak, hem de sokaktaki insanın dönüşümüne yardımcı olmak. Diğer mesleklerle kenetlenecek, (bildirinin ekinde görüleceği gibi) hızlı gelişmelerin yaşandığı dünyaya açılacak, kamuoyuyla bütünleşecek, “örgütlü toplum” kuruluşlarını güçlendirme yollarını bulacak ve bu amaçlara hizmet edecek mekanizmalar oluşturacak. Ancak uzman kişinin bu stratejiyi tek başına yürütmesi olanaklı değil. Bu nedenle de İnşaat Mühendisleri Odası’na hayli ciddi sorumluluklar düşüyor.

Anahtar sözcükler: Ulaşım, Ekoloji, Modernite, Toplumsal dönüşüm, İklim ısınması, Kamuoyuyla Bütünleşme.

Giriş

1974’te elbirliği, gönül birliği içinde kenetlenen sekiz meslek odası (İnşaat, Elektrik, Makine, Gemi, Gemi Makineleri İşletme, Kimya, Ziraat Mühendisleri Odaları ve Mimarlar Odası İstanbul Şubeleri) “ilk” olduğu daha sonraları kabul edilen İstanbul Ulaşım Kongresini düzenlemişti. Kongre İstanbul Belediye Başkanı Ahmet İsvan’ın açılış konuşmasıyla 8 Mayıs’ta başladı. Bugün, o eski olayı planlamış (ya da daha sonra İstanbul’da, İzmit’te, Dünya Çevre Günü’nde benzeri girişimlerde yer almış) olan seçkin takımın inanç ve heyecan dolu nefesini hisseder, gözlerindeki gururlu parıltıyı görür gibiyim. Örneğin Saime Kalkay’ı, Selçuk Esen’i, Teodoros Maçi’yi, Yücel Gürsel’i, Alaettin Anahtarcı’yı, Yavuz Bayülken’i, Mete Akalın’ı... Adlarını sıralayamadığım öteki dostlar beni hoş görsünler. Tarihi bir olgunun mimarı olan bu arkadaşları sevgi ve özlemle kucaklamak isterim. Ancak hemen bir açıklama yapayım. Bu sözleri “Ah eski günler”li özlem edebiyatı içinde söylemiyorum. Tersine “ilk kongre”nin bizlere bıraktığı deneyimden yararlanıp bugüne ışık tutmaya çalışıyorum.

1974’teki Eşik

Birinci kongre tarihi bir aşamada ortaya çıkmıştı. Ülkede otomotiv endüstrisi ayaklarının üstünde yükselme noktasına gelmişti. Ekonomiye ve toplumsal yaşama damgasını vurma, ulaşım politikasını belirleyecek ağırlığı kazanma ve “toplum mühendisliği” yöntemleriyle otomobil sahipliğini patlatma konumuna varmıştı. Öte yandan da, ülkede ulaşım alanında uzmanlaşmış, uzmanlaşmaya

gönül vermiş, alternatif bir politikanın savunusunu yüklenmiş bir kadro ortaya çıkıyordu. İki kesim arasında ilân edilmemiş bir gerilim doğmuştu. Nitekim kongrenin düzenleniyor olmasından rahatsız olan otomotiv endüstrisinin bazı temsilcileri endişeyle bir araya gelmiş, “Bu gelişmeye ne gibi tavır alacağız?” diye uzun uzun tartışmışlar ve kongreye katılıp ağırlık koymaya çalışmışlardı.

Bu noktada “Somut sonuç ne oldu? Kongrenin çıktıkları nedir?” diye sormamız gerekiyor. Bir yandan, çok önemli bir başarı var ortada: Bu kongre sayesinde ulaşım alanındaki ilgili, yetenekli kişiler bir araya geldiler, birbirlerini tanıdılar ve uzmanlaşma hızlandı. Ayrıca girişim İstanbul’daki ve Ankara’daki belediye başkanlarının cesur, olumlu ve tarih yaratan bazı girişimlerini cesaretlendirildi. Ama bu tablonun bir de hayli karanlık bir tarafı var: Uzmanların ısrarla dikkat çektikleri (“köprüler tuzağı”, “petrole aşırı bağımlılık”, “ulaşım projelerinin yalnızca belli bir kesime hizmet götürmesi” gibi) bazı tehlikeler ulaşım politikamızın belkemiği oldu. Ülkede bugün yaşadığımız perişanlığa böylesi bir sürecin sonunda vardık ve ilk kongrenin yaklaşımını ciddiye almayı beceremeyen Türkiye akılcı bir ulaşım ortamı yaratmada büyük fırsat kaçırdı.

2011 - Yepyeni Bir Eşik

Bugün gene tarihi bir eşğin önündeyiz. Daha dramatik bir eşik... Nedir bu eşik?

Şu andaki kongremizin özel konusu, canlı varlıklarla çevreleri arasındaki dengenin yaşamsal tehlike yaratır ölçüde bozulmuş olması ve bu nedenle hızla alınması gereken önlemlere ulaşım açısından yaklaşmak. Kongre “ekolojik” bir çizgiye oturmuş durumda. Bu çizgi, şimdiye kadar deneyimini yaşamadığımız ölçüde geniş kapsamlı bir çerçeve belirliyor. Ağır sorunlar taşıyan bu çerçevenin üç ayrı boyutu var.

Bir: “Mekân boyutu”. Genelde alışık olduğumuz türden noktasal ya da çizgisel araştırma ve mühendislik projelerine benzeyen, mekânı sınırlı olan bir konu ile karşı karşıya değiliz. Ekolojik yaklaşım, olabilecek en geniş kapsamda, küresel boyutta düşünmeyi gerektiriyor. (Örnek: Yukuşuma depreminin yarattığı tahribat sonunda Japon otomotiv endüstrisinin yedek parça üretme kapasitesinin çok sınırlı kalması ve dünya boyutunda otomobil üretiminde azalma.) Dünyanın bütünlüğünü kucaklayan bu çizgiyi kavşak sorunları, güzergâh projeleri ve benzeri boyutlarla sınırlama olanağı yok.

İki: “Zaman boyutu”. Genelde ulaşım projelerine kısa vadeli (neredeyse günlük, haydi bilemediniz 5–10 yıllık) perspektiflerle yaklaşıyoruz. Oysa ekolojik endişe karşımıza 20, 30 yıllık bakış açısı çıkarıyor. (Örnek: petrol yataklarının 20–30 yıl sonraki isteme yanıt veremeyecek düzeyde olmasının sonucunu bugünden düşünmek gerekiyor.)

Üç: “Çok boyutluluk”. Yukarıda değindiğim iki boyutu ele alırken ulaşım plancılığının, trafik mühendisliğinin ya da ulaşım işletmeciliğinin sınırlı dünyasının ötesine gidip çok-disiplinli davranmaya zorlanıyoruz. Çünkü üst üste yığılmış, iç içe girmiş sorun paketleri ile karşı karşıyayız. Bu nedenle de ekonominin ötesinde sosyolojiye, felsefeye, kültür politikalarına, toplumsal davranışlara vb. yanaşmak zorundayız.

Buraya Nasıl Geldik?

Bilim insanlarının ciddi endişelerle ve çok ivedi önlem alınmasını belirterek sözünü ettikleri “ekolojik bunalım” a nasıl geldik? İnsanlık son 200–250 yıl içinde önemli gelişmeler, köklü değişimler, yepyeni bir ekonomik yapı, bambaşka bir yaşam biçimi ve değer sistemleri yarattı. (Bu oluşumu

kısaca “modernite” diye anacağım.) Modernite teknikte ve bilimde olumlu atılımlara, baş döndürücü başarılarla imza attı. Ama (doğal kaynaklardan, kişilere ve uluslara kadar uzanan bir perspektifte) derin bir sömürüyü de gerçekleştirdi. Reklamcılık ve pazarlamacılık tekniklerinden yararlanan usta “toplum mühendisliği” uygulamalarıyla tüketimi (sırf tüketmiş olmak için yapılan “yapay tüketimi”) durmadan pompalayarak yepyeni (ama uyduruk ve yüzeysel) gereksinimler yarattı. Bu da ekonominin, kalkınmanın, büyümenin temeli, manivelası, aleti oldu. Savurgan bir kaynak tüketimine ve sömürüsüne neden olarak...

Böylece sınırsız olduğu sanılan dünyanın sınırlarına varıldı, ekolojik bunalımın içine girildi. Durmadan saldıığımız sera gazları nedeniyle küresel ısınma çıktı ortaya, iklim değişikliği belirdi. Bu olgunun sonucu olarak yüksek dağlardaki ve kutuplardaki buzullarda erime başladı. Deniz düzeyleri yükseliyor. Tarım alanlarında çölleşme ve su kaynaklarında azalma gözlemleniyor. Orman alanları daralıyor, hayvan türleri yok oluyor. Hava ve su kirliliği ciddi can kayıplarına neden oluyor. Çeşitli doğal kaynaklarda (özellikle petrol ve benzeri fosil yakıtlarda) tıkanma noktasına yaklaşıldı. Petrole alternatif olsun diye bitkilerden yakıt üretme telaşı tarım ve beslenme sistemlerini allak bülak etti. Öte yandan, bu olgular ağır toplumsal sonuçlar yarattı. Fakirlik ve açlığın şiddetlendiği gelişmemiş ülkelerden kuzeye doğru büyüyen göç hareketleri belirdi. Bu olgu da kuzey ülkelerindeki ırkçı ve ayrımcı eğilimleri kamçılıdı. Enerji, su ve tarımsal ürün kaynaklarında belirecek büyük yetersizliklerin eşliğindeyiz. Durmadan artması istenen “yapay tüketim” nedeniyle kaynak gereksinimi de sürekli artıyor. Bu da toplumları ağır paylaşma sorunlarına, çalkantılara, büyük çaplı ve kanlı savaflara sürüklüyor, sürükleyecek.

Binlerce saygın bilim insanının ciddi endişeler içinde çizdiği bu tablo dünyanın geleceği için hayli karanlık bir görünüm çiziyor. Bir çıkmaz sokağa dalmışçasına dipteki duvara toslamaya doğru hızla koştuğumuz söyleniyor. Üstelik ekolojik boyutun da ötesinde bir uygarlık bunalımı söz konusudur, deniyor. Bir araştırmacı, (Hartmut Rosa) modernitenin en belirgin özelliklerinden birinin “durmadan hızlanma” (her şeyi giderek daha da hızlı yapma) olduğunu söylüyor. Bunun yarattığı girdap toplumsal etkinliklerin (savaş, iktidar vb. gibi) değişik alanlarını biçimlendirmiş, hudut tanımayan sömürüyü tetiklemiş, insan psikolojisinde tahribat yaratmıştır. Bütün bunların aynen sürüp gitmesine olanak yoktur. Modernite çağının üstüne bir perde kapanacaktır ve insanlık eninde sonunda “ekolojik devrim çağı” diye adlandırabileceğimiz yepyeni bir döneme, farklı bir ekonomik yapıya, değişik yaşam biçimlerine, alışık olmadığımız değer sistemlerine giriş yapacaktır.

Modernite Ve Ulaşım

Bu noktada “Ulaşımın bütün bunlarla ne ilgisi var?” sorusu akla takılabilir. İlgi elbette var, çünkü ulaşım olumlu ve olumsuz yanlarıyla modernitenin öz evladıdır. H. Rosa, 200 yıl içinde ulaşım hızının (atlı arabalardan jet uçaklarına ve hızlı trenlere geçişle) 60 kat artmış olduğunu söylüyor. Öte yandan ulaşmada zaman böylesine kısılırken kafamızdaki (“mahallemize, kasabamıza” dayalı) mekân kavramı da aynı ölçüde büyümüş ve neredeyse dünyanın bütünlüğünü kucaklamıştır. (Bir bakıma, küreselleşme denilen olgu bunun ekonomik boyutunu vurguluyor.) “Zamanın kısalması” artı “mekânın genişlemesi” denkleminde ulaşım temel rolü oynamıştır. Bu alandaki meslek sahipleri olarak bizlerin gerçek misyonu da, bu denklemi uygulamaya koymak, bu hedefe hizmet etmek olmuştur. Modernitenin isteyip dayattığı gereksinim ve ortamlara destek olduk. Otoyol projeleri geliştirerek, daha verimli kavşak tasarımları gerçekleştirerek, toplu taşıma ayrılmış yollar yaparak, hızlı tren projelerine imza atarak bu misyona hizmet ettik.

Bilimsel bulgular açıkça ortaya koyuyor ki, ulaşım iklim değişiminde etkili olmuş en önemli sektörlerden biridir. Isınmaya neden olmuş sera etkili gazların %23’ünün kaynağı ulaşımın. Bunda özel

otomobil kullanımının ve hava ulaşımının büyük payı var. Ulaşım, petrolün hızla tüketiliyor ve belinin durmadan artıyor olmasında da büyük rol oynuyor. Başka bir deyişle ulaşım, insanlığın yaşamaya başladığı bunalım dolu çıkmazı yaratan suçluların oturtulduğu iskemlelerden birinde, ön sırada sorgulanmayı bekliyor.

Eğer ulaşım ile modernite arasında böylesine işlevsel bir ilişki varsa ve şu anda, modernitenin son perdesini yaşamakta olduğumuz ileri sürülüyorsa, o zaman bizler ciddi bir sorunla karşı karşıyayız, demektir. Mesleklerimizin altındaki zemin sert bir depreme uğramış gibi sallanmaya başlamıştır. Geleceğin ulaşımı başka bir ortama, başka bir topluma hizmet ederse bizler nasıl bir tavır alacağız? Ne yapacağız? “Bana ne!” mi diyeceğiz? “Benden sonra gelecekler düşünsün!” kolaylığına mı kaçacağız? Yaşanacak radikal değişimde bizim ne gibi bir rolümüz olacak? İnsanlığı bekleyen derin tehlikeyi bildiğimize göre, acaba 1974’te olduğu gibi gene derdimizi anlatamayacak mıyız? Sonuçta, mevcut düzenin umursamaz davranışına seyirci mi kalacağız ve gene derin bir başarısızlığın içine mi düşeceğiz?

Geleceğin Beklentileri

Sayılsız bilimsel çalışmanın sergilediği tabloya göre, eğer akılcı, barışçı, dengeli, adaletli ve yaşamsal tehlikeleri yok etmiş bir gelecek isteniyorsa dünyamızın (başka özelliklerin yanında) şu tür nitelikleri de taşıyan bir yola (fazla gecikmeden) bugünden başlayarak girmesi gerekiyor: Fosil kaynaklı enerji (petrol ve benzerleri) kullanımını azaltmak... Sera gazı salımını hızla kısmak... Temiz enerji kullanımına büyük ağırlık vermek... Alternatif enerji kaynaklarına geçişi sağlamak... Enerji ve doğal kaynak tüketimini azaltan bir yaşam modeli geliştirmek...

Bu çizgideki bir gelişmenin günlük yaşama yansımada ise şöyle bir görünüm belirliyor: Otomobilin bireysel kullanımının azalması... Özel otomobilin rol ve işlevinin yeniden tanımlanması... Kent merkezlerine özel otomobil girişinin kısıtlanması... Otomobil tasarımında yeni çözümlere gidilmesi... Elektrikli otomobil... Hızlı tren... Tahsisli yollar... Tele-çalışma... Oto paylaşımı ve oto bölüşümü... (Bunların tanımları için Ek’e bakınız.) Bisiklet kullanımının (Hollanda’da, Paris’te ve diğer Avrupa kentlerinde olduğu gibi) cesaretlendirilmesi...

Olası değişimin bunlarla sınırlı kalmayacağı da söyleniyor. Otomotiv endüstrisinde daralma ve istihdam azalması yaşanırken, yatırımların “yeşil sektör” diye adlandırılan güneş ve rüzgâr enerjisine kayacağı, bu alanlarda önemli istihdam olacağı belirtiliyor. Bugünlerde büyük gelişim gösterdiği halde sera gazı salımı açısından çok kötü performansı olan havacılığın bir hayli zorlanacağı, uçak kullanımında durgunluk yaşanacağı da tahmin ediliyor. (Bunun turizm sektörü üzerinde önemli etkisi olabilir.) Belki de, daha kısa mesafeli kişisel yolculuk ve mal taşımacılığına öncelik veren bir toplumsal yapı çıkacak ortaya. Belki de, elektronik iletişimin ve bilişimin getirdiği yeni boyut bir yandan küresel bir mekânla bütünleşmeye olanak sağlarken, diğer yandan da fiziksel olarak daha sınırlı bir alanla (mahalleyle, kasabayla) yetinmeye yol açacak. Başka bir deyişle, “hareketlilik, mobilite” dediğimiz kavramı değişik bir biçimde algılamaya başlayacağız. Tüketim anlayışı değişecek, sermaye gruplarını pompalama amaçlı “yapay tüketim” azalacak ve kişiler daha gerçek gereksinimlerle yetinmeyi yeğleyecekler. Yani, yepyeni bir yaşam biçimi ve değerler sistemi gündeme gelmeye başlayacak.

Ulaşım olgusuyla (yani bizlerin mesleğiyle) yakın ilişkisi olan bu listeyi hayli uzatmak olası. Ama karşımızdaki gerçek sorun, bir bilim-kurgu ortamında “ileride şöyle olacak, böyle olacak” diye tahminlerde bulunmak değil, nasıl olacağını bugünden net olarak bilemeyeceğimiz bir geleceğe gecikmeden, geç kalmadan, söz ebeliğiyle zaman yitirmeden nasıl hazırlanacağımız...

Yöntem Ve Strateji Arayışı

Biliyoruz ki, karşımızdaki mesele tek boyutlu bir mesele değil. Yani söz konusu olan, teknolojik gelişmelere sırtımızı dayamakla, ya da çarpıcı mühendislik projeleri geliştirmekle yetinmek değil. Öte yandan karar mekanizmasını gözü kapalı olarak politikacıya bırakmaya devam etmek de yeterli değil. Çünkü politikacı bir yandan büyük sermaye güçlerinin etkisi (hatta kontrolü) altında, bir yandan da kamuoyunun ve seçim sisteminin kısa süreli, güncel tepkilerine bağlanmış durumda. Üstelik politikacı ulaşım alanındaki uzman görüşü fazla ciddiye de almıyor. Kendini bu alanda kısa yoldan kestirmeler yapabilecek yetenekte sanıyor. Büyük sermaye de değişimin motoru olmaya çok niyetli değil. Onları ilgilendiren değişimin düzenlerini bozmayacak ölçüde ve düşük hızda yürümesi. Sistemle bütünleşmiş olan basın da bu alanda önder rol almaya çok niyetli değil. Öte yandan unutmamak gerekir ki, toplumsal dönüşüm ve kişisel tavır değişiklikleri yönetimlerin tepeden inme alacakları ekonomik önlemlerle, çıkaracakları yasalarla ve yasaklamalarla gerçekleşmiyor. (Bunun en çarpıcı örneği, nüfus kontrolü politikasıdır. Kişilerin bu yaklaşımı, bu anlayışı benimsemesi olmadan hükümetlerin sayısız çabalarının ürün vermesi olası değildir.)

Aslında konu kamuoyunu, sokaktaki kişiyi bire bir ilgilendiriyor. Çünkü gündemde olan onların ve çocuklarının geleceğidir. İnsanlığın karşısına dikilmiş olan durumun faturasını (yasaklamalar, sıkıntılar, savaşlar, vb. gibi) her boyutuyla onlar ödeyecekler ileride. Ekolojik çağa geçişteki umursamazlıklar, gecikmeler ve yanlış politikalar onları etkileyecek. Bu bakımdan gerçekleşmesi gereken tarihi dönüşümün kilit taşı onlar. “Kamuoyu” diye adlandırdığım kesim hem ulaşım ile ilişkisini değiştirecek, hem de bilinçle ileri çıkıp rol alacak, geleceğe dönük yeni tercihlerini ortaya koyacak, sesini yükseltip baskı kuracak. Bu, kaçınılmaz bir zorunluluk olarak görünüyor. Nitekim dünyanın değişik köşelerinde halk kesimlerinin, sokaktaki insanın radikal bir dönüşüm ve değişim yolunda tavır almaya başladığını gözlemliyoruz.

Bununla birlikte, “toplum mühendisleri”nin pazarlama ve reklamcılık teknikleriyle ülkemizde büyük başarıyla yaratmış oldukları değerler sistemi ve yaşam biçimi yukarıda sözünü ettiğim çerçevenin tam tersi bir çizgide yer alıyor. Halkımız hâlâ “aç”. Burada “aç” sözünü “doymamış” anlamında kullanıyorum. Mevcut modernite modeline aç... “Modern” denilen yaşam biçimine aç... Yapay tüketime aç... Sınıf değiştirmeye aç... Otomobil sahibi olmanın getirdiği sanılan sınıfsal statü göstergesine aç... Muhafazakâr diye adlandırılan kesim bile moderniteyi kendince yorumlayıp kendine uygun bir “modern” yaşam biçimi oluşturma çabasında... Unutmamak gerekir ki, Başbakan son referandumdan birkaç hafta önce, bazı eleştirileri dile getiren büyük sermaye gruplarına yaptığı uyarıda bu olguyu vurgulamıştı. “Dikkatinizi çekerim.” demişti. “Unutmayın ki, bugün ülkede sermaye el değiştiriyor.” Bu yerinde vurgu resmi politikanın altyapısını kurduğu bir dönüşümün yaşanmakta olduğunu, muhafazakâr bir sermaye oluşumunun ve bunun öngördüğü yaşam biçimi ile değerler sisteminin kavgasının verildiğini ifade ediyor. (Pastadan öncelikle “ötekiler”in yerine “bizimkiler”in pay kapmasını sağlama politikası.) Yani ülkemizde şu anda çok başka bir dönüşüm yaşanmakta. Böyle bir ortam ise, yapay tüketim modasından sıyrılıp tüketimini başkalaştıracak, dönüşümü ana gündem maddesi yapacak, ekolojik endişeler taşıyacak bir kamuoyunun ortaya çıkmasını frenliyor. Dolayısıyla, altgeçitler yapmak, yeni yol açmak, kent merkezinde katlı otopark tesis etmek, Boğaz’da yeni köprüler oluşturmak ve benzeri uygulamalar olumlu girişimler gibi karşılanıyor.

Geleceğe dönük stratejileri harekete geçirip hızlandıracak, kilitlemiş ortamın kapısını açabilecek tek anahtar durumundaki “kamuoyu” şu anda, kendini şiddetle ilgilendiren dönüşüme hazır değilse, hatta “açlık” nedeniyle tam tersi çizgide yer alıyorsa ve ortamın koşulları ekolojik sorunları hafife almayı tezgâhlıyorsa ne yapmak gerekiyor? Örneğin meslek sorumluluklarımızın çerçevesi içinde bizler ne yapacağız? “Bu kaderimizmiş” diye oturup sorunların tepemize inmesini mi bekleyeceğiz? Dev sorunlar patlayınca mı (yangın söndürmeye koşan itfaiyeci gibi) devreye gireceğiz?

Derdi, Esas Dert Sahibine Sunmak

Yukarıdaki tablo 1974 ortamını anımsatıyor. Kısa vadeli çıkarların bilinci ve hesabı içindeki büyük sermaye... Bu ortamın çizdiği kalkınma ve gelişme modeliyle bütünleşmiş politik yapı... Özlem ve istemleri bu yönde oluşmuş kamuoyu... Öte yandan ulaşım alanındaki görüşlerinde haklı oldukları zamanla kanıtlanmış olan uzman kişilerin yalnızlığı ve önerilerinin çöpe atılmış olması... O yalnızlığı niye yaşadık? Böyle adlandırmak haksızlık olacak, ama “1974 başarısızlığı” diye adlandıracağım o durumu bugün yeniden mi yaşayacağız?

Modernite modelinin bütün ağırlığıyla egemen olduğu o ortamda elbette yalnızdık. Görüş ve önerilerimiz aykırı, hatta zararlı kabul ediliyordu. “Tehlikeli politik görüşler” taşımakla suçlanıyorduk. Bunu, işlerine gelmediği için, bizleri itmede, dışlamada bahane olarak kullandılar. Ancak bugün durum çok farklı. Ciddi bir şansımız var. Artık yalnız değiliz. Binlerce bilim insanının ve sayısız saygın kurumun (bazı çıkar kesimlerinin ve politikacıların direnmesine karşın) yüksek sesle haykırdığı, uyardığı, iteleyip zorladığı bir ortamdayız. Dünyanın çeşitli köşelerinde harekete geçmiş, sesini duyurup ağırlık koymuş ve giderek orada burada başarılı olmayı becermiş bir hareketlilik var. Gerçek anlamıyla evrensel bir “örgütlü toplum” hareketi... Tek çizgili değil, çok çizgili, renkli... Çoğunlukçu değil, çoğulcu ve demokrat... Bu hareket yukarıda “kamuoyu” diye adlandırdığım kitlere, size, bize, sokaktaki insana, halka yol gösteriyor, bilgi veriyor, onları uyarıyor ve harekete geçirebiliyor. Bu sayede toplum, dünyanın şimdiki düzende nereye gittiğinin bilincine yavaş yavaş varabiliyor. İçine itilmiş olduğu suskunluktan, “neme lazım”cılıktan sıyrılıyor. Politikacının küçük hesaplarından ve büyük sermaye gruplarının büyük çıkarlarından etkilenmeden düşünmeye başlayabiliyor. Kamuoyu “Konunun uzmanları ileri geri konuşup bilgiçlik taslasınlar, fetva versinler ve proje geliştirsinler.” deyip tembelce sırtını yaslamadan, dönüşüm yolunda taleplerde bulunuyor. Zorluyor. Yönlendiriyor ve hesap soruyor.

Artık yalnız değiliz. Arkamızda bulgu ve yargıları tartışılmaz konumdaki güçlü bir bilim dünyası var. Uluslararası kuruluşlar var. Bugünün çerçevesi yepyeni bir görünüm çiziyor bizlere. 1974’te anlatamadığımızı bugün sokaktaki insanın güncel gündemine ve yaşam savaşımına getirme şansını taşıyoruz. Ona ait olan bu derdi, onun kişisel meselesini, ailesinin ve çocuklarının geleceğini ona anlatma olanağımız var artık. Üstelik küçük kıpırdanmalar da görüyoruz. Ülkenin orasındaki burasındaki bazı yerel yönetimlerde ciddi bir uyanmayla karşılaşılıyor. Ve örneğin, özel otobüs işletmecileri bir araya geliyor ve örgütleniyor; toplu taşımacılığı geliştirmek için deneyim paylaşıyor, bilgi birikimi yaratıyor ve hizmet düzeyini arttırıcı girişimler başlatıyor.

Bir değişimin, bir dönüşümün ilk adımlarını atmak olası bugün. Yeter ki: kademe kademe, basamak basamak gelişecek bir strateji oluşturalım ve bir eylem programı başlatalım. Yeter ki,

1. Bizler, bireyler olarak, sözünü ettiğim köklü dönüşümün yaratacağı (nasıl olacağını şu anda bilemediğimiz) ulaşım düzenine yavaş yavaş kendimizi hazırlamaya başlayalım.
2. Gene bizler, bu alanda çaba gösteren meslektaşlar (konudaşlar) olarak birbirimizle kenetlenelim. Bir kenetlenme mekanizması kuralım, bunun araçlarını geliştirelim. Böylece karşılıklı öğrenme, deneyim bölüşme, bunları irdeleme ortamı yaratalım. Bu kenetlenmeyi diğer mühendislik, mimarlık ve plancılık alanındaki dostlara da açalım.
3. Şu anda hayli zayıf olan “örgütlü toplum” anlayışının ülkede güçlenmesine katkı sağlayalım. Bu çizgide fedakârca çaba gösteren (emeklerindeki inanca ve dirence hayran olduğumuz) küçük grupların büyüüp “Biz de varız!” demesine destek olalım.
4. Öte yandan dünyaya da açılalım. Yalnız olmadığımızı bilerek... Dünyanın öbür ucunda da aynı endişeleri yaşayan, bizim gibi telaşlanan kimselerin var olduğunu idrak ederek... Ve onlarla da elbirliği yapmanın bize de, onlara da, dünyaya da çok şey kazandıracağını unutmadan...

5. En önemlisi, “kamuoyu” ile, sokaktaki insanla kenetlenmenin yollarını da bulalım. Bilgiçlik taslamadan, yukarıdan bakmadan, “ben bilirim, dediğim dedik” havalalarına girmeden... Onlara kendilerini ifade olanaklarını sağlayarak ve onları dinlemeyi öğrenerek...

Sonuç

Sözlerimi, bu stratejiye örnek olacak, birkaç somut soru-öneriyle bitirmek istiyorum.

- Acaba Odamızın düzenlediği bu kongreleri (akademik ağırlık taşımanın yanında) “örgütlü toplum” kuruluşlarına, kamuoyuna, sokaktaki insana da açamaz mıyız? Kongrelerin bir günü, bir oturumu onların da katılabileceği ve görüş bildirip tartışmaya katılabileceği düzende olamaz mı? Öyle ki kongreler dizisi artık biraz da konunun esas sahiplerine açılsın ve onlara da el uzatsın. Ekolojik bir çağa onların da alın teri olmadan geçilemeyeceği düşüncesiyle.
- Diğer meslek odalarını ve onların üyesi arkadaşlarımızı bir projenin içinde toplayamaz mıyız? 1970’lerde hem ilk ulaşım kongresini düzenlerken, hem İzmit’te insana dönük ulaşım için buluşurken, hem Dünya Çevre Günü’ne ulaşım perspektifini getirirken yapmayı becerdiğimiz gibi.
- Geniş ve yaygın bir bilgi, belge ve deneyim paylaşımı ortamı ve ağı kuramaz mıyız? Elektronik iletişimin sunduğu olanaklara dayanarak. Öyle ki,
 - a) Birbirimizin ne yaptığını yalnızca iki yılda bir buluşmayla değil, günü gününe, sıcağı sıcağına izleyelim.
 - b) Birbirimizin deneyimlerini öğrenelim, onlardan dersler çıkaralım.
 - c) Elektrik ve makine mühendisi, mimar ve şehirci arkadaşlarımızın çalışmalarıyla da bütünleşelim.
 - d) Örgütlü toplum kuruluşlarıyla bilgilenme içinde olalım.
 - e) Başka ülkelerde olup bitenleri, gelişmeleri, girişimleri yakından gözleyelim.
 - f) Uluslararası düzeyde de açılım yaparak bu alanda çaba gösteren kurumlarla, örgütlü toplum kuruluşlarıyla iletişime geçelim.
 - g) Ve böylece oluşacak bilgi, deneyim, girişim hazinesini hem meslek kuruluşlarının üyelerine, hem kamuoyuna elektronik yolla (örneğin binlerce kişiye sık ve düzenli dağıtılacak (somut gelişme, deneyim, girişim ve uygulamaları objektif bir yaklaşımla duyuracak) elektronik bir bültenle ve sürekli güncel tutulan canlı, çekici bir siteyle) sunalım.

Unutmayalım, günümüzde elektronik iletişim çok güçlü bir araç oldu. Bilgiye kolayca ulaştıran, temas kurmaya ve öğrenmeye olanak sağlayan etken bir araç. Daha sağlıklı bir demokrasiye ışık tutan, kapalı kapılar arkasında kimin ve neyin yararına olduğu duyurulmadan oluşan politik kararları ortaya seren bir ortam. Anımsayacaksınız, 30 Kasım 1999’daki Seattle Dünya Ticaret Örgütü Toplantısı’nın toplandığı gibi sonuç üretmeden dağılmasında bu haberleşme rol oynadı. Aynı günün şaşırtıcı etkisi bugün Tunus, Mısır gibi ülkelerdeki değişimlerde de gözleniyor. Ya da Wikileaks olayında. Bu yepyeni haberleşme olanağını, ekolojik dönüşüme zemin hazırlama amacıyla, konunun her daldaki uzmanını ve kamuoyunu (yurt içi ve yurt dışı bağlantıları da devreye alarak) bütünleştirmede harekete geçirmemek için neden yok. Bu, hepimize düşen hem mesleki, hem de etik bir görevdir gibime geliyor. Ve elbette İnşaat Mühendisleri Odası’nın da bu görevden kendine çok ciddi bir pay alması gerekiyor.

Ek – Değişik Gelişmeler Ve Bazı Notlar (Bir Seçki)

Ekoloji, Baskı Grupları Ve Politikacı

Sera gazlarının ısınma yarattığını ileri süren bilginleri “uyduruk bilgi üretiyorlar” diye suçlayan Amerikan senatörlerinin seçim kampanyalarında bazı Avrupa firmalarından önemli para yardımı aldıkları saptandı. Sera gazı girişimlerine cephe almış olan firmaların arasında çimentocu Lafarge, kimyacı BASF, Bayer ve Solvay, öte yandan GDF-Suez, British Petroleum ve Arcelor Mittal var. Yaptıkları bağış toplamı 300 bin doları geçiyor. [*Stéphane Foucart / Le Monde, 27.10.2010*]

Amerika’da bazı eyaletler, değişik baskıların etkisiyle, okullarda iklim ısınmasının bir gerçek değil, kanıtlanmamış bir iddia, tartışmalı bir kuram olduğunu öğretmeye başladılar. [*Brigitte Perucca / Le Monde, 26.3.2010*]

Amerikan kongresi, Cancun antlaşmasını bir kenara iterce davranarak, federal hükümetin gaz karbonik salımını azaltma konusundaki girişimlerine şiddetle karşı çıkıyor. [*Corinne Lesnes / Le Monde, 11.1.2011*]

Cumhurbaşkanı Sarkozy 10 Eylül 2009’da yaptığı bir konuşmada 2007 Ekoloji Şurasında yüzlerce uzmanın ortak kararlar oluşturduğu (ve sayısız somut önlemi içeren) metni kendinin de imzaladığını, bu imzasının arkasında mutlaka duracağını, bunun dürüstlüğü bir gereği olduğunu söylemiş ve verdiği sözü tutmayan kimselerin işbaşında olduğu bir rejimde demokrasinin işleyemeyeceğini eklemiştir. Bu metnin temel önerilerinden biri “karbon vergisi”nin uygulanmaya başlamasıydı. Ancak Sarkozy bu konuşmasından bir yıl sonraki bölgesel seçimlerinde oy kaybına uğrayınca karbon vergisini devreye almaktan vazgeçti. [*Hervé Kempf / Le Monde, 28.3.2010*]

“Yavaş Kentler” hareketinin başkan yardımcısı ve ekoloji militanlarından biri olan (İtalya, Pollica Belediye Başkanı) Angelo Vassalla 6.9.2010’da öldürüldü. Hareketin başkanı Pier Giorgio Olivetti bu cinayetin onun genel tavrından dolayı olduğunu söylüyor. [*Le Monde, 12.11.2010*]

Ekoloji Ve Toplum

Gelişmiş ülkelerin iklim konusunda savundukları maddi büyüme modeli karşısında, toplumsal adalete dayalı ekolojik gelişme modeli var. Bu görüşü ileri süren “örgütlü toplum” çevrelerinin ses duyurmaları mevcut oligarşi ve onun kontrolündeki basın tarafından sınırlandırılıyor. Ne var ki, bu alandaki gerçek ilerleme halk topluluklarının gücü, enerjisi ve ikna kapasitesi sayesinde sağlanabilecek. İklim hakkında bir antlaşma gerekiyorsa, bu ancak halkın baskısıyla kaleme alınabilecek. [*Hervé Kempf / Le Monde, 1.12.2010*]

2010 Kasımında yapılan bir kamuoyu araştırması Fransızların %56’sının iklim ısınmasını, (yaşam biçimi ve alışkanlıkları bakımından) ciddi bir tehlike olarak gördüklerini belirledi. (Bir yıl önce bu oran %32 idi.) Görüşülen kişilerin %66’sı daha şimdiden bu baskıyı hissettiklerini ifade ettiler. ABD’de ise bu oranın çok düşük olduğu, Amerikalıların umursamaz davrandığı görülüyor. [*Marie-Béatrice Baudet ve Stéphane Foucart / Le Monde, 19.11.2010*]

Politik Kararlar

Fransa önümüzdeki 20 yıl içinde uygulayacağı ulaşım altyapısı yatırım planını açıkladı. Buna göre yatırımların %51,9’u demiryollarına, %32,3’ü kentiçi ulaşımına, %9,2’si akarsu ulaşımına, %4,5’i

karayollarına, %1,6'sı limanlara, %0,5'i havacılığa tahsis edilecek. Bu arada kentlerdeki toplu taşıma tahsisli özel yollar 329 km.den 1800 km.ye çıkarılacak. [*Jean-Michel Normand / Le Monde, 14.7.2010*]

Politikacı Ve Uzman Kişi

Çok az politikacı ulaşım alanındaki uzmanlığa saygı gösterdi ve gösteriyor. 28.3.1989 belediye seçimlerinden birkaç hafta önce Bedrettin Dalan “Oturdum masaya, İstanbul metrosunun güzergâhını çiziverdim.” demişti. Çok daha sonraları bir başbakan İstanbul Boğaz'ının üstünde helikopterle uçarak köprü güzergâhının seçiminde görüş ifade etmişti. (Bu arada Ahmet İsvan, Aytekin Kotil, Ali Dinçer, Ahmet Piriştina gibi seçkin birkaç başkanı bu yargının dışında tutmam gerekiyor.) Politikacı betonarme hesabında yerini biliyor da, konu ulaşım gelince bu alanda ileri geri görüş bildirebileceğini sanıyor.

Basın Ve Ulaşım

Giderek sermaye gruplarının kontrolü altına giren (otomobil reklamlarının ağırlığını taşıyan) yazılı, sözlü, görüntülü basın ekolojik endişeleri çok temkinli yansıtıyor. Yıllar önce de bu böyleydi. İlk ulaşım kongresinin hemen öncesinde bir açıklama yapan İnşaat Mühendisleri Odası Genel Başkanı İzzettin Silier “Bazı ana yollar otobüslere tahsis edilsin. Metro yapımına hemen başlansın. Deniz ve demiryolu ulaşımına öncelik verilsin. Özel araba kullanımını kısıtlamak için tek-çift usulü konulsun. Radyo ve televizyonda özel araç almayı teşvik eden reklamlar yasaklansın.” demişti. Bu önerilere Milliyet gazetesinde Hasan Pulur (7.2.1974) şiddetli tepki göstermiş ve “Adam ciğer yahnisinden iyi anlıyor, ama aşçı değil, leblebici. Adamın yaptığı resimler harika, işine bakarsan köşe başında kestaneci... İşte bu yüzden kalkınmıyoruz.” demiş, aşağılamayı sürdürerek “inşaat mühendisinden trafikçi olursa böyle olur.” yargısına varmıştı. Birinci kongrede de otomotiv endüstrisi temsilcisi olan Can Kırış “Niye bizlere de bildiri sunma hakkı vermediniz?” dediği zaman Arslan Başer Kafaoğlu “Sizlerin sözleri gazetelerde başköşede zaten yer alıyor. Öte yandan benim gazetem bile benim bu konudaki görüşlerimi yansıtmıyor.” diye yanıt vermişti.

Enerji

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) yayımladığı yıllık raporunda (World Energy Outlook 2010) brüt petrol üretiminin günde 68-69 milyon varil olmak üzere 2020 dolaylarında stabilize olacağını ve 70 milyon varillik düzeyi bir daha aşamayacağını belirtiyor. Başka bir deyişle, “üretimde tepe noktasına” varmış bulunuyoruz. İstem artmaya devam edecek, ama sunum artık artamayacaktır. Bu, ciddi bir petrol bunalımının eşiğindeyiz, demektir. [*Hervé Kempf / Le Monde, 24.11.2010*]

Wikileaks'in yayımladığı Amerikan Dışişleri'nin gizli belgelerine göre Suudi Arabistan'ın petrol rezervleri resmen duyurulmuş olan miktara göre %40 daha azdır. Bu nedenle 2012'den sonra petrol fiyatlarında ciddi bir artış beklenebilir. [*The Guardian, 8.2.2011*]

Irak'ın son 10 yıldır yaşadığı çalkantı ve cehennem petrol kaynaklarını kontrol etme politikasının sonucu olduğu biliniyor.

Ulaşım Ve İklim Isınması

Ulaşım sektörü, iklim ısınmasına sera gazlarının %23'ünü üretirken katkı ediyor. Öte yandan, 2030'da bugünküne ek olarak ortaya çıkacak olan petrol gereksiniminin 3/4'ünün ulaşım sektöründen geleceği tahmin ediliyor. [*Rémie Barroux / Le Monde, 1.2.2011*]

Otomobil Kullanımı

Çin’de otomobil üretiminde, satışında ve kullanımında baş döndürücü bir patlama yaşanıyor. 2009’da motorlu araç sayısı 76,2 milyon iken, bunun 2020’de 200 milyona varacağı tahmin ediliyor. Kullanıma açılmış otoyolların toplam uzunluğu 2009’da 65 bin km. iken bu, 2010’da 100 bin km.yi buldu. 2005’te bir yılda 5,7 milyon araç trafiğe girmişti. 2009’da bu sayı 13,6 milyona ulaştı. (ABD’de için aynı rakamlar şöyle: 2005’te 17,4 milyon, 2009’da 10,4 milyon). [*Le Monde Magazine*, 25.9.2010]

Yıllar önce, “tele-çalışma” diye de adlandırılan “uzaktan çalışma” ilgi çeken yeni bir olgu olarak ileri sürülür olmuştur. Böyle bir düzenin araçlı ulaşım gereksinimini önemli ölçüde azaltacağı düşünülmüştü. Bugün uygulamanın çok da yaygın olmadığı gözleniyor. Elektronik iletişim yoluyla evlerinden iş hayatına katılabilen ücretlilerin sayısı hayli düşük. Bu katılım, genelde hafta içinde 2-3 gün ile sınırlı kalıyor. [*Francine Aizicovici / Le Monde*, 14.9.2010]

Oto-bölüşüm ve oto-paylaşım yaklaşımları da deneniyor. (Oto-bölüşüm: bir otomobilin birbirini tanımayan çok sayıda kişi tarafından sırayla kullanılabilir olması. Oto-paylaşım: Bir kişinin kendi aracını kullanırken tanımadığı kimseleri de, bir iletişim sistemi çerçevesinde aracına kabullenmesi.) [*Grégoire Allix / Le Monde*, 27.9.2010]

Elektrikli otomobilden söz ediliyor da, elektriğin petrol, kömür, gaz gibi fosil yakıtlardan ve nükleer süreçten üretildiği görmezliğe getiriliyor. Elektrikli otomobil gaz salmıyor deniyor da, ADEMA’nın (Çevre ve Enerji Ajansı’nın) Temmuz 2009 tarihli notunda belirttiği gibi, üretimi sırasında salınan önemli miktardaki gazlar unutuluyor. [...] Günün birinde dünyadaki herkesin bugün Avrupa’daki düzeyde (yani 1.000 kişiye 600 araç düşüncesine) otomobil sahibi olacağını düşünürsek, bugün trafikte olan 1,2 milyar aracın 3,9 milyara varacağını görebiliriz. Bunun ekolojik sonuçlarını düşünebiliyor muyuz? [*Hervé Kempf / Le Monde*, 6.10.2010]

Fransa’da 10 kadar belediye ağır hava kirliliği yaratan araçların (bu arada 4x4’lerin) kent merkezlerine girişini yasaklama yoluna gidiyor. Bu önlem zaten 11 Avrupa ülkesinin (Berlin, Köln ve Hannover gibi) 60 kentinde uygulanıyor. [*Le Parisien*, 29.7.2010]

Kent merkezine otomobil girişini paralı yapan sistemler gittikçe yayılıyor. Singapur, Londra, Oslo, Bergen, Roma, Milano, Bolonya, Stockholm bu uygulamayı yürütüyor. Kopenhag, Berne, Birmingham ve Newcastle da bunun hazırlığı içinde. [*Grégoire Allix / Le Monde*, 18.2.2010]

4-5 yıl önce İstanbul Büyükşehir Belediyesi Londra’daki kent merkezine otomobil girişini paralı yapma uygulamasını yakından izlemiş, hatta raporlar getirtip dilimize çevirtmişti. Bu inceleme, benzeri bir girişimi İstanbul’da da uygulama düşüncesini doğurmuştu. Ancak bu ilginç ve olumlu girişime tepki yaratabileceği endişesiyle cesaret edilememişti.

Hızlı Tren

İspanya şu anda (2.056 km.lik şebeke ile) Avrupa’nın en büyük hızlı tren işleticisi. Fransa 1.896 km. ile ikinci, Almanya ise 1.285 km. ile üçüncü durumda. [*Le Monde*, 21.12.2010]

Çin saatte 350 km.ye varan hızlı tren hatlarını 2008’de inşa etmeye başladı. 2012’ye kadar 13.000 km.lik bir şebeke oluşturulmak isteniyor. Bu, dünyanın en yaygın ve en büyük şebekesi olacak. Şu andaki yapımda 135.000 işçi çalışıyor. Şebekede kullanılacak trenler de tamamen Çin’de imal ediliyor. Bunu gerçekleştiren fabrika kompleksinin genel müdürü “Biz günde 4 tren imal edip teslim

edebilecek kapasitedeyiz.” diyor. Bu kapasite Batı’nın ünlü tren imalatçılarını ciddi olarak endişelendirmeye başladı. Çünkü Çin hızlı tren konusunda artık dış piyasalarda da iddialı. *[Harold Thibault / Le Monde Magazine, 5.2.2011]*

Bisiklet

Araştırmalar gösteriyor ki, bisiklet kullanmaya başlayanlar daha çok toplu taşıma yolcuları. Otomobil kullanıcıları bisikleti fazla tercih etmiyorlar. Bununla birlikte, otomobil kullananların %50’sinin kent içi yolculuk mesafeleri 3 km. kadar. Oysa bisiklet 5 km.ye kadar olan mesafelerde daha hızlı ulaşım sağlıyor. *[Grégoire Allix / Le Monde, 27.9.2010]*

Washington DC Belediyesi bisiklete tahsisli şeritleri 120 km.ye çıkarmak üzere. Böylece, kentteki bütün sokak ve caddelerin %7’sinde bisiklet şeridi oluşacak. Yapılan hesaplar, bir kişinin 6 km. uzaklıktaki işyerine her gün bisikletle gitmesinin yılda 3 bin km.lik bir mesafede otomobil kullanmaması ve gaz karbonik salımını 1 ton azaltması anlamına geldiğini gösteriyor. *[Gary Gardner / Worldwatch Institute, 28.6.2010]*

Havacılık

Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü’nün (ICAO) istatistiklerine göre 20 yılda (1988 ile 2008 arasında) yolcu-kilometre 2,5 katı arttı. *[Nausheen Khan ve Kelsey Russell / Worldwatch Institute Bülteni, 16.9.2010]*

Bu gelişmede küreselleşmenin şiddetlenmesinin önemli etkisi var. Öte yandan biliniyor ki, hava ulaşımı gaz karbonik salımına çok aşırı bir katkıda bulunuyor. Örneğin, son zamanlarda ülkemizde moda haline gelip yerlilerine tercih edilir olan (Çikita ve benzeri) yabancı kaynaklı muzları her tüketişimizde, farkında olmadan, iklim ısınmasına katkıda bulunuyoruz. Ekolojik endişelerle alınacak önlemlerin havacılıkta hayli kısıtlayıcı bir rol yaratabileceği ifade ediliyor.

Türkiye’nin Tavrı

Türkiye’nin sera gazı emisyonlarını azaltmak için uygulayacağı politikaların maliyetlerinin oldukça yüksek olabileceği [anlaşıyor. (...)] Türkiye, çerçeve sözleşmesine taraf olan ülkeler arasında “gelişmiş” veya “gelişmekte olan” ülkeler grubu arasında nerede sayılması gerektiğine bir türlü karar verememiş durumda. Bir yandan “gelişmiş ülkeler” grubu arasında sayılmanın getirdiği prestij beklentisi; diğer yanda ise gelişmiş ülkeler grubunun iklim değişikliği karşısındaki sorumluluklarının yüksek maliyetleri, Türkiye’nin sera gazları ile mücadele konusundaki tavrının netleşmesini geciktiriyor. *[Erinç Yeldan / Cumhuriyet, 8.12.2010]*

Türkiye hızla gelişen bir ülkedir ve bizim ekonomik ve toplumsal gelişmemiz sürdürülebilir biçimde devam etmektedir. [...] Düşük düzeyli karbon ekonomisi oluşturma amacının çerçevesi içinde, biz enerji ve ulaşım sektörleri dahil altyapımızı tamamlama çabası içindeyiz. İçinde olduğumuz ekonomik ve mali kısıtlamalar nedeniyle bu amacı ancak gelişmiş ülkelerin sağlayacağı destekle gerçekleştirebileceğiz. *[Cumhurbaşkanı Abdullah Gül’ün Kopenhag Zirvesinde 17.12.2009’da yaptığı konuşma. Cumhurbaşkanlığı sitesinden.]*

[Türkiye’de] Doğanın korunması alanında ilerleme kaydedilmemiştir. Doğanın ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına ilişkin yasa taslağı birtakım kaygıları da beraberinde getirmektedir. Ulusal biyolojik çeşitlilik strateji ve eylem planı halen kabul edilmemiş ve kuşlar ve habitat konusundaki yasa halen uygulamaya konulmamıştır. Türkiye’nin doğusundaki yeni su ve enerji altyapısının inşasının

bitki örtüsü ve hayvanlar üzerinde olumsuz etkileri konusundaki endişeler artmaktadır. Sulak alanlar konusundaki yönetmeliğe yapılan değişiklikler sulak alanların korunmasını sınırlamıştır. Doğanın korunması alanında sorumluluk taşıyan kurumlar arasında açıkça belirlenmiş bir işbölümü bulunmamaktadır. [...] İklim değişikliği alanındaki gelişmeler son derecede kısıtlıdır. [...] Türkiye 2012 sonrası için uluslararası iklim müzakereleri konusunda AB tutumuna uymama eğilimindedir ve Kopenhag İttifakı'na bağlılık göstermemektedir. Türkiye'nin 2012 yılına kadar sera gazı salımını %11 oranında azaltma hedefi fazla iddialı bulunmamaktadır. [...] Ulusal çevre ajansı oluşturulması konusunda ilerleme kaydedilmemiştir. [*AB Komisyonu 2010 Türkiye İlerleme Raporu, Kasım 2010*]

Sürdürülebilir Ulaştırma / Kalkınma

“Sürdürülebilir Ulaştırma” dediğimiz zaman bazı kavram sorunlarıyla karşı karşıya kalıyoruz.

Bir: “Ulaştırma”. Dilimizde iki terim var: biri “ulaştırma”, öteki ise “ulaşım”. Bunlar iki ayrı bakış açısını tanımlıyor. “Ulaştırma” ulaşım ile ilgili (plancı, uygulamacı gibi) uzman kişinin, konunun sahibi bakanlığın ya da belediyenin, özel otobüs şirketinin bakış açısını yansıtıyor. Yani, “Ben bir şeyleri nasıl ulaştıracağım?” endişesi söz konusu. “Ulaşım”da ise bireyin, sokaktaki kişinin bakış açısı var. “Ben oraya nasıl ulaşacağım?” endişesi. “Sürdürülebilir” dediğimiz olgunun en önemli boyutu, aslında ulaşım. Bu bakımdan konuyu “ulaşım” olarak ele almak gerek.

İki: “Sürdürülebilir Ulaşım”. Bu terimin kaynağında 1987’de Birleşmiş Milletler için hazırlanmış olan bir raporun (“Brundtland Raporu” diye tanınan “Ortak Geleceğimiz” adlı raporun) ortaya attığı “sürdürülebilir kalkınma” var. Bu raporun ortaya attığı (İngilizcesiyle) “sustainable” terimi çeşitli eleştirilerin hedefi oldu. Bunun açık seçiklikten yoksun olduğu ileri sürüldü. Gelecek kuşakların (ne olacağı şimdiden bilinemeyecek) gereksinimlerine gönderme yapmanın bulanıklığı daha da arttırdığı söylendi. Aslında sorunların bütün ağırlıklarıyla bugün yaşandığı belirtildi. Terimin Fransızcasının “durable” mı, yoksa “soutenable” mı olması gerektiği de tartışıldı. Öte yandan, İngilizce sözlüklerde “sustainable” teriminin artık “doğal kaynakların tüketilmesini önleyerek ekolojik dengeyi muhafaza edilmesi” olarak tanımlandığını belirtelim. Bu sözün yerine “ekolojik” çok daha anlamlı olabilirdi: “ekolojik ulaşım” gibi.

Aslında “Sürdürülebilir Kalkınma”nın yapısında şaşırtıcı bir çelişki var. Burada sürdürülebilirlik “kalkınma”yı tanımlayan, ikincil planda kalıp “kalkınma”yı ana konu yapan bir sıfat. Önem verilen husus böylece kalkınma ve kalkınmanın sürüp gidebilmesi oluyor. 1987 raporu amacı “bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşakların da kendi gereksinimlerini karşılayabilme olanağından ödün vermeksizin karşılamak” olarak tanımlıyor. Oysa odak noktasında “Mevcut düzenin olabildiğince devamı ve sürüp gitmesi” yerine “dünyanın sınırlarına varıldığı” görüşünün, “insanlığın geleceğini yaşamsal tehlikelerin beklediği” endişesinin olması gerekirdi. Konu kalkınmayı devam ettirme telaşı değil, “insan, hayvan, bitki bütün canlılara, doğaya ve özellikle doğal kaynaklara sahip çıkan, saygı duyan, koruyup kollayan, bunların sömürülmesine izin vermeyen” bir dünya düzenidir. Söz konusu olan, kaynakların sınırlı bir ortamda olunduğunun bilinciyle kullanılmasıdır, ekolojik süreçlerin korunmasıdır, biyolojik çeşitliliğin kollanmasıdır.

Alternatif Yaklaşımlar

“Oy kullanma hakkı olması kişiyi yurttaş yapmaya artık yetmiyor.” Paris-1 Üniversitesi’nin öğretim görevlilerinden Charles Girard demokrasi anlayışını değiştirmek zorunda olduğumuzu söylüyor. Belli bir zamandan beri “katılımcı demokrasi” üzerinde duruluyordu. Ancak artık yeni bir düzene geçme zamanı gelmiştir. Seçilmiş bir avuç kişinin kendi başlarına politik karar oluşturmaları yerine

tercihlerin en geniş planda yurttaşların tartışmasına açılması gerekmektedir. Bu “müzakereci demokrasi”dir. [*Jean Birnbaum / Le Monde, 17.9.2010*]

Lozan Üniversitesi profesörleri Dominique Bourg ile Kerry Whiteside’in yayımladıkları yeni kitapta (*Vers une démocratie écologique, Yayınevi: Seuil, Ekim 2010*) politik kurumların dünyanın yüz yüze geldiği büyük ekolojik sorunları çözme yeteneğine sahip olmadığını söylüyorlar. Bu nedenle temsili demokrasiye dayalı politik sistemin köklü olarak yeniden tasarlanması gerekiyor. Şimdiki sistem kısa vadeli düşünüyor ve buna göre tavır alıyor. Bu tavrı da ufak bir çıkar grubu biçimlendiriyor. Üstelik maddi zenginliği durmadan arttırmanın, daha fazla üretmenin, daha fazla tüketmenin “iyi bir yaşam”ın kilit taşı olduğu, uzun zamandan beri, beyinlerimize işlendi. Oysa bugün daha az üretmeyi de, daha az tüketmeyi de öğrenmemiz gerekiyor. [*Pierre le Hir / Le Monde, 31.10.2010*]

Surrey Üniversitesi’nde (İngiltere) ekonomi profesörü olan ve “sürdürülebilir kalkınma” konusunda önde gelen bir otorite olan Tim Jackson büyük yankı yaratan bir kitap yazdı (*Prosperity without Growth – Economics for a Finite Planet. London, 2009: Yayınevi: Earthscan*). Bunda, mevcut büyüme modelinin ekoloji üzerinde son derecede zararlı ve geri dönüştürülemez etkileri olduğunu, tüketim kültürü ile produktivite telaşının bir kenara bırakılması zamanının geldiğini, mevcut modelin terk edilip, insanla ve doğayla çok daha barışık olma şansı bulunan modellerin söz konusu edilmesi gerektiğini vurguluyor.

Alman hukukçu Christoph Schwarte, Londra’da yayımladığı bir yazıda iklim ısınmasından zarar gören ülkelerin büyük ölçüde karbon dioksit salan ülkelere karşı dava açabileceklerini ileri sürdü. Schwarte, bunun için gereken araçların uluslararası hukukta bulunduğunu ifade etti. Nitekim böyle bir hareketlenme başladı bile. Örneğin, Okyanus’un yükselmesiyle sular altında kalacak olan Mikronezya, kendinden 10 bin kilometre ötede olan Çek Cumhuriyet’inden (karbon dioksit salımını azaltması için) kömürlü elektrik santralını modernize etmesini istedi. [*Grégoire Alix / Le Monde, 6.10.2010*]

Ekonominin durmadan ve sorumsuzca büyümesine karşı olan “Büyümeme” hareketi giderek gelişiyor. 500’ü aşkın bilim insanının katıldığı bir konferans Barcelona Üniversitesi’nde 26.3.2010’de toplandı. “Büyümeme”ciler iklimi değiştirmeye çalışmak yerine ekonomik sistemi değiştirmenin gerektiğini ileri sürüyorlar. Mevcut ekonomik düzeni yeşile boyamaya çalışmak, sistemin insana ve çevreye karşı tahripçi niteliğini yok etmeyecektir. XIX. yüzyıl mantığını bir kenara itip yepyeni bir mantık getirmek gerekmektedir. Bu eğilimde olanların çalışmaları <http://www.degrowth.eu>’de izlenebilir. [*Hervé Kempf / Le Monde, 31.3.2010*]

Friedrich-Schiller Üniversitesi profesörü, sosyolog ve düşünür Hartmut Rosa, büyük yankı uyandıran son kitabında modernitenin içine girmiş olduğu çıkmazı etkili biçimde vurguluyor. (“*Beschleunigung. Die Veränderung der Zeitstrukturen in der Moderne*”. Yayınevi: Suhrkamp, 2005. Fransızca baskısı: “*Accélération. Une critique sociale du temps*”. Yayınevi: La Découverte, 2010)

Edgar Morin’in görüşleri

Dünyanın bir uçuruma doğru sürükleniyor olması konusunda yıllardan beri ısrarla uyarı yapan kişilerden biri Fransız düşünür ve sosyolog Edgar Morin’dir. 45 yılda 65 eseri yayımlanmış, 24 üniversite tarafından onur doktorası verilmiş olan Morin “İnsanlığın Geleceği İçin Yol” adını taşıyan yeni bir kitap yazdı. (*La Voie – pour l’avenir de l’humanité, Yayınevi: Fayard, Şubat 2011, Paris*) Bunda insanlığın bugün varmış olduğu (çelişkili olduğu kadar tehlikeli) konumu ele alıyor ve geleceğe yönelik yepyeni bir yolun ipuçlarını bütüncül bir açıdan sergiliyor. Aşağıda, kitabın genel

yaklaşımını yansıtmak amacıyla bazı satırbaşlarını aktarıyorum. Ayrıca ulaşım konusundaki önerilerini de sunuyorum. Köşeli ayraçlı bölümler benim yaptığım özetlemeleri veriyor.

“Dünya dediğimiz uzay gemisi, küreselleşme, batılılaşma ve kalkınmadan oluşan üç yüzlü bir süreç içinde çılgın yolculuğuna devam ediyor. [...] İzlenen bu yol bizleri nereye götürecektir? Kesintisiz devam edecek bir ilerlemeye mi? Buna inanmaya olanak yok. Kenneth Boulding’in dediği gibi “sınırlarına varılmış olan bir dünyada katlana katlana büyümenin süresiz devam edip gidebileceğine inanmak için insanın ya deli, ya da ekonomist olması gerekir.” Yapılan hesaplar gösteriyor ki, eğer Çin günün birinde, şimdi ABD’de mevcut olan otomobil sahipliği (4 kişiye 3 otomobil) düzeyine ulaşırsa 1,1 milyar otomobil sahibi olacak. Oysa şu anda bütün dünyadaki otomobil sayısı 800 milyon. Bu araçlara hizmet sunacak yollar, otoparklar gibi altyapı ise şu anda ülkede pirinç yetiştirilmeye ayrılmış arazinin tamamı düzeyine ulaşacak. [...] Doymak bilmez totaliterlik ahtapotun ölümü dinsel fanatizm ahtapotunu uyandırdı ve finans kapital ahtapotunu canlandırdı. Bunlar dünyayı gittikçe artan bir güçle kucaklayıp sıkıyorlar. [...] Bir felaketler dizisine doğru mu gidiyoruz? Eğer yol değiştirmeyi beceremezsek böyle olacak gibi duruyor.”

[Bir yol değişikliğine gerek olduğu bilincini, insanlığın çok eski ve büyük sorunu olan (ve sayısız devrimci heyecana, sayısız politik, ekonomik, toplumsal, etik projeye kaynak olmuş bulunan) kişilerin, grupların ve halkların arasındaki sefil ilişkileri iyileştirme çabasından ayrı tutamayız. Bu çaba artık bugün, XIX. yüzyılın yaşamsal meselesinin ayrılmaz parçası olmuştur: yepyeni bir “Yol” bulma ve “Dönüşüm”ü gerçekleştirme meselesi. Morin, yepyeni bir yolun ipuçlarını sunan kitabında çeşitli konuları işliyor: insanlık ve uygarlık politikası, demokrasi, demografi, ekoloji, eşitsizlikler, fakirlik, adalet, düşünce ve eğitim reformu, kent ve konut, tarım ve kırsal alan, beslenme, tüketim, çalışma, yaşam ve ahlaki reform, aile, kadının konumu, yetişkinlik, yaşlanma ve ölüm. Bir bölümde de yepyeni bir ulaşım düzenine açılım getiriyor.]

“Ulaşım sektöründe hem en fazla enerji bağımlılığını, hem de en büyük kirlilik kaynağını buluyoruz. Aslında, binlerce kilometreye kamyonlarla yapılan yük taşımacılığını ve üç kilometreyi geçmeyen otomobil hareketlerinin yarısını geçersiz kılmak, yerlerine başka seçenekler getirmek olası: birincisinde kamyonların raylı taşınımı, ikincisinde ise toplu taşıma ve bisiklet kullanımı. Başka bir deyişle, kirlilik yaratan ulaşım biçimlerini değişik girişimlerle azaltmak gerekiyor. Elektrikli ve karma otomobil üretimini cesaretlendirerek... Hava ulaşımını ve otomobil kullanımını azaltmak amacıyla hızlı tren şebekesini yaygınlaştırarak... Suyollarının, kanalların ve akarsuların kullanımını geliştirerek... Kamyonları uzun mesafelere özel trenlerle ulaştırarak. Kıtalararası uçak yolculuklarını azaltmak amacıyla görüntülü telefon toplantılarını yaygınlaştırarak.. Kentlerin ve kent merkezlerinin çevresinde otopark kemerleri oluşturarak... Kent merkezlerini yaygınlaştırarak... Toplu taşıma (özellikle tramvaya) öncelik tanıyarak... Bisiklet kullanımını devreye alarak... Otomobil paylaşımını cesaretlendirerek... Belli merkezlere sık ve kısa mesafeli otobüs hizmeti sağlayarak...”

Morin, mevcut dönemin gittikçe koyulaşan karanlığından söz eden son uyarı yazısında hem başlıkta, hem de bitiş cümlesinde “Türk atasözü” diye tanımladığı bir deyim kullandı: “Gece çok şeye gebedir. Gün ışığınca neler doğar, kimse bilemez.” [E. Morin / Le Monde, 9.1.2011]

Teşekkür: Bu bildirin hazırlanışı sırasında verdiği destekten ve sağladığı katkılardan dolayı Mete Akalın dostuma teşekkür ederim.

Sürdürülebilir Ulaşım: Devlet Bunun Neresinde?

Erhan ÖNCÜ, Ayça ÖNCÜ YILDIZ
Şair Nedim Sok. 5/8 A. Ayrancı 06690 Ankara
Tel: (312) 442 62 71
E-Posta: ofis@u-art.com

Öz

Yetmişli yıllarda yaşanan iki petrol krizinden sonra ulaşım konusundaki değer yargıları tersyüz olmuştur. Petrole dayalı ulaştırma sistemleri sorgulanmaya başlanmış, artan küresel ısınma ve çevre kirliliği, kentlerin caddelerini kaplayan ve zaman kayıplarına yol açan trafik sıkışıklıkları ve kazalarla yükselen maliyetler hükümetleri ulaşım yaklaşımlarını gözden geçirmeye zorlamıştır.

Uluslar ulaşım konusundaki politikalarını yeniden tanımlarken bir yandan otomobile dayalı alışkanlıkları azaltmak için bireysel ulaşımı caydırıcı önlemler getirmeye, diğer yandan da çevreye dost ulaşım biçimlerini desteklemeye başlamıştır. Geleneksel yaklaşımların hızlandığı olumsuz gelişmelerin frenlenerek ulaşım önceliklerinin yeniden tanımlanmasına yönelik çabalar yıllar içinde netleşmiş ve günümüzde “sürdürülebilirlik” kavramı çerçevesindeki yeni yerine oturtulmuştur.

Bildiride dünyadaki sürdürülebilir ulaşım politikalarının belirlenmesi, benimsenmesi ve uygulanması konusunda “kamunun rolü”ne odaklanılmaktadır. Sürdürülebilir ulaşım yaklaşımlarının hayata geçirilmesinde devletler; bir yandan ülke dışına yansıyan uluslar arası ilişkileriyle, diğer yandan ulusal ve yerel aktörleri düzenleyen kurumları ve kurallarıyla, bu kurallara uymak zorunda olan toplum kesimlerini yönlendirmektedir. Kamu, “sürdürülebilir ulaşımın” tanımlanması, oluşturulması ve sürdürülmesine yönelik olarak farklı ülkelerde farklı rollere sahip bulunmaktadır. Uluslararası girişim ve çabaların değerlendirilmesinin ardından sürdürülebilir ulaşım konusunda ülkemizdeki politikalar, yasal çerçeve, girişimler ve uygulamalar incelenmekte, ardından devletin ulaşım ile ilgili birimlerinin (ilgili bakanlıkların ve yerel yönetimlerin) sürdürülebilir ulaşım ile ilişkin söylemleri, projeleri ve uygulamaları arasındaki tutarsızlıklar ve çelişkiler incelenmektedir.

Bu değerlendirmelerin ardından ülkemizde sürdürülebilir ulaşımın sağlanabilmesi amacıyla bir yol haritası çizilerek karar süreçleri ve karar ölçütlerinde yapılması gereken değişiklikler, öncelikle kamunun atması gereken adımlar tanımlanarak yaşanan tutarsızlıkların ve eksikliklerin ortadan kaldırılması için öneriler geliştirilmektedir.

Anahtar sözcükler: Sürdürülebilir ulaşım, kurumsal çerçeve, yasal çerçeve, uluslararası anlaşmalar, politikalar ve uygulamalar

Sürdürülebilir Ulaşım Nedir?

“Sürdürülebilirlik” ve “sürdürülebilir kalkınma” konusundaki genel tanımlar, bu konunun bir alt başlığı durumunda olan “sürdürülebilir ulaşım”ın tanımlanmasına temel oluşturmaktadır. Brundtland Raporuna göre “sürdürülebilir kalkınma, bugünün ihtiyaçlarını, gelecek kuşakların ken-

di ihtiyaçlarını karşılayabilme olanağından ödün vermeksizin karşılamak” şeklinde tanımlanmaktadır (UN 1987). “Sürdürülebilir ulaşım” farklı kaynaklarda değişik şekillerde tanımlanmakta, üzerinde anlaşılmış bir tanım bulunmamaktadır. Farklı kaynaklardaki tanımlar dikkate alınarak sürdürülebilir ulaşım da sürdürülebilirlik kavramındaki ilkeler ve yaklaşımlar çerçevesinde; “refahın artırılması ve toplumun tüm kesimlerindeki kişilerin gelişimi için gerekli erişim ihtiyaçlarının sağlanması amacıyla sağlıklı bir çevre içinde, adaletli ve dengeli bir şekilde, makul maliyetlerle, gelecek kuşaklara bırakılması gereken altyapı ve kaynakları verimli kullanılarak, doğanın dengesi bozulmadan emebileceği sınırların altında kalan etkiler yaratarak, doğanın kendini yenileyebileceği miktarın altında kalan kaynak tüketimiyle, yenilenemeyen kaynakların alternatifleri ile dengelenebileceği düzeyler aşılmadan, gürültü ve alan kullanımındaki etkiler en az düzeylerde tutularak toplumun tüm kesimlerindeki sosyal gruplardaki (engelliler ve hareket kısıtlılar da dahil) tüm kişi ve mal hareketlerinin sağlanması” olarak tanımlanabilir.

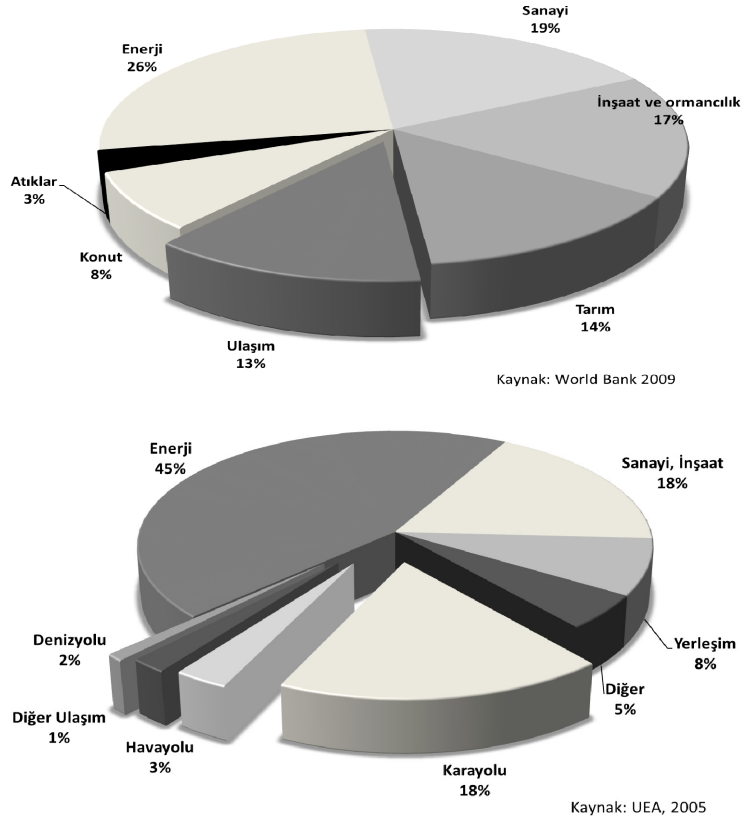
Sürdürülebilir ulaşım denildiğinde ilk akla gelen ulaşımın kaynaklanan çevre kirlenmesi olmasına karşılık sürdürülebilirliğin ekonomik, mekansal, sosyal ve kültürel boyutları da giderek önem kazanmaktadır. Sürdürülebilir ulaşım kapsamında dikkate alınan verimlilik ve etkinlik gibi kavramlar konunun kapsadığı alanı daha da genişletmekte ve sürdürülebilir ulaşım, her türlü “iyileştirmeyi” kapsayacak hale gelmektedir. Sürdürülebilir ulaşımın anlaşılmasının en kolay yolu sürdürülebilir olmayan ulaşım ile ortaya çıkan birincil ve ikincil etkilerin değerlendirilmesidir.

Sürdürülebilir Olmayan Ulaşımın Oluşan Sorunlar

Ulaşımın Yarattığı Dışşallıklar

Sürdürülebilir ulaşım kavramı genellikle hava kirliliği, sera gazı artışları, küresel ısınma ve iklim değişikliği ile özdeşleştirilmekle birlikte ulaşımın oluşan olumsuz dışşallıklar çok farklı konularda dalga dalga genişleyerek yayılan bir niteliğe sahiptir. Sürdürülebilir olmayan ulaşım sistemleri ekonomik, sosyal, demografik, kültürel ve mekansal etkileri ile birbirinden çok farklı disiplinlerin ilgi alanına giren olumsuz etkiler yaratmaktadır.

Sürdürülebilir olmayan ulaşımın oluşan sorunların ve dışşallıkların başında taşıtların yarattığı **hava kirliliği**, **sera gazları** ve oluşan **iklim değişikliği** gelmektedir. Küresel girişimlerde bu etkilerin azaltılması çabaları ön plana çıkmakta ve küresel ısınma konusundaki olumsuz eğilimlerin azaltılması ve salımlardaki artışların yavaşlatılması hedeflemektedir. Aslında uluslararası toplumun bu dışşallıkları öne çıkarmasının temel sebebi, bu etkilerin uluslar üstü yani sınırlar ötesi olmasından dolayı çözümlerin de uluslararası çabalarla oluşturulması zorunluluğudur. Farklı kaynaklarda yapılan kabuller ve kullanılan yöntemler nedeniyle farklı değerler elde edilse de ulaşımın kaynaklanan hava kirliliğinin önemli düzeylere ulaştığı konusunda birleşilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Farklı çalışmalarda elde edilen sektörler itibariyle CO₂ salımları.

Ulaşımdan kaynaklanan ve aşağıda sıralanan dışsallıkların tamamı daha alt düzeylerde sonuçlar doğurmakta, dolayısıyla çözümlerin de ulusal ve yerel düzeylerde geliştirilmesi gerekmektedir. Diğer bir deyişle, aşağıdaki sorunlar ulusal ve yerel düzeylerde çözülmesi gereken dışsallıklar olduğu için uluslararası gündemde çok fazla yer almamakta ve bu yüzden de daha önemsizmiş gibi değerlendirilmektedir.

Gürültü ve **titreşim** ulaşım sistemlerinin olumsuz dışsallıkları arasındadır. Kentiçi ulaşımın tamamının ve kentler arası ulaşımın da terminal noktalarının yerleşik alanların içinde bulunması sebebiyle karayolları, havalimanları ve demiryollarının yarattığı gürültü ve titreşim kontrol edilmesi güç etkiler olarak kent yaşantısında olumsuzluk oluşturmaktadır.

Ulaşım araçlarının sebep olduğu **kazalar**ın olumsuz etkileri kişilere ve ekonomiye bir kaç farklı kademede yansımaktadır. Kazalarla ortaya çıkan ölümler ve yaralanmalar kazalara karışan kişilere ve ailelerine maddi bedeller, fiziksel ve psikolojik acılar, ekonomik maliyetler (işgücü kaybı, tedavi giderleri, sakatlık, vb.) yüklemektedir. Sadece maddi hasarla biten kazaların bile benzer sonuçları bulunmaktadır.

Artan motorlu taşıt trafiğinin ulaşım altyapısı üzerinde oluşturduğu **sıkışıklık** bir dizi olumsuz etkiyi tetiklemektedir. Trafik sıkışıklığı sonucu oluşan zaman kayıpları, artan hava kirliliği, kazalar ve yakıt tüketimi hem trafiğin içindeki sürücü ve yolcuları ve hem de ulaşım koridorları çevresinde yaşayanları olumsuz bir şekilde etkilemektedir.

Atıklar, ulaşımın farklı aşamalarında farklı şekillerde ortaya çıkmaktadır. Taşıtların üretimi sırasında oluşan karbon ve diğer atıklar, taşıtların kullanımı sırasında oluşan yakıt ve lastik atıkları ile taşıtların hurdaya çıkmasıyla oluşan atıklar çevre için ciddi sorunlar oluşturmaktadır. Ulaşımda kulla-

nılan araçların, altyapının, akaryakıt ve diğer enerjinin üretilmesi ve tüketiciye taşınması sırasında ortaya çıkan atıklar, kazalar ve kirlenmeler bu kapsamda değerlendirildiğinde sorunun boyutları ve ciddiyeti ortaya çıkmaktadır.

Enerji kullanımı, ulaşımda çeşitli olumsuzluklar ve riskler yaratmaktadır. Ulaşımda fosil kaynaklı **yenilenemeyen yakıtlara** dayanan ulaşım türleri, yolcu kilometre başına **enerji yoğunluğu yüksek** yakıt kullanımı, **enerji verimliliği düşük** bireysel ulaşım, fosil kaynaklı yakıtların küresel düzeyde dengesiz dağılımı nedeniyle günümüzdeki savaşların temel sebebi olan **enerji güvenliği** enerji ile ortaya çıkan çok önemli ancak ihmal edilen etkilerle sürdürülebilirlik kavramı ciddi şekilde zede- lenmektedir.

Sürdürülebilir olmayan ulaşım kentiçi ve kent dışında doğal zemin örtüsü değişmekte, asfaltla kaplanan yeşil ve kahverengi alanlar, ulaşım için inşa edilen yollar, viyadükler, yarmalar ve şevler **doğal yaşam dengesinin bozulmasına** sebep olmakta; bitki, su ve yaban hayatı geri dönülmez bir şekilde hasar görmektedir. Özellikle karayollarında ve demiryollarında hız arttıkça güzergah bo- yunca korunma önlemleri artmakta, koridorun iki yakası arasında ilişki kopmakta, ulaşım altyapısı kent içinde ise kentsel alanları ve kentlileri, kent dışında ise doğal yaşam unsurlarını kısıtlamakta, yapay bir **engel ve esik** oluşturmaktadır.

Ulaşım altyapısı olarak çevremizde yükselerek her geçen gün biraz daha fazla **görsel bozulmaya** yol açan katlı kavşaklar, alt ve üst geçitler, katlı otoparklar, viyadükler ve taşıtların kendileri çev- remizin görsel kalitesini sürekli düşüren unsurlardır. Ulaşımı sağlayan taşıtlara ve özellikle otomo- billere yol ve otopark olarak ayrılan alanlar hızla artmakta, **canlıların yaşam alanları yok olmak- tadır.**

Ulaşım altyapısı özellikle karayolu ve bireysel ulaşım ağırlıklı olarak geliştiğinde yerleşim alanları yayılmakta, **düşük yoğunluklu kentsel yerleşimler**le verimsiz ve sürdürülemeyen bir kentsel yapı ortaya çıkmaktadır. Bireysel ulaşım öncelikli gelişme **mali kaynakların hızlı tüketimine, vergi yükünün artmasına** yol açmakta, **sosyal bütünleşmeyi engellemekte, gelir dağılımında denge- sizlik** ve ardından **sosyal eşitsizlikler** artmaktadır.

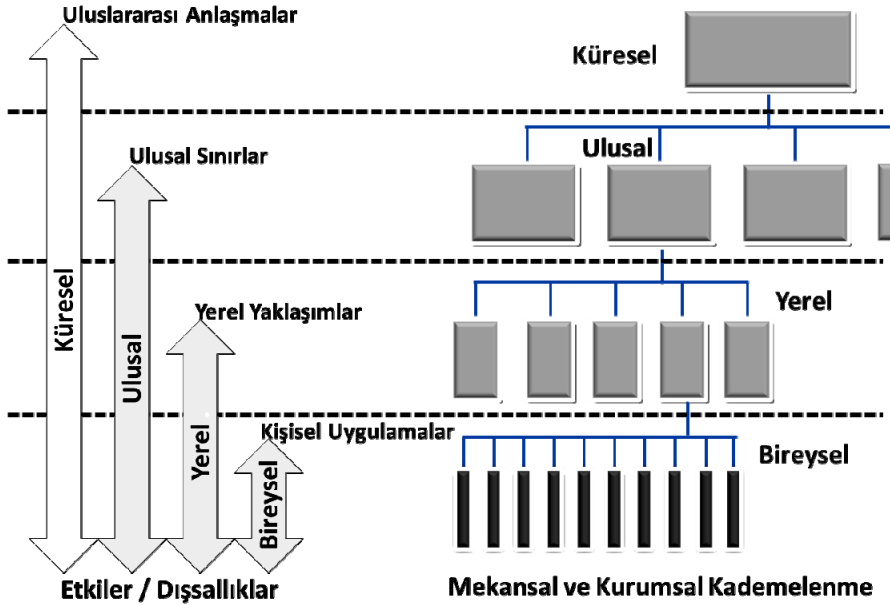
Etkilerin Mekansal Dağılımı

Ulaşımla ortaya çıkan dışsallıkların mekandaki etkileri farklı düzeylere kadar ulaşabilmektedir. Ha- va kirliliği ve sera gazları gibi olumsuzluklar otomobillerin egzozlarından çıktığı noktadan başlaya- rak dalga dalga cadde, koridor, semt, kent, bölge ve ulusal düzeylerin ardından sınırları aşarak küre- sel düzeye kadar ulaşmaktadır. Benzer şekilde ulaşım araçlarının, altyapısının ve enerjisinin üretim, taşıma ve işletmesi sırasında oluşan atıklar da noktasal düzeyden küresel düzeye kadar her aşamada etkili olmaktadır (Şekil 2). Dünyadaki yenilenemeyen enerji kaynaklarının hızlı ve aşırı tüketimi ile ortaya çıkan sorunlar da olduğu noktadan küresel düzeye kadar olumsuz etkilerini yaymaktadırlar. Sınırlar aşan bu etkilere karşılık bazı olumsuz etkiler, örneğin ulaşımdan kaynaklanan gürültü, trafik sıkışıklığı, görsel bozulma, kentsel yayılma gibi dışsallıklar daha sınırlı bir alanda etkili olmakta, olumsuzluğun olduğu noktadan başlayarak koridor ve kent düzeyinde kalmaktadır.

	Uluslararası	Ulusal	Yerel	Bireysel
Hava Kirliliği, GHG	◆	◆	◆	◆
Gürültü, Titreşim			◆	◆
Kazalar		◆	◆	◆
Sıkışıklık			◆	◆
Atıklar	◆	◆	◆	◆
Yenilenmeyen Enerji	◆	◆	◆	◆
Enerji Verimliliği		◆	◆	◆
Enerji Güvenliği	◆	◆		
Doğal Yaşamın Kaybı		◆	◆	◆
Görsel Bozulma			◆	◆
Kentsel Yaşam Alanı Kaybı			◆	◆
Kentsel Yayılma			◆	◆
Mali Kayıplar		◆	◆	◆
Sosyal Eşitsizlik		◆	◆	◆

Şekil 2. Dışsallıkların mekansal dağılımı.

Ulaşımın olumsuz etkilerinin mekandaki yayılımındaki bu yapı, küresel düzeyde yoğun çabalara ve girişimlere karşılık olumsuzlukların ağırlıklı olarak daha yerel düzeylerde etkili olduğunu göstermektedir. Ulaşımın olumsuz etkilerinin yerel düzeylerde fazla yoğunlaşmasına rağmen daha düzenli bir şekilde biçimlendirilen ancak yerel düzeylerde daha az etkili olacak küresel kontrol ve sınırlamalar gündemde daha çok yer kaplamaktadır. Küresel sınırlamalara ve azaltmalara uyum yönünde odaklanan ülkemizdeki hükümetler alt düzeylerdeki dışsallıkların önemini gözden kaçırmakta ve ulusal sınırlar içinde, kentlerde yurttaşları daha çok etkileyen olumsuzlukların azaltılmasına gereken önemi vermemektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Dışsallıkların sınırlarının tanımlanması.

Etkilerin Zamana Dağılımı

Ulaşımdan kaynaklanan olumsuzlukların kişileri, çevreyi ve küresel değerleri etkilemesi farklı zaman dilimlerine yayılabilmektedir. Örneğin hava kirliliği kısa dönemde yakın çevresinde yaşayanları etkilerken orta dönemde kentsel düzeylerde uzun dönemde ise küresel düzeyde etkili olmaktadır. Gürültü ve titreşim gibi etkiler ise kısa dönemde yakın çevreyi etkileyen dışsallıklardır. Etkiler genel olarak değerlendirildiğinde kısa ve orta dönemdeki etkiler ağırlıklı olarak ortaya çıkmakta ve ulaşımın olumsuz etkilerinin azaltılması için önlemler alınmasında geç kalınmaması gerektiği ortaya çıkmaktadır (Şekil 4).



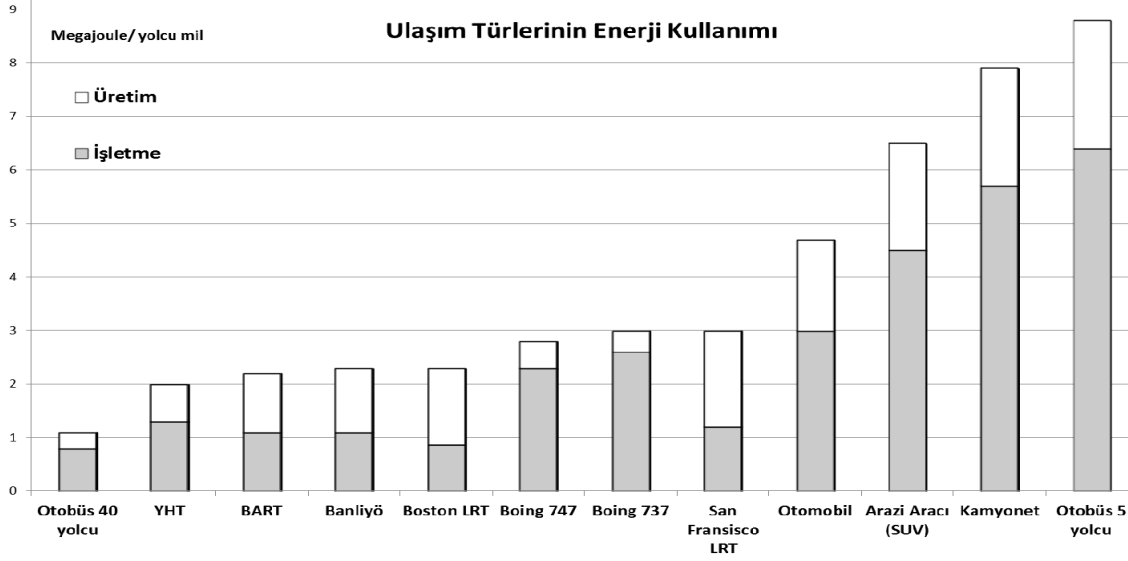
Şekil 4. Ulaşım etkilerinin zaman içindeki yayılması.

Ulaşım Türlerinin Etkileri

Ulaşım türlerinin, kullandıkları enerji cinsi, altyapı ve işletme özellikleri, taşıdığı yolcu sayısı ve diğer unsurlara bağlı olarak sürdürülebilirliğe farklı etkileri bulunmaktadır. Çeşitli çalışmalarda ulaşım türlerinin sürdürülebilirliğe olumsuz etkileri farklı yöntemler ve verilerle hesaplandığında ulaşım türlerinin farklı ama benzer özellikleri olduğu ortaya çıkmaktadır. Yaya ve bisiklet gibi bazı ulaşım türlerinin sürdürülebilirliğe herhangi bir olumsuz etkisi bulunmazken, otomobil ve uçak gibi ulaşım biçimleri yüksek düzeylerde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Şekil 5).

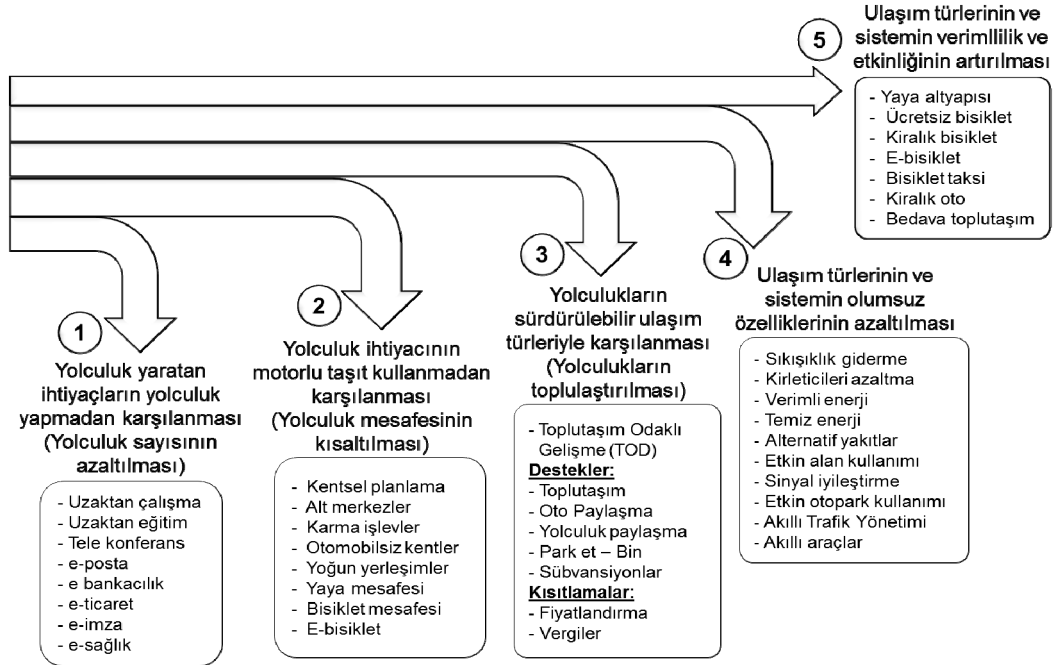
Sürdürülebilir Ulaşım İçin Yaklaşımlar, Politikalar ve Uygulamalar

Sürdürülebilir ulaşım sistemi geliştirilmesindeki temel amaç, ulaşımın oluşturacağı olumsuz etkinin azaltılmasıdır. Bazı çalışmalarda sürdürülebilir ulaşım için yaklaşımlar üç temel stratejiye dayandırılmaktadır (Avoid, Shift and Improve:ASI); (i) yolculuk ve motorlu yolculuk ihtiyaçlarının azaltılması (*Avoid/Reduce*), (ii) daha uygun ulaşım türlerine geçiş (*Shift*) ve (iii) ulaşım türlerinin olumsuz etkilerinin azaltılması (*Improve*) (Dalkmann 2007, Sakamoto 2010). Son yıllarda ortaya çıkan güncel uygulamalar ve özellikle kentiçi ulaşımındaki yapı ve dengeler dikkate alındığında olumsuz etkilerin azaltılması ve sürdürülebilir bir ulaşım sistemi elde edilmesi için kent mekanları da dikkate alınarak stratejiler beş aşamada değerlendirilebilir (Öncü 2009) (Şekil-6).



Şekil 5. Ulaşım türlerinin enerji tüketimi (Chester 2008).

1. Yolculuk yaratan ihtiyaçların yolculuk yapmadan karşılanması: Geleneksel olarak yolculuk yapılarak karşılanan çeşitli ihtiyaçların çağdaş teknolojilerden yararlanılarak yolculuk yapmadan karşılanması, diğer bir deyişle yolculuk sayısının azaltılmasıdır. Uzaktan çalışma (tele-commuting), uzaktan eğitim, telekonferans, elektronik imza, internet erişimine dayalı posta, bankacılık, ticaret, sağlık hizmetleri kişilerin evlerinden çıkmadan çeşitli ihtiyaçların karşılanmasını sağlamakta ve yolculuk yapma zorunluluğunu azaltmaktadır. Bu aşamadaki önlemler ve teknolojilerle kişilerin evlerinden çıkmadan ihtiyaçları karşılamakta, yolculuk sayıları azaltılmaktadır.



Şekil 6. Yolculuk aşamalarına göre olumsuz dışsallıkların azaltılması stratejileri.

2. Yolculuk ihtiyacının motorlu taşıt kullanmadan karşılanması: Kişilerin ihtiyaçlarının elektronik yöntemlerle evlerinden çıkmadan karşılanamaması durumundaki ikinci hamle kişilerin yaya

ve bisikletle ulaşabilecekleri bir çevrede yolculuk yaratan ihtiyaçların karşılanmaya çalışılmasıdır. Bu aşamada hareketlerin yaya ve bisiklet yolculukları mesafesinde kalmasını sağlayarak çeşitli kentsel ulaşım odaklarının yakınlaştırılmasına yönelik kentsel planlamalar yapılması gündeme gelmektedir. Karma işlevlerle, güçlü ve kademelendirilmiş alt merkezlerle, yüksek yoğunluklarla düzenlenmiş kentsel alanlarda alışveriş, sağlık, eğitim, eğlence ve kültür gibi pek çok ihtiyaç ve eylem motorlu taşıtlar kullanılmadan gerçekleştirilebilecektir. Planlama aşamasında yaya ve bisiklet yolculuk mesafeleri dikkate alınarak yapılan bu tür bir planlama ile motorlu taşıtlara dayalı yolculukların sayısı azaltılacak ve motorlu taşıt kullanılsa bile yolculuk mesafesini azaltacaktır. Yaya ve bisiklet erişim alanları sınırlarına ulaşılmaya başlandığında yolculukların alan içinde karşılanması için elektrikli bisikletler ve semt içi ring servisleri gibi çözümler kullanılabilir.

3. Yolculukların çevre dostu ulaşım türleri ile karşılanması: Yolculuk yaratan ihtiyaçlar semt içinde yaya ve bisiklet mesafesinde karşılanamıyor ve motorlu araçlarla yolculuk yapılması gerekiyorsa çevreye olumsuz etkileri en az olan sürdürülebilir ulaşım türlerinin seçilmesi gerekmektedir. Bireysel yolculukların azaltılması amacıyla başlangıç ve bitiş noktaları dikkate alınarak yolculuk taleplerinin özelliklerine ve hacmine bağlı olarak farklı özellikteki “toplulaştırma” çözümleri söz konusudur. Benzer güzergaha sahip kişilerin birinin otomobili ile yapılan yolculuk paylaşımı (ride sharing), otomobil kulübü gibi düzenlemelerle ortak otomobil filosunun paylaşımı (car sharing), toplulaştırma aracına erişimde otomobil (park-and-ride) ve bisiklet (bike-and-ride) kullanımı, ara-toplulaştırma ve toplulaştırma türlerinin kullanımı gibi seçeneklerden en uygun toplulaştırma yaklaşımının kullanımı söz konusudur. Bir yandan toplu yolculuk seçeneklerinin çekici hale getirilmesi için ekonomik ve fiziksel destekler uygulanırken, diğer yandan da istenmeyen koridorlarda, alanlarda ve zamanlarda bireysel ulaşımın kullanımının azaltılması için kısıtlamalar, cezalandırmalar ve fiyatlandırmalar etkili olmaktadır. Bu yaklaşımların en kalıcı altyapısı ise kentsel alanların toplulaştırma odaklı kentsel gelişme (TOD: Transit Oriented Development) yaklaşımlarına göre düzenlenmesidir.

4. Ulaşım türlerinin olumsuz özelliklerinin azaltılması: Yukarıdaki tüm çabalara rağmen kaçınılmayan ve motorlu taşıtlarla yapılması gereken yolculukların yarattığı olumsuzlukların azaltılması için bu aşamada çeşitli önlemler alınmaktadır. Ulaşım yapısını daha sürdürülebilir bir duruma getirmek için atılan bu adımlar olumsuz dışsallıkları azaltmakla birlikte motorlu taşıtlarla yapılan yolculukların artmasına yol açarak kısır bir döngü yaratmaktadır. Örneğin trafik sıkışıklıklarını azaltarak motorlu taşıtların daha hızlı akmasını sağlayan trafik sinyalizasyonu, akıllı trafik sistemleri, trafikteki darboğazların giderilmesi, araç boyutlarının küçültülmesi, enerji verimliliğinin artırılması, otoparkların daha etkin kullanılması, alternatif yakıtların yaygınlaşması, kirleticilerin azaltılması gibi önlemlerin olumlu etkileri sonucunda oluşan iyileşme ve rahatlamalar yeni araçlı yolculukları teşvik etmekte, ikinci ve daha büyük bir talep dalgasına zemin hazırlanmaktadır.

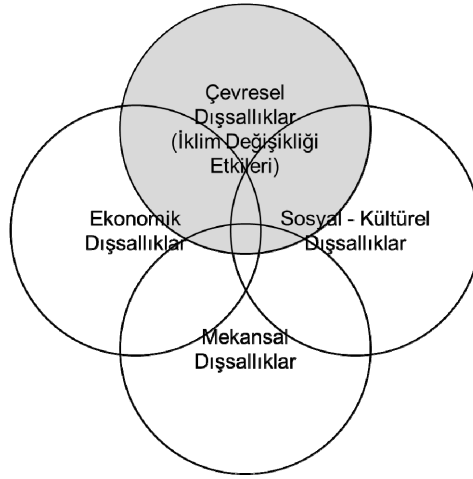
Mevcut ulaşım sisteminden yarar sağlayan sektörler ve taraflar (otomotiv sanayi, petrol sanayi vb.) kökten çözüm üretmeyen, yapısal değişim yaratmayan tersine motorlu taşıt trafiğini artıran bu gruptaki önlemlere daha fazla önem vermekte, bu türdeki çabalar yaygınlık kazanmakta ve gündemde canlı tutulmaktadır.

5. Kentlerde ulaşım sistemlerinin yeniden biçimlendirilerek verimlilik artırılması: Son yıllarda özellikle kent merkezlerinde otomobillerle erişimin kısıtlanması uygulamalarıyla da ortaya çıkan yetersizliklerin çözümü için “toplulu erişim” olarak da tanımlanan yeni çözüm arayışları gündeme gelmekte ve hızla yaygınlaşmaktadır. Bu uygulamalarda yayalaştırma önlemlerine paralel olarak aslında bireysel ulaşım olarak değerlendirilebilecek bisiklet ve küçük elektrikli otomobillerin ortak kullanımı (ortak bisiklet, kiralık bisiklet, ortak mini-oto, kiralık oto havuzları) geliştirilmektedir. Kent merkezlerindeki erişim eksikliklerinin giderilmesinde sürdürülebilir ulaşım çözümleri oluşturulması amacıyla standart toplulaştırma hizmetlerine ilave olarak ücretsiz toplulaştırma servisleri

ile ücretli ve ücretsiz bisiklet kiralama havuzları gibi “kamuya açık bireysel erişim” türleri mevcut toplu taşıma sistemleri arasında dolgu sistemleri olarak geliştirilmekte ve otomobil ihtiyacının azaltılmaktadır.

Sürdürülebilir Ulaşım İçin Yasal ve Kurumsal Düzenlemeler

Sürdürülebilir ulaşım kapsamının sadece iklim değişikliğinden ibaret olmadığı (Şekil 7) ve çok daha geniş bir kapsamı bulunduğu dikkate alındığında “sürdürülebilir ulaşım” konusunun tüm alanlarını kapsayan resmi bir yasal çerçeve ve kurumsal yapılanmanın ülkemizde henüz bulunmadığı söylenebilir. Genel olarak tüm ulaşım ve özellikle daha fazla ve yoğun etkilere sahip kentiçi ulaşım sistemlerinin sürdürülebilirlik çerçevesinde geliştirilmesi, düzenlenmesi ve işletilmesine ilişkin yetki ve süreçlerde boşluklar, tanımsızlıklar ve çelişkiler bulunmaktadır. Sürdürülebilir ulaşım konusundaki bu yetersizlikler, öncelikle sürdürülebilir ulaşım konusunda devlet tarafından açıkça belirlenmiş ve kamuya mal edilmiş politika ve hedeflerin olmamasından kaynaklanmaktadır.

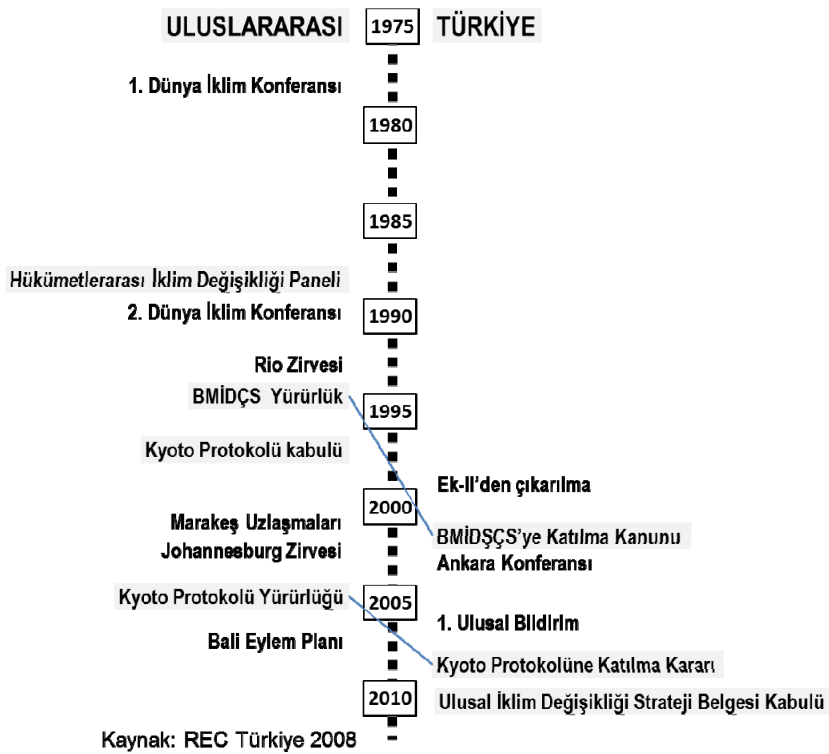


Şekil 7. Sürdürülebilir ulaşımı engelleyen dışsallık alanları.

Özellikle ülke nüfusunun büyük bölümünün yaşadığı ve hareketliliğin yoğunlaştığı kentlerde sürdürülebilir ulaşımın geliştirilmesi için herhangi bir ilke, politika, strateji ve plan bulunmamaktadır. Kentsel ulaşım konusunda ulusal düzeyde politikaları belirleyecek, kentleri yönlendirecek, merkezi düzeyde kaynak oluşturarak dağıtımını yapacak, uygulamaların performansını izleyerek karşılaştıracak, araştırma ve geliştirme projelerini oluşturup yönetecek, yerel projeleri yönlendirecek stratejiler, öncelikler ve hedefleri koyacak, merkezi ve yerel kurumlar arasında eşgüdüm sağlayacak bir birim olmamasından dolayı bu işlevlerin büyük bölümü sahihsiz kalmakta; boşluklar oluşmakta; hatalı, sürdürülemez projeler ve uygulamalar hayata geçirilmektedir (Öncü 2007). Sürdürülebilirlik konusundaki bu belirsizlikler altında, merkezi ve yerel düzeylerdeki farklı kurumlar arasında uygulamalarda büyük çelişkiler oluşmakta, ortaya çıkan projelerin büyük bölümü sürdürülebilir ulaşım ilkeleri ile çelişmektedir.

Brundtland Raporunda (UN 1987) sürdürülebilirlikle ilgili kurumların yapısına ilişkin teşhisler takip eden yıllardaki çabaların odaklandığı alan olmuştur. Brundtland Raporu, "Sorunların ve yeni çözümlerin birbirlerine bağımlı ve bütünleşik yapısı mevcut kurumlarla zıt bir nitelik göstermektedir. Günümüzdeki kurumlar bağımsız, parçalanmış, ve kapalı karar süreçleri ve dar yetkilerle çalışma eğilimindedir." şeklindeki tanımlamasıyla günümüze kadar uzayan kurumsal geliştirme çabalarının hedeflerini tanımlamıştır.

Genellikle sürdürülebilirlik konusunda odak noktası olarak değerlendirilen ancak ağırlıklı olarak ulaşımın sınır aşan küresel çevre etkilerini dikkate alan iklim değişikliği konusunda uluslararası platformda son yirmi yılda hızla gelişen girişimlere ayak uydurma çabaları gecikmeli de olsa ülkemizde sürdürülmektedir (Şekil 8). Bu konudaki kurumsallaşma 2010/18 sayılı Genelge ile ilgili bakanlıkların ve bazı meslek kurumlarının katılımı ile oluşturulan “İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu” ve bu kurul içindeki çalışma gruplarından oluşmaktadır. Sürdürülebilir ulaşım konusu ile ilgili çalışmalar, “Ulaştırma Sektöründe Sera Gazı Azaltımı” konusunda görevlendirilmiş Ulaştırma Bakanlığı’nın koordinatörlük görevini yaptığı çalışma grubu tarafından gerçekleştirilecektir. UNDP tarafından finanse edilen “Türkiye’nin İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı’nın Geliştirilmesi Projesi” kapsamında oluşturulan ve sürdürülebilir ulaşımın iklim değişikliği etkilerine odaklanan “Ulaştırma Sektörü Mevcut Durum Değerlendirmesi Raporu” taslağı da 2010 sonunda (Babalık-Sutcliffe 2010) hazırlanmıştır.



Şekil 8. İklim değişikliği konusunda uluslararası kilometre taşları ve Türkiye.

Ülkemizde Sürdürülebilir Ulaşım ile İlgili Sorunlar

Ülkemizde uluslararası, ulusal ve kentiçi ulaşım hareketlerinin “sürdürülebilir” hale getirilmesinin önünde çeşitli engeller ve sorunlar bulunmaktadır. Bu sorunlar özetle aşağıda tanımlanmaktadır;

- “Sürdürülebilir ulaşım” tanımının kanun, kanun hükmünde kararname, tüzük, yönetmelik ve tebliğ gibi resmi belgelerde henüz yer almaması, kamu kurumlarına ait (özellikle de ulaşımından sorumlu Ulaştırma Bakanlığının) internet sitelerindeki aramalarda hiç bir sonucun geri dönmemesi bu sözcüğün arkasındaki konulara hangi düzeyde önem verildiğinin bir göstergesidir.
- Sürdürülebilir ulaşım konusunda olası politikalar ve stratejilere ilişkin öneriler özellikle Ulusal Kalkınma Planları Hazırlık Çalışmaları sırasında oluşturulmuş özel ihtisas komisyonları raporlarında ve kamuya ait ama kamu dışından uzmanlarla hazırlanan (Kentsel Gelişme Stratejisi gibi) diğer bazı belgelerde yer almaktadır. Ancak bu öneriler, projelere ve uygulamaya yansıtıl-

mamakta, üstelik bu önerilerle çelişen projeler yatırım programlarına alınmakta, uygulanmaktadır.

- Genellikle resmi politikalarla, uygulamaları yönlendiren politikalar arasında çelişkiler ortaya çıkmaktadır. Farklı kurumlar arasındaki politikalar da birbirleriyle ve uygulamalarla uyum göstermemekte, tutarlılık sağlanamamaktadır.
- Sürdürülebilir ulaşım politikaların uygulanmasını sağlayacak yasal çerçeve, kurumsal yapılanma, finansman destekleri bulunmamakta, gündemdeki çabalar ve resmi girişimler “iklim değişikliği” kapsamında yapılanlarla sınırlı kalmaktadır. Sınır aşan uzun dönemli etkilere odaklanılırken yerel ve ağırlıklı daha kısa dönemde olumsuzluklar yaratan ulaşım etkileri gözden kaçırılmakta, gereken önem verilmemektedir.
- Yapılan değişiklikler, uluslararası anlaşmalara ya da AB kurallarına uyum için yapılan zoraki düzenlemeler niteliğine dönüşmektedir. Yeterli düzeyde kişisel, toplumsal ve kurumsal çevre bilinci oluşmadığı için düzenlemeler sürdürülebilir kalkınma ve ulaşım, çevre ve yurttaşların yararı için değil dışarıdan istendiği için yapılmaktadır.
- Uluslar arası kurallara uyum için geliştirilen yeni düzenleyici çerçeve, benimsenmediği, yerel koşullar dikkate alınmadan hazırlandığı, gerekli kurumsal yapı ve denetim mekanizmaları oluşturulmadığı için yeterli düzeyde uygulanamamaktadır.
- Sürdürülebilir ulaşım ve iklim değişikliğinin azaltılması ilkelerine uygun bazı eylemlere ve projelere karşılık çok daha fazla olumsuz proje uygulanmakta ve bu projelerin çevreye olumsuz etkilerine rağmen olumlu etkileri olacağı savunulmaktadır. Örneğin Ulaştırma Sektörü Mevcut Durum Değerlendirmesi Raporunda (Babalık-Sutcliffe 2010) ve TBMM Araştırma Komisyonu Raporunda (TBMM 2008) Marmaray Projesinin olumlu etkilerinin yanı sıra büyük ölçüde olumsuz etkilere sahip İstanbul Boğazı 3. Karayolu Köprüsü ve Karayolu Tünel Geçişi Projelerinin katkılarından söz edilmektedir. Benzer şekilde çevreye en çok olumsuz etki yaratan havayolu yolculuklarındaki artışlar iklim değişikliğine ve sürdürülebilir ulaşım olumlu katkıları yaratacak projeler olarak verilmektedir. 1. Ulusal Bildirimde (Çevre ve Orman Bakanlığı 2007) Büyükşehir Belediyelerinin inşa ettiği ve etmekte olduğu raylı sistem projelerinin yararları açıklanmakta ancak aynı belediyelerin inşa ettiği yeni yollar, katlı kavşaklar ve karayolu tünelleri ile desteklenen uyarılmış karayolu trafiğinin yarattığı yeni çevre hasarlarına değinilmemektedir.
- Uygulanan öneriler yukarıda açıklanan stratejilerden 4. aşamadaki mevcut yapının “iyileştirilmesine” yönelik düzenlemelere odaklanmakta, bu yüzden köklü bir değişim sağlanmadan ikinci bir talep dalgası oluşturmaktadır. Bu aşamadaki önlemler ve uygulamalar sorunları kalıcı biçimde çözememekte, kısa dönemde sıkıntıları azaltmakla birlikte uzun dönemde artırmaktadır.
- Uzman raporlarında yer alan yapısal öneriler uygulamamaya konulmamakta, gerçekleştirilen öneriler kaynakları sürdürülebilir ulaşım ile çelişen sektörlere yönlendirmektedir. Örneğin vergi affı ve devlet hibeleri ile yenilenen yaşlı yük araçları filosu ile kirlenme düzeylerini azaltılmakla birlikte, daha etkin ve adaletli kullanılacak kamu kaynakları sürdürülebilirliğe en çok olumsuz etki yaratan otomotiv sektörünü desteklemekte kullanılmaktadır.
- Proje değerlendirme süreçlerinde ulaşımdaki pek çok olumsuz dışsallığın dikkate alınmamasından ve yeterli ayrıntıda değerlendirilmemesinden dolayı yanlış projeler seçilmektedir (Candan 2010). Proje değerlendirmesinde kullanılacak ve dışsallıkların gerçek maliyetlerini ortaya çıkacak, dolayısıyla sürdürülebilir ulaşım açısından doğru karar verilmesini sağlayacak veriler kamu tarafından toplanmamakta, kullanıma açılmamaktadır.
- Ulaşımında ortaya çıkan dışsallıkların maliyetlerinin bunları yaratanlara ve kullanıcılara yansıtılması için hiç bir girişim yapılmamakta; gürültü, hava kirliliği, erişim kısıtlanması, estetik bozulma gibi dışsallıkların maliyetlerini bunları yaratanlar dışındakiler ödemektedir.
- Ulaşımının olumsuz etkilerinde ortaya çıkan bu hakkaniyetsiz paylaşım özellikle ulaşım altyapısına ayrılan parasal kaynakların projelere dağılımında da geçerlidir.

- Uluslararası kurallara uyum için çabalar gösterilirken sürdürülebilir ulaşımın ulusal, yerel ve bireysel düzeydeki uygulamaları yönlendirecek ve hasarlarını azaltacak politikalar, kurallar ve sınırları tanımlayan kamu kurumları bulunmadığından dolayı sürdürülebilir ulaşım ilkeleri ile çelişen projeler ve uygulamalar her düzeyde görülmekte, özellikle yanlış merkezi ve yerel yönetim proje ve uygulamaları ile sürdürülebilir ulaşım geri dönülmeyecek şekilde hasar görmektedir.

Sonuç: Devlet Sürdürülebilir Ulaşımın Neresinde?

Sürdürülebilir ulaşım konusundaki yapılanmada kamunun, özellikle merkezi yönetimin rolünün güncel ihtiyaçlara göre yeniden belirlenmesi gerekmektedir. Ulaşımın küresel düzeydeki sorunlarını azaltmak için sürdürülen uluslararası çabaların yoğunluğuna karşılık daha aşağıda, ulusal, bölgesel ve yerel düzeylerde boşluklar oluşmaktadır. Ulusal ve bölgesel düzeydeki politikaların, standartların ve düzenlemelerin merkezi yönetim tarafından yapılması konusunda görüş birliği sağlanırken kentsel düzeydeki yetkilerin yerel yönetimlere aktarılması yaklaşımları ile kentlerin ulusal politikalarla yönlendirilmesinde ciddi bir boşluk oluşmuştur. Bu boşluk sadece ülkemizde değil, diğer bir çok ülkede de görülmekte ve ulusal düzeydeki kamu yönetiminin görevlerinin yeniden tanımlanmasını gündeme getirmektedir.

Sürdürülebilir ulaşım konusunda merkezi yönetim düzeyindeki kurumların üstlenmesi gereken işlevler arasında (Crass 2004);

- Sürdürülebilir kentiçi ulaşım için ulusal politikaların çerçevesinin belirlenmesi,
- Kentsel arazi kullanımı, ulaşım, sağlık ve çevre konusunda ulusal politika yaklaşımlarının eşgüdümü,
- Etkin halk katılımı, ortaklık ve iletişimin desteklenmesi,
- Yasal ve düzenleyici çerçevenin sağlanması desteği,
- Fiyatlandırma sistemi ve mali yapının oluşturulması,
- Finansman ve yatırım kaynak ve süreçlerinin iyileştirilmesi,
- Araştırma, izleme ve bilgi toplamasının geliştirilmesi ve
- Mevcut ve öneri kurumlar ve süreçlerin gerektirdiği uzmanlık ve deneyimin oluşturulması (Crass 2007)

konuları vurgulanmakta olup bunların hepsi ülkemizdeki yapı için de geçerli bulunmaktadır (Öncü 2007).

Kamunun sürdürülebilir ulaşım konusundaki yeri ve rolü üç temel nedenden etkilenmekte ve olması gereken yere oturtulamamaktadır. Bunlardan birincisi ulusal düzeydeki kurumların günümüzde ağırlıklı uluslararası ve kısmen de kentler arası ulaştırma düzenlemelerinin çevresel etkilerine odaklanmış olması sebebiyle daha alt düzeylerdeki daha çok olumsuz etki yaratan yerel ulaşım projelerinde sürdürülebilirlik kavramına ters gelişmeler önlenememekte ve uygulamalar sürdürülebilirliğe yönlendirilememektedir. Dünyada ve ülkemizde karar süreçlerinde yerel düzeye daha fazla güç verilirken ulusal düzeyde sürdürülebilir kentsel ulaşımaya yönelik ulusal politikalar ve standartlar açıkça belirlenmemekte, yerel yönetimlerin sürdürülebilir ulaşımaya aykırı uygulamalarına açık kapı bırakılmaktadır.

İkinci neden ise uluslararası çabalar ve “zorlamalarla” oluşturulmaya çalışan politikalar, yaklaşımlar ve kısıtlamalara odaklanılarak sürdürülebilirlik kavramının, uluslararası düzeyde çok önemli olmayan ancak yerel düzeyde etkili olan diğer boyutlarıyla bir bütün olarak uygulanması gerektiği göz ardı edilmesidir. “İklim değişikliğine” odaklı uluslararası çabalar sebebiyle sürdürülebilir ulaşımın ekonomik, sosyal ve mekansal boyutları ve bunların sağlanmasında kamunun üstlenmesi ge-

reken rol gündemde bir türlü öne çıkamamaktadır. Oysa ki ülkedeki ulaşımın karayoluna ve otomobile, kent içinde toplu taşımacılığın dolmuşçuluğa dayalı yapısının değiştirilmesi için kamu hiç bir çaba göstermezken sürdürülebilir ulaşımaya aykırı gelişmeler “serbest rekabet ekonomisi” çerçevesinde denetimsiz bir şekilde genişlemektedir.

Kamunun rolünün net bir şekilde belirlenmesini engelleyen üçüncü nokta ise, bu konudaki yetersizlik ya da mevcut yapıdaki aktörlerin bir kısmının kayıplarına yol açabileceği nedeniyle sürdürülebilir ulaşımaya olumsuz etkileri olacak projelerin önlenmemesidir. Bu tür uygulamalar, kısıtlanmaları gerekirken kamu desteğiyle veya kamu tarafından “sürdürülebilir ulaşım” tanımının arkasında gizlenerek kamuoyuna ve hatta uluslararası topluma sunulmaktadır. Merkezi yönetim düzeyindeki boşluklar ve yetkisizliklerle sürdürülebilir ulaşım ilkelerine aykırı projelerin yerel düzeylerde uygulanmasını sağlayan açıklar bilinçli bir şekilde oluşturulmaktadır. Sürdürülebilir ulaşımaya aykırı yerel projelerin önlenmesi için ulusal düzeyde sürdürülebilir ulaşım politikalarının net ve kesin bir şekilde tanımlanması, yerel uygulamaların bu çerçevede gerçekleştirilmesi için kısıtlamalar ve destekler oluşturulması gerekmektedir. Örneğin kentiçi ulaşımında otomobil kullanımının azaltılarak yaya, bisiklet ve toplu taşıma kullanımının artırılması için yerel yönetimlere hangi kısıtlama ve desteklerin getirileceği açıkça ortaya konmalıdır. Sorun yetkilerin merkezi veya yerel düzeyde kullanılması değil, ulusal düzeyde belirlenmiş sürdürülebilir ulaşım politika ve kararlarının olmaması, uygulamalarda kısıtlayıcı ve destekleyici önlemlerin ve süreçlerin tanımlanmamış olmasıdır. Sürdürülebilir ulaşımın geliştirilmesi için, altyapı sağlamakla yükümlü olan kamuya daha etkin bir görevin, aykırı uygulamalara açık kapı bırakmayacak şekilde tanımlanarak verilmesiyle mevcut ulaşım yaklaşımının temelden değiştirilmesi gerekli ve zorunludur.

Kaynaklar

1. Babalık-Sutcliffe, Ela (2010) Ulaştırma Sektörü Mevcut Durum Değerlendirmesi Raporu, Türkiye'nin İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı'nın Geliştirilmesi Projesi. http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/Ulastirma_SektoruMevcut_Durum_DegerlendirmesiRaporu.pdf
2. Candan, Sibel (2009) Kara Ulaşımı Fayda ve Maliyetlerinin Ölçülmesinin Yöntemleri ve Uygulamalara Etkileri, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
3. Chester, Michail V. (2008) Life-cycle Environmental Inventory of Passenger Transportation in the United States, Institute of Transportation Studies, UC Berkeley. <http://www.escholarship.org/uc/item/7n29n303.pdf>
4. Crass, Mary (2004) Implementing Sustainable Urban Travel Policies: How Can National Governments Help? Conference On Implementing Sustainable Urban Travel Policies in Russia And Other CIS Countries 30 September – 1 October 2004 Moscow. <http://www.internationaltransportforum.org/europe/ecmt/urban/Moscow04/Crass.pdf>
5. Crass, Mary (2007) Seminar On Implementing Sustainable Urban Travel Policies, Smart Program, University Of Michigan, ECMT/International Transport Forum. http://www.um-smart.org/resources/speakers/Crass_ppt.pdf
6. Çevre ve Orman Bakanlığı (2007) Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi. <http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/bildirim1.pdf>

7. Dalkmann, Holger ve Brannigan, Charlotte (2007) “Transport and Climate Change: Module 5e,”Sustainable Transportation Sourcebook: A Sourcebook for Policy-Makers in Developing Countries, the Sustainable Urban Transport Project.
<http://www.sutp.org/dn.php?file=5E-TCC-EN.pdf>
8. ERM (2000), Strategic Environmental Assessment in the Transport Sector: An Overview of legislation and practice in EU Member Satates, Environmental Resources Management, Eurpoean Commission, DG Encironment
9. Öncü, Erhan (2007), “Kentiçi Ulaşımında Karar Süreçleri ve Karar Ölçütleri”, 7. Ulaştırma Kongresi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası.
<http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/3091.pdf>
10. Öncü, Erhan (2009), Kent Merkezlerini Ulaşımından Korumak İçin Ulaşım Önerileri, 8 Kasım Dünya Şehircilik Günü 33. Kolokyumu, 6-8 Kasım 2009, Antalya
11. REC Türkiye (2008) A’dan Z’ye İklim Değişikliği Başucu Rehberi Çok Geç Olmadan Harekete Geçmek İsteyenler İçin, Bölgesel Çevre Merkezi.
<http://iklimplatformu.org/files/BasucuReh.pdf>
12. Sakamoto, K. ve diğerleri (2010) A Paradigm Shift Towards Sustainable Low-Carbon Transport: Financing the Vision ASAP, Institute for Transportation & Development Policy
http://www.itdp.org/documents/A_Paradigm_Shift_toward_Sustainable_Transport.pdf
13. TBMM (2008), Küresel Isınmanın Etkileri ve Su Kaynaklarının Sürdürülebilir Yönetimi Konusunda Kurulan (10/1,4,5,7,9,10,11,13,14,15,16,17) Esas Numaralı Meclis Araştırması Komisyonu Raporu
<http://www.tbmm.gov.tr/sirasayi/donem23/yil01/ss138.pdf>
14. UN 1987, Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future, United Nations (Brundtland Commission Report).
<http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm> (Rapor Metni)
<http://www.un-documents.net/a42r187.htm> (BM Kabul Kararı)

Antalya’da Sürdürülebilir Ulaşım İçin Bisiklet Planı

Ayça ÖNCÜ YILDIZ

Ulaşım-Art Ltd Şti., Şair Nedim Sok., 5/8, A.Ayrancı, Ankara

Tel: (312) 442 62 71

E-Posta: ayca@u-art.com

Sevcan ATALAY

Antalya Büyükşehir Belediyesi -Ulaşım Dairesi Başkanlığı, Termosos Blv, No: 3

Tel: (242) 321 93 60

E-Posta: sevcanatalay@gmail.com

Öz

Kentiçi sürdürülebilir ulaşım türü bisiklete kentlerimizin yöneticileri ve teknisyenlerinin hak ettiği değeri vermediği bilinmektedir. Politikacılar oya dönüşecek yeni yollar, katlı kavşaklar, raylı sistemlerle hedef büyütürken genellikle bisiklet gibi “küçük ve önemsiz” bir unsur unutulmakta, ya da göz ardı edilmektedir. Öte yandan ulaşım alanında çağdaş uygulamaları örnek alan bazı belediyelerin girişimleri sonucunda bisiklet yolları hizmete sunulmaktadır. Ancak açılış haberleri basına yansıyan tekil ve genellikle rekreasyon ve spor amaçlı bisiklet yolları ve bisiklet park yerleri bir türlü beklenen ilgiyi çekmemekte, bakım ve onarımları yapılmamakta, kentlerde daha doğmadan ölen bisiklet altyapısı parçacıklarını oluşturmaktadır.

Birinci yaklaşımda hiç gündeme getirilmeyen, ikinci yaklaşımda ise yetersiz ve eksik bir kapsamda başlatılan ve kısa sürede ölen bisiklet yolları ve şeritleri kentlerimizde “geniş kapsamlı ve bütüncül bir bisiklet ulaşımı geliştirme projesine” dönüşmemektedir. “Nereye bir bisiklet yolu sığdırabiliriz?” sorusuna cevap arayan dar görüşlü yaklaşımlarla bisikletin ulaşımında kullanımında daha ileride bir noktaya gidilmesinin mümkün olmayacağı artık birçok kentimizde yaşanan deneyimlerle ortaya çıkmıştır.

Antalya sahip olduğu coğrafi yapı ve iklim özellikleri sayesinde bisikletin ulaşım amacıyla yaygın olarak kullanıldığı ve kullanım oranlarının daha da artırılabilceği bir kent konumundadır. Artan motorlu taşıt sahipliliği ve kullanımı, yerleşim alanlarının yayılarak genişlemesi ile bisiklet yolculuklarının payının giderek azalmasını önlemek ve bu eğilimi tersine çevirmek için kentiçi ulaşımında bisikletin geliştirilmesi gerekliliği yerel yönetimce fark edilmiş ve bu amaçla Antalya Büyükşehir Belediyesi Kentiçi Bisiklet Kullanımının geliştirilmesi ve altyapısının iyileştirilmesi için 2010 yılında iki çalışmayı ele almıştır. Bunlardan birincisi, Antalya Büyükşehir Alanı Toplulaşım Planlama sürecinde toplulaşım sisteminin yeniden yapılandırılması kapsamında bisiklet kullanıma yeni bir rol ve görev verilmesi amacıyla yaya ve bisiklet ulaşımının toplulaşım sistemi ile bütünleştirilerek geliştirilmesi için hazırlanan “Toplulaşım Bütünleşik Yaya ve Bisiklet Planı”dır. Planın ülkemizdeki parçacı bisiklet uygulamalardan ayırt eden özellikleri ulaşım sisteminin bisikleti diğer bileşenleri ile birlikte bir ulaşım türü olarak ele alıp kent bütününde bir sistem geliştirmesi ve bisiklet düzenlemelerini fiziksel altyapı uygulamaları olarak ele almanın ötesine geçerek bu ulaşım türüne yönelik altyapı düzenlemenin yanında, toplulaşım ile bütünleştirme, işletme ve bakım, yönetimsel yapılanmaya yönelik öneriler geliştirmiştir.

Bildiride, sürdürülebilir ulaşımın geliştirilmesinde birincil aktörlerden biri olarak görülen bisikletin, başarılı dünya örnekleri göz önünde tutularak Antalya’da geliştirilmesi için yapılması önerileri içeren Plan’ın kapsamı ve önerileri özetle sunulmaktadır.

Anahtar sözcükler: Bisikletle Bütünleşik Ulaşım Planlaması, Toplutaşım Bütünleşik Bisiklet Düzenlemeleri, Bisiklet İşletme ve Yönetim Düzenlemeleri, Antalya Bisiklet Planı

Giriş

Kentiçi sürdürülebilir ulaşım türü bisiklete kentlerimizin yönetici ve teknisyenlerinin hak ettiği değeri vermediği bilinmektedir. Politikacılar oya dönüşecek yeni yollar, katlı kavşaklar, raylı sistemlerle hedef büyütürken genellikle bisiklet gibi “küçük ve önemsiz” bir unsur unutulmakta ya da göz ardı edilmektedir. Öte yandan ulaşım alanında çağdaş uygulamaları takip ederek örnek alan bazı belediyelerin girişimleri sonucunda bisiklet yolları hizmete sunulmaktadır. Ancak açılış haberleri basına yansıyan tekil ve genellikle rekreasyon ve spor amaçlı bisiklet yolları ve bisiklet park yerleri bir türlü beklenen ilgiyi çekmemekte, bakım ve onarımları yapılmamakta, kentlerde daha doğmadan ölen bisiklet altyapısı parçacıklarını oluşturmaktadır.

Birinci yaklaşımda hiç gündeme getirilmeyen, ikinci yaklaşımda ise yetersiz ve eksik bir kapsamda başlatılan ve kısa sürede ölen bisiklet yolları ve şeritleri kentlerimizde “geniş kapsamlı ve bütüncül bir bisiklet ulaşımı geliştirme projesine” dönüşmemektedir. “Nereye bir bisiklet yolu sığdırabiliriz?” sorusuna cevap arayan dar görüşlü yaklaşımlarla bisikletin ulaşımında kullanımında daha ileride bir noktaya gidilmesinin mümkün olmayacağı artık birçok kentimizde yaşanan deneyimlerle ortaya çıkmıştır.

Çağdaş ulaşım planlama yaklaşımlarını örnek alan uygulamalarda başarısız olunmasının altında iki önemli neden yatmaktadır. İlk olarak, bisiklet sadece bir cazibe yolunun iyileştirilmesi amacıyla sınırlı alanda uygulanarak, kentsel yolculuklara hizmet edecek işlev yüklenmektedir. Bisiklet altyapısının ve imkanlarının kent genelinde sistem olarak ele alınıp tüm kentsel ulaşım sistemi ile ve kentsel aktivitelerle bütünleştirilmesi zorunludur. Uygulamaların başarısızlığının altında yatan ikinci neden ise bisikletin ulaşım sistemindeki diğer türlerle bütünleştirilmemesi, fiziksel altyapı planlamasından daha fazlasının gerektiğinin farkına varılamamasıdır. Bisikleti çağdaş, çevreci bir ulaşım türü olarak kent hayatına girmesini sağlamak ancak bisikletin kentsel ulaşımın diğer bileşenleri ile eşit olduğunun algılanması ile mümkündür. Bu doğrultuda bisiklete yönelik kent genelinde bütüncül bir fiziksel altyapı planlamasının yanında toplutaşım hizmetleri ve yaya ile bütünleşme, işletme ve bakım ve yönetsel yapılanma önerilerinin birlikte ele alındığı bütüncül bir planlama yapılması zorunludur.

Antalya sahip olduğu coğrafi yapı ve iklim özellikleri sayesinde yaya ve bisikletin ulaşım amacıyla yaygın olarak kullanıldığı ve kullanım oranlarının daha da artırılacağı bir kenttir. Artan motorlu taşıt sahipliği ve kullanımı, yerleşim alanlarının yayılarak genişlemesi ile bisiklet ve yaya yolculuklarının payının giderek azalmasını önlemek ve bu eğilimi tersine çevirmek için kentiçi ulaşımında bisikletin geliştirilmesi gerekliliği farkına varılmış ve bu amaçla Antalya Büyükşehir Belediyesi tarafından, kentiçi bisiklet kullanımının geliştirilmesi ve altyapısının iyileştirilmesi için 2010 yılında iki çalışma gerçekleştirmiştir. Bunlardan birincisi, Antalya Büyükşehir Alanı Toplutaşım Planlaması kapsamında toplutaşım sisteminin yeniden yapılandırılmasında bisiklet kullanıma yeni bir rol ve görev verilmesi amacıyla yaya ve bisiklet ulaşımının toplutaşım sistemi ile bütünleştirilerek geliştirilmesini için hazırlanan “Toplutaşım Bütünleşik Yaya ve Bisiklet Planı”dır. Plan yaya ve bisiklet türlerini kent genelinden bütüncül bir yaklaşımla sistem olarak ele

almış ve fiziksel altyapı düzenlemelerinin yanı sıra toplu taşıma ile bütünleştirme, işletme ve bakım, yönetsel yapılanma önerileri geliştirmiştir. Bu bildiriye yalnızca planın bisiklet türüne yönelik kısmı değerlendirilecek yaya ulaşımına ilişkin önerileri ele alınmayacaktır.

Antalya Büyükşehir Belediyesinin, kentte sürdürülebilir ulaşımın geliştirilmesi için başlattığı girişimlerden bir diğeri ise bisikletin ulaşım amaçlı kullanımının geniş kapsamlı, köklü, ve bütüncül bir şekilde ele alındığı “Bisikletle Bütünleşik Ulaşım Planlaması Çalışmaları”dır. Toplu taşıma Bütünleşik Yaya ve Bisiklet Planına katkıda bulunması hedefiyle eş zamanlı olarak gerçekleştirilen bu çalışmalarda Büyükşehir Belediyesinin teknik kadroları ve danışmanlarına ek olarak kentteki ilgili paydaşları ve Embarq Vakfı -ICE (Interface for Cycling Expertise) kuruluşunun uzmanlarının katıldığı kapsamlı bir çalıştaylar dizisi ile çözüm aranmıştır. Belirli periyotlarda düzenlenen çalıştaylar, alan çalışmaları ve toplantılar halinde gerçekleştirilmiştir.

Makalede ulaşım aracı olarak bisiklete yönelik fiziksel düzenlemelerin genel değerlendirmesi yapıldıktan sonra planlama, yönetim, işletim konuları çeşitli kentlerdeki örnek düzenlemelerle birlikte ele alınmıştır. Ardından Antalya da mevcut bisiklet kullanım özellikleri incelenmiş, Antalya Büyükşehir Belediyesi'nin bisikleti ulaşım planlamasında bütüncül olarak ele alan planlama çalışmaları değerlendirilmiştir. Sürdürülebilir ulaşımın geliştirilmesine de birincil aktörlerden biri olarak görülen bisiklet kullanımının başarılı dünya örnekleri göz önünde tutularak hazırlanan Antalya bisiklet ulaşımını geliştirme projesi, diğer kentlerimize örnek olması amacıyla özetle sunulmuştur.

Kentiçi Ulaşım Biçimi Olarak Bisikletliler

Bisiklet Altyapısı ve Diğer Fiziksel Düzenlemeler

Bisiklet altyapısı ve düzenlemeleri bisikletlilere belirli öncelik ve ayrıcalıklar sağlanmak için yapılan fiziksel değişikliklerdir. Altyapı kullanımında bisikletlilere öncelik ve ayrıcalıklar sağlamanın amaçları şunlardır;

- Farklı hız, manevra ve korunma özellikleri olan motorlu ve motorsuz taşıtların güvenli bir şekilde hareket etmelerini sağlamak,
- Bisikletlilerin yol üzerindeki doğru yerlerini tanımlamak ve bunu bisikletlilere, yayalara ve motorlu taşıt sürücülerine bildirmek,
- Bisikletlilerin yayalarla ve motorlu taşıtlarla kesişme ve çarpışma risklerini azaltmak,
- Bisikletlilere kendi hızları ile güvenli olarak yolculuk yapabilecekleri bir alan tanımlamak,
- Bisikletlilerin kavşak-içindeki hareketlerini yönlendirerek kavşağı kullanan tüm taşıt, bisikletli ve yayaların güvenliğini artırmak ve kapasitenin etkin kullanımını sağlamak,
- Kavşak kuyruklanmalarında bisikletlilere öncelik sağlayarak kavşağı daha önce ve güvenle boşaltmalarını sağlamak,
- Tüm taşıt sürücülerine bisikletlilerin trafik içinde öncelikleri olduğunu göstermek.

Yol Düzenlemeleri

Bisikletlilerin herhangi bir öncelik ve ayrıcalık olmaksızın genel trafik için yapılmış yol şeritlerini ve kavşakları “**karışık trafik**” içinde kullanması ile oluşan bir durumdan, bisikletlilere sağlanan koruma ve ayrıcalıklar kademeli olarak yükseltilerek, bisikletlilerin diğer trafikten tamamen ayrıldığı bir şebeke üzerinde, diğer trafikten bağımsız bir yolculuk yapmalarını sağlayan “**tam ayrımlı**” duruma kadar farklı ayırım düzeylerinde, farklı ad ve özelliklerde çeşitli tasarım ve uygulamalar geliştirilmiştir.(Schepel ve diğ, 2009)



Şekil-1. Fiziksel Düzenlemelerle Bisiklet Koruma Düzeylerinin Değişimi.

Kavşaklar ve Işıklı Sinyal Düzenlemeleri

Motorlu taşıtların, yayaların ve bisikletlerin kesişme noktaları olan kavşaklardaki fiziksel ve işletme düzenlemelerinin, korunması gereken kullanıcı guruplarının, diğer bir deyişle yaya ve bisikletlerin güvenli ve motorlu taşıtlara göre önceliklerle kullanımını sağlayacak şekilde olması gereklidir. Geçmişte kavşak düzenlemelerinin fiziksel ve işletme (sinyal zamanlaması gibi) planlamasında yaya ve bisikletleri fazla dikkate almadan, motorlu taşıtlara odaklanarak çözümler geliştirilmiş ve öncelik taşıt trafiğine vermiştir. Yaya ve bisiklet kazaları ve bekleme süreleri yerine, taşıtların zaman kaybı, kazaları ve kuyruk uzunlukları dikkate alınarak düzenlemeler geliştirilmiştir. Ancak günümüzde çevreye ve enerji kullanımına artan duyarlılıkla birlikte öne çıkan bisiklet kullanımının daha güvenli koşullar altında gerçekleştirilmesi için özellikle kara noktalar olan kavşakların tasarımı yeni bir yaklaşımla gözden geçirilerek bisikletliler için iyileştirmeler yapılmaya başlanmıştır.

Kavşaklarda bisikletlerin güvenlik ve önceliğinin artırmak amacıyla yapılanların başında *ışıklı bisiklet sinyalleri* ve fiziksel düzenlemeler ve sinyallerle sağlanan *bisiklet kutusu* (bike box) gelmektedir. Sinyal düzenlemelerinde bisikletlilere ayrı süreler verilerek taşıt-bisikletli-yaya kesişmelerini ortadan kaldırılarak bisikletlilerin kendilerine ayrılmış süreler içinde kavşakları kullanmaları sağlanmaktadır. Bisiklet kutusu düzenlemelerinde ise motorlu taşıtların “dur” çizgileri 2-3 metre geriye alınarak kırmızı ışıkta duruş sırasında sadece bisikletlilerin kullandığı bir kutu yaratılmaktadır. Motorlu taşıtların önünde bekleyen bisikletlilere, bir kaç saniye önce yeşil ışık süresi verilerek, kavşağı daha erken etmeleri, dönüş için sol şeride geçmeleri ve kavşaktan sonra yeniden başlayan bisiklet şeridine kolay ve güvenli erişimleri sağlanmaktadır

Karışık Trafikte Bisiklet Kullanımı (Konya)



Yol Kenarında Bisiklet Şeridi (ABD)



Park Şeridi ve Kaldırım Arasında Bisiklet Şeridi (Danimarka)



Bisiklet Bulvarı (ABD)



Bisiklet için Geniştirilmiş Trafik Şeridi (ABD)



Park-Trafik Şeridi Arasında Bisiklet Şeridi (Hollanda)



Fiziksel Engelle Ayrılmış Bisiklet Şeridi (İspanya)



Yaya ve Bisiklet Paylaşlı Yollar (Almanya)



Fotoğraf 1. Bisiklet Altyapısı Düzenlemeleri.

Işıklı Bisiklet Sinyali Düzenlemesi



Bisiklet Kutusu Düzenlemesi



Fotoğraf 2. Kavşaklarda Bisiklet Önceliği için Düzenlemeler (Hollanda)

Bisiklet Park Yerleri

Bisiklet kullanımının temel unsurlarından birisi, iş, iş takibi, okul, alışveriş gibi belirli bir amaca yönelik olarak yapılan yolculukların başlangıcında ve sonunda bu faaliyetler gerçekleştirilmesi sırasında bisikletlerin kilitleneceği (park edileceği) güvenli tesislerin bulunmasıdır. Talebe cevap veren yeterli sayıda bisiklet park yeri sağlamak, bisiklet kullanımını arttırıcı bir etkidir. Bisiklet park yerlerinin konumları, sayıları, büyüklükleri, tasarımları ve çeşitleri kullanıcıların ihtiyaçlarına cevap vermeli, ekonomik olmalı ve tasarımı ile kente imajına katkıda bulunmalıdır. Park yerleri yolculukların varış noktasına yakın yerleştirilmeli, güvenli olmalı, bisikletleri kötü hava koşullarından korumalı ve sunulan hizmetin bedeli düşük olmalıdır. Kullanıcıların ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde doğru seçilmiş bisiklet park yerlerinin sadece bisiklet kullanıcıları üzerinde değil tüm kentliler ve kent mekanı üzerinde olumlu etkileri vardır. Bisikletlilerin gereksinmelerine cevap veren kaliteli bisiklet park yerleriyle bisiklet kullanımı artacak, bisikletlere yönelik suç azalacak ve kent mekanına olumlu katkılar yaratacaktır.(Sapape ve Goderfrooj, 2009)

Alt ve Üst Geçitler

Motorlu taşıt trafiğinin kesintisiz olduğu otoyollar ile demiryolları, kentiçi raylı sistemler, akarsu gibi doğal eşiklerin aşılmasında bisikletler için alt ve üst geçitler yapılmakta, genellikle bu tesisler yayaların da kullanabileceği şekilde tasarlanarak hizmet vermektedir.

İşaretleme

Bisiklet altyapısının etkin bir şekilde kullanılması ve güvenliğin artırılması için bisikletlilere, motorlu taşıt kullanıcılarına ve yayalara altyapı ve kullanımı konusunda işaretlemelerle bilgi verilmesi gereklidir. Bu bilgilendirme araçları, kullanım yerleri açısından yol üzerine çizilen işaretlemeler (yatay işaretlemeler), yol kenarı levhaları (dikey işaretlemeler) ve ışıklı trafik lambaları olarak üç farklı şekilde kullanılmakta; verdikleri bilgilerin nitelikleri açısından yasaklama, düzenleme ve bilgilendirme işaretleri olarak gruplandırılmaktadır.

Kaldırım Üzeri Bisiklet Parkları



Bisiklet Parkı Dolabı (ABD)



İstasyon Önü Açık Bisiklet Parkı (Hollanda)



Metro İstasyonunda Bisiklet Parkları (ABD)



Fotoğraf 3 Çeşitli Bisiklet Park Yeri Düzenlemeleri.



Fotoğraf 4. Çeşitli Bisiklet Köprüsü ve Bisiklet Üstgeçidi Düzenlemeleri (Hollanda).

Toplutaşımınla Bütünleşme

Bisiklet kullanımında en önemli kısıt, bisiklet yolculuklarının mesafesine, kullanıcının fiziksel özelliklerine, iklim ve topografya koşullarına bağlı olarak kullanıcıda yorgunluk oluşması ve bisiklet kullanımının kısa ve orta mesafelerdeki yolculuklarda kullanılması, daha uzun yolculuklarda çekiciliğini kaybetmesidir. Bu sorunun çözümü için her ülkede kullanılan en etkin çözüm, bisiklet yolculuklarının toplutaşım yolculuklarıyla bütünleştirilmesi olmaktadır. Toplutaşım yolculukları klasik anlamda iki ucunda yaya yolculuğu bulunan ve arada toplutaşım aracı

kullanılarak gerçekleştirilen yolculuklardır. Erişim alanının genişletilmesi için bisikleti toplu taşıma yolculuğuna bütünleştiren alternatif yöntemler bulunmaktadır: Bu yöntemler;

Tek bir bisikletle toplu taşıma-bisiklet aktarması: En yaygın olarak kullanılan bu yöntemde kullanıcılar bisikletleriyle toplu taşıma araçlarına (otobüs, tramvay, metro, banliyö treni) aktarma yapacakları noktaya kadar gelmekte, burada bisikletlerini açık veya kapalı bisiklet park yerlerine, çok katlı bisiklet garajlarına, dolaplarına veya açık alanlardaki park yerlerine kilitleyerek toplu taşıma aracıyla uzun mesafeli yolculuklarını gerçekleştirilerek, diğer uçta yürüyerek varış noktalarına ulaşmaktadırlar. Bisikletle toplu taşıma erişim (bike and ride) olarak adlandırılan bu uygulamada konut ucunda erişim bisikletle, merkez ucunda ise yaya olarak yapılmaktadır.

Bisikletin toplu taşıma aracı içinde veya dışında taşınması: Bisikletle aktarma, talep düzeyinin yüksek olmadığı ve genellikle zirve saatler dışında belirlenen toplu taşıma araçlarının içinde, araçların önüne ve arkasına monte edilen kilitleme yerlerinde, raylı sistem araçlarına eklenen ayrı vagonlarda taşınmasıyla gerçekleşmektedir. Bisikletli yolcular toplu taşıma aracından indikleri duraktan itibaren yolculuklarına tekrar kendi bisikletleriyle devam edebilmektedirler. Ancak bir bisiklet 3-4 ayakta yolcu kadar yer kapladığı için toplu taşıma araçlarının dolu olmadığı zirve saatler dışında uygulanmakta ve zirve saat bisiklet talebine çözüm olmamaktadır.

Bisiklet kiralama: Yolcu sayısının artırılması ve demiryoluna daha geniş bir alandan erişim sağlanması amacıyla birçok demiryolu idaresi yolculara bisiklet kiralama hizmeti vermektedir. Böylece demiryolu istasyonlarına bisikletle ulaşarak bisikletlerini park eden yolcuların demiryoluna aktarma yapması mümkün olmakta, demiryolunu kullanarak merkeze gelen yolcuların kent merkezinde kiraladıkları ikinci bisikletle yolculuklarının tamamlamaları sağlanmaktadır. Benzer uygulamalar, çalışma yerleri (örneğin fabrikalar tarafından), üniversiteler gibi kurumlar tarafından da ağlanan ortak bisiklet havuzları ile gerçekleştirilmektedir.

Bisiklet Paylaşım Uygulamaları

Yolculukların yoğunlaştığı kent merkezlerinde kentlilerin nihai varış noktasına eriştirilmesi için geliştirilen en önemli uygulama kiralık bisiklet (ortak bisiklet, kent bisikleti) uygulamalarıdır. Tüm dillerde yeni benimsenmeye başlanan bu tanım “yaygın hizmet noktalarından, kişilerin işlemini kendilerinin yapmasıyla gerçekleşen (self-servis), kısa süreli bisiklet kiralama” hizmetidir. 2010 yılı başında dünyanın 27 ülkesindeki 114 kentte toplam 102 bin bisikletlik bir filo ile ortak bisiklet projesi (Avrupa’da yüzün üzerinde kentte örneğin Fransa’da 31, İtalya’da 22, İspanya’da 19 kentte) uygulanmaktadır. Paris’te uygulanmakta olan Velib (Velo Libre: Hür Bisiklet) projesiyle 300 metre aralıklarla kent geneline yerleştirilen 1400 noktadan, 20 bin bisikletle günde 70-200 bin yolculuk yapılmaktadır (<http://www.velib.paris.fr/>).

Paris - Fransa



Dublin - İrlanda



Fotoğraf 5. Bisiklet Paylaşım Örnekleri.

Bisiklet İçin İşletme ve Yönetim Düzenlemeleri

Yasal ve İdari Yapılanma

Bisiklet kullanımının yaygın olduğu ölkelerde yasal çerçeve bisikletler dikkate alınarak yeniden gözden geçirilmekte ve yeni yaklaşımlarla güncelleştirilmektedir. Birçok ölkede yerel yönetimler ve diğer ulaşım idareleri bisiklet ulaşımının geliştirilmesi için yeniden yapılanmaktadır. Bir yandan ulusal düzeyde yeni birimler kurularak bisiklet ulaşımı konusunda yeni politikalar oluşturulurken, bunların uygulamadaki standartları geliştirilmekte, diğer yandan da bisiklet altyapısında gerekli finansmanın temini için kaynaklar yaratılarak yerel yönetimlere dağıtılmakta, bisiklet teknolojisinin gelişimi için çalışmalar yapılmaktadır. Böylece bisikletlilerin haklarını ve önceliklerini öne çıkaran, trafikteki öncelikleri yeniden düzenleyen, bisikletlilerin korumasına önem veren ve bisikletlilerin yol ve trafik içindeki yerini açıkça tanımlayan yeni yasal düzenlemeler sayesinde bisiklet kullanımı güvenliği arttırılmakta ve bisikletlilerin imajı yükseltilmektedir (Pardo,2009).

İşletme, Bakım ve Onarım

Bisikletliler için planlanan, tasarlanan ve uygulamaya konan bisiklet yolları ve şeritleri, işaretlemeleri gibi fiziksel altyapının sürekli olarak bakımı, onarımı ve işletilmesi gerekmektedir. Gerekli bakım ve onarımı yapılmayan altyapı kısa sürede kullanımı olumsuz etkilemekte, kullanıcıların güvenliği ve konforu azaltmaktadır. Bisikletler karışık trafik içinde ve kendilerine ayrılmış yolların ve şeritlerin yüzeyinde oluşan fiziksel engellere (öpler, bitki dalları, yağmur suyu, çamur ve sel artıklarının birikmesi, ayırıcı bordür gibi elemanların kırılması, şeridi kapatması, yoldaki işaretlerin eskiyerek okunmaz hale gelmesi) karşı çok duyarlıdırlar. Yerel yönetimler bu sorunları ortadan kaldırmak için bakım ve onarım faaliyetlerini sürekli olarak sürdürecektir birimler oluşturularak altyapı “işletmesini” gerçekleştirmektedirler. Bisiklet ulaşım altyapısı bir kez planlanarak inşa edilen ve kullanıma açılan bir fiziksel altyapı olarak algılanmamalı sürekli ilgi, izleme, bakım ve onarım gerektiren bir işletmeciliği sağlamak için ilgili birimler organize edilmelidir.

Finansman

Bisiklet ulaşımının geliştirilmesi ve geliştirilmiş sistemin işleyişinin sürdürülmesi için gerekli kaynakların bir kaç ana konuda gruplandırıldığı gözlenmektedir. Bunlar;

- kullanıcı bireyler tarafından karşılanan bisikletlerin satın alınması (araç yatırım) giderleri,
- kullanıcılar tarafından üstlenilen bisiklet tamir, bakım ve işletme (araç işletme) giderleri,
- çoğunlukla kamu tarafından üstlenilen bisiklet ulaşımına uygun bir altyapı (bisiklet yolları, sinyalleri, park yerleri ile) oluşturma giderleri (altyapı yatırım giderleri),
- oluşturulan bu altyapının yine kamu tarafından karşılanan bakım, onarım ve işletme (altyapı işletme) giderlerinden oluşmaktadır.

Bu giderlerden ilk ikisi önemli düzeylere ulaşmayarak çok sayıda birey tarafından karşılanmaktadır. Bisiklet ulaşımı bütçesinde en önemli yeri tutan bisiklet kullanımına uygun altyapı oluşturulması ve bu altyapının işletilmesi giderleri ise kamu tarafından karşılanmaktadır. Birçok ölkede bisiklet kullanımının geliştirilmesi için gerekli parasal kaynakların yerel, bölgesel ve ulusal düzeyde oluşturulması ve bu kaynakların sürekliliğinin sağlanması amacıyla yasal düzenlemeleri de içeren çok boyutlu iyileştirmeler yapılmış, trafik sıkışıklığı yaratan, kazalara sebep olan, hava kirliliği ortaya çıkaran motorlu taşıtların yerine bisikletlerin altyapısının iyileştirilmesi öncelikle hedeflenmiştir. Bisiklet altyapısının geliştirilmesi, motorlu taşıt altyapısının geliştirilmesinden çok daha ucuza mal olduğu ve daha az kaynak gerektirdiği için yaratılan kaynaklarla daha yaygın ve daha fazla kullanıcıya hizmet eden fiziksel gelişmeler ortaya çıkmıştır. Böylece bütçeden ulaşım

ayrılan birim kaynak başına hizmet sunulan kişi sayısının artması ve kaynakların daha çok kişiye dağılması mümkün olmaktadır.

Özellikle yerel yönetimlerin bütçelerinin her yıl belirli bir payını bisiklet ulaşımına ayırmaları ve bu payın sürekli olarak artırılması ile bisiklet ulaşımının yatırım, işletme ve bakımı için gerekli kaynakların sürekliliği sağlanmıştır. Birçok ülkede bisiklet ulaşımı için kullanılacak kaynaklar, motorlu taşıtlardan toplanan vergilerden oluşmakta; böylece hem motorlu taşıt trafiğinin azaltılması, hem de bisiklet ulaşımının arttırılması parasal olarak desteklemektedir.

Eğitim ve Bilgilendirme

Bisiklet kullanımı konusunda ilgili tarafların eğitimi giderek önem kazanmaktadır. Bisiklet eğitimi ve bilgilendirme programları farklı hedef gruplara yönelik olarak farklı kapsamlarda sürdürülmektedir. Bu programlar; kamuoyuna, mevcut ve potansiyel bisiklet kullanıcılarına, eğitim çağındaki genç kullanıcılara okul ve okul dışı programlarla, yaşlı kullanıcılara, motorlu taşıt sürücülerine, trafik polislerine farklı kapsam ve sürelerde verilmektedir. Özellikle gelişmiş batı ülkelerinde bisikletlilerin eğitimi konusunda hem kamu, hem de gönüllü kuruluşların oluşturduğu organizasyonlar görev yapmaktadır.

Antalya’da Bisiklet Kullanımı

Antalya’da bugün yeterli altyapı bulunmamasına rağmen ulaşımda bisiklet kullanımı az da olsa görülmektedir. Yapılan araştırmalarda kullanımının uygun iklim ve topografya koşulları sebebiyle geçmiş dönemlerde daha fazla olduğu bildirilen bisiklet kullanıcılarının, motorlu iki tekerlekli araçlara (moped ve motosikletlere) kaydığı görülmüştür. Kentte bisiklet ulaşımının gelişmemesinin başlıca sebepleri arasında;

- kentin yayılarak konut alanlarının bisiklet erişimi dışında kalması,
- motorlu iki tekerleklielerin ucuzlaması ve yaygınlaşması,
- motorlu taşıt trafiğinin artışı ile güvenli bisiklet kullanım imkanlarının azalması,
- yapılan katlı kavşaklar ve diğer düzenlemelerle karayolu trafik hızlarının ve bisiklet kullanım risklerinin artırılması,
- güvenli bisiklet kullanımını sağlayacak bisiklet şeritleri ve yollarının yapılmaması,
- güvenli bisiklet park yerlerinin bulunmaması,
- trafikte bisiklet kullanıcılarına öncelik verilmemesi,
- düzensiz ve aşırı arza sahip minibüslerin rekabetle yolcuları kendilerine çekmesi gibi sebepler sıralanabilir.

Mevcut Yapıdaki İmkanlar

Antalya’da hiç bir destekleyici ve koruyucu önlem ve düzenleme olmamasına rağmen, önemli düzeylere ulaşan bisiklet kullanımının daha da geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması için bir çok imkan ve sebep bulunmaktadır.

Bisiklet Kültürü: Bir ulaşım biçimi olarak toplumun tüm kesimleri benimsemese de, Antalyalılar için bisiklet geçmişten gelen geleneksel bir ulaşım aracı, günlük yaşamın bir parçasıdır.

Topoğrafya: Antalya’nın fazla engebeli olmayan düz bir alanda yerleşmiş bulunması bisiklet kullanımı için önemli bir avantaj olarak ortaya çıkmaktadır.

Kentin Yoğunluğu: Antalya’da, yolculukları çeken ticaret, eğitim, kültür, dinlence gibi eylem odaklarının oldukça yoğun olarak dar bir alanda yerleştiği için, çalışma ve konut bölgelerinin bisiklet erişim sınırları içinde kalmıştır. Örneğin bisikletle saatte ortalama 20 km/s hızla yolculuk yapıldığında (anketler bu hız 25 km/s bulunmuştur) kentin büyük bölümü 4 km yarıçapında yani 12 dakikalık yolculuk mesafesi içinde kalmaktadır. Her biri 1,5 dakikalık bisiklet yolculuk mesafelerini gösteren halkalar dikkate alındığında, kentin en dışındaki alanlara bile 30 dakikalık bir bisiklet yolculuğu ile erişilebilmektedir (Şekil-2).



Şekil-2. Kent Merkezinden Bisikletle Erişim Mesafeleri.

İklim: Yazın belirli aylardaki yüksek sıcaklıklara rağmen, en düşük sıcaklıkların 6 derecenin altına düşmediği için Antalya’nın iklimsel koşulları, bisiklet kullanımı için oldukça uygundur.

Turizm: Antalya dünyanın sayılı turizm merkezlerinden biri olarak, kentin tarih, kültür ve ticaret odaklarını ziyaret eden milyonlarca bisiklet ulaşımına alışkın turisti konuk etmektedir.

Yoğun Motosiklet Kullanımı: Kentte motosiklet ve moped kullanımının giderek yayılma eğilimi, belirli kısıtlamalar, önlemler ve desteklerle bisiklet kullanımına dönüştürülebilir.

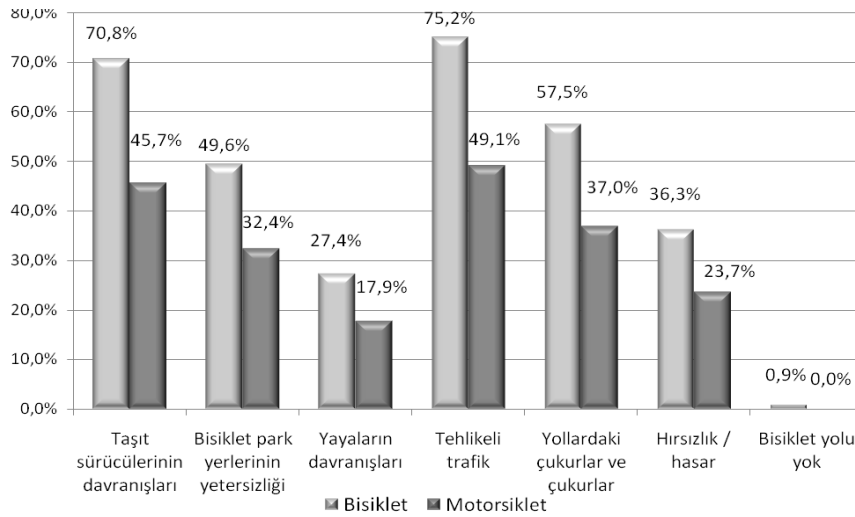
Bisiklet Ulaşımında Yaşanan Sorunlar ve Yetersizlikler

Antalya’da geçmişte yapılan ulaşım planlama çalışmalarında mevcut bisiklet kullanımına veya bisikleti ulaşım türü olarak geliştirmeye yönelik herhangi bir çalışma yapılmamıştır. 2010 yılında Antalya Büyükşehir Belediye Alanı Toplu Ulaşım Planlama çalışmaları ile paralel olarak Büyükşehir Belediyesi ile EMBARQ Vakfı “Bisiklet Entegre Ulaşım Planlaması” Çalıştaylarını düzenlenmiş ve Antalya kent merkezinde bisiklet ve motosiklet kullanımına yönelik iki ayrı alan çalışmasında anket ve sayımlar yapılmıştır.

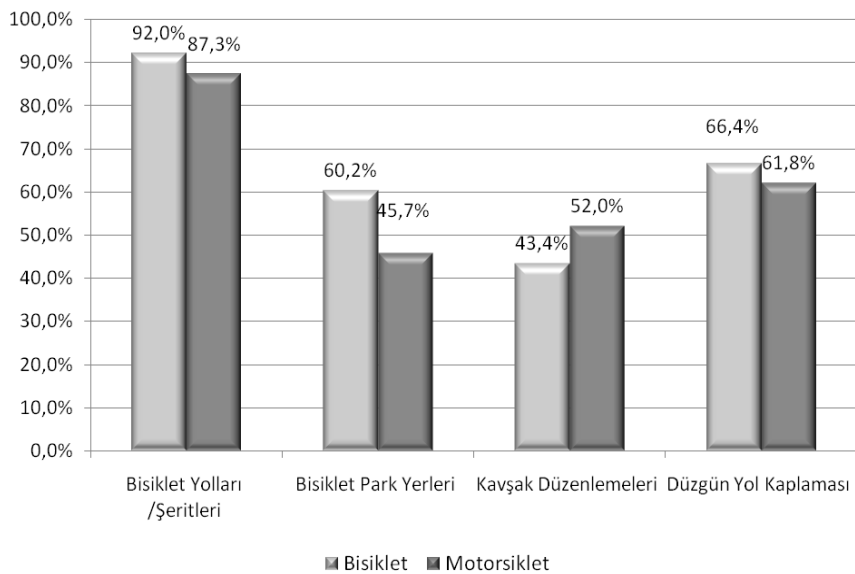
İlk alan çalışması 23-25 Haziran 2010 tarihinde merkez alanda belirlenen dört bölgede yapılan anketler ve merkez alanda seçilen güvenlik (MOBESE) kameralarından alınan kayıtlardan yapılan bisiklet ve motosiklet sayımlarını kapsamaktadır. İkinci alan çalışması ise okulların açık olduğu ve tatil sezonunun bitmekte olduğu 07 Ekim 2010 tarihinde gerçekleştirilmiştir. İkinci sayım çalışması alanda görevliler tarafından yapılmış ve sadece bisikletleri kapsamıştır.

Bisiklet kullanıcılarının her gün karşı karşıya kaldığı sorunlar ve yetersizlikler kullanıcılarla bire bir yapılan anketlerde açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Yapılan anketlerde bisiklet kullanıcılarının %75,2'si tehlikeli trafikten, % 70,8'i ise özellikle taşıt sürücülerinin davranışlarından şikayet etmektedir. Şikayet edilen diğer konular %57,5 ile yollardaki çukurlar, %49,6 ile bisiklet park yerlerinin yetersizliği ve % 36,3 ile hırsızlık ve hasardır (Şekil-3).

Bisiklet kullanıcılarının çok küçük bir kısmı bisiklet yollarının olmayışından şikayet etmektedir. Aslında tehlikeli trafik ve taşıt sürücülerinden şikayet edenler bisiklet yolu olmaması nedeniyle bunlardan şikayet ettiklerinin bilincinde değildirler. Bunun nedeni ülkemizde ve Antalya'da etkin bir şekilde kullanılan, bakımı yapılan ve denetlenen bisiklet yollarının olmayışıdır. Bisikletlilerin şikayetleri genel olarak değerlendirildiğinde önemli kısmın altyapı eksikliğinden kaynaklanan kolayca giderilebilecek konulardır. Anketlerde Antalya'da bisiklet kullanımının iyileştirilmesi için neler yapılması gerektiği sorulmuş, bisiklet kullanıcılarının %92'si "bisiklet yolları ve bisiklet şeritlerinin" yapılmasını gerekliliğini belirtmiştir. Bunu düzgün yol kaplaması, bisiklet park yerleri ve kavşak düzenlemeleri gerekliliği izlemektedir(Şekil-4).



Şekil-3. Bisiklet / Motorsiklet Kullanıcılarının Şikayet Ettikleri Konular.



Şekil-4. Bisiklet Kullanımı Geliştirmek, İyileştirmek İçin Öneriler.

Yapılan gözlemler ve incelemeler sonucunda mevcut yapıdaki sorunlar ve yetersizlikler şu ana başlıklarda toplanmıştır;

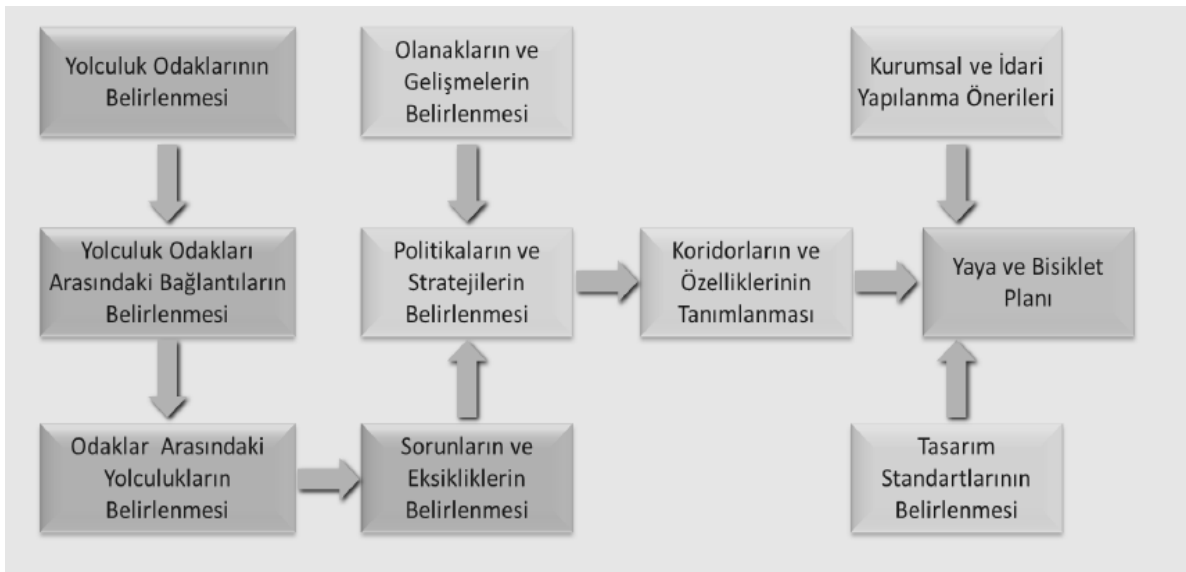
- Antalya’da özellikle kent merkezinde bisiklet kullanımını güvenli hale getirecek fiziksel düzenlemeler (bisiklet şeritleri ve yolları gibi) ve diğer bisiklet altyapısı bulunmamaktadır.
- Bisikletler karışık trafik içinde, herhangi bir önceliğe sahip olmaksızın, tehlikeli koşullarda yolculuklarını yapmaktadır.
- Yol yüzeyindeki düzenlemeler ve bakım, bisikleti dikkate almadan yapılmakta, yolun sağında motorlu taşıtlar için önemsiz olan yüzey bozuklukları ve engeller bisikletler için ciddi riskler oluşturmaktadır.
- Kentin tüm koridorlarında düzensiz ve kural dışı yol boyu parklar denetlenmediği için yaygınlaşmakta ve bisikletlileri akan trafik şeridini kullanmaya zorlamaktadır.
- Bisiklet kullanımı küçük yaşlarda edinilen bir alışkanlık olarak gelişmektedir. Bisikletlilerin davranışlarının kurallara uygun biçimde şekillenmesini sağlayan geniş kapsamlı, erken yaşlarda başlayarak yıllar sürecek, eğitim programları yoktur.
- Kentin hızla yayılması ve sanayi alanlarının kentin kuzeydeki dış noktalarda planlanması, düşük gelir grubunun konut alanlarından sanayi alanlarına yapılan iş yolculuklarının mesafesini uzatacak ve bu yolculuklar için bisiklet tek başına bir alternatif olmaktan çıkacaktır.

Antalya Toplutaşımına Bütünleşik Bisiklet Planı

Bisiklet ve Yaya Planı Hazırlanma Yöntemi

Toplutaşımına Bütünleşik Yaya ve Bisiklet Planı hazırlanmasında aşağıdaki yöntem ve aşamalar izlenmiştir (Şekil-5).

- Yolculuk Odaklarının Belirlenmesi: Toplutaşımına bütünleşik bisiklet ulaşımının geliştirilmesi hedefi kapsamında, öncelikle kentteki toplutaşım başta olmak üzere her türlü ulaşım biçimi kullanılarak erişilen yolculuk odakları belirlenmiştir.
- Yolculuk Odakları Arasındaki Bağlantıların Belirlenmesi: Kentteki önemli yolculuk odaklarını birbirine bağlayan ulaşım altyapısı (yollar, raylı sistem hatları, otobüs durakları) ve hizmetler (seferler, hatlar) belirlenmiş, yolculuk başlangıç ve bitiş noktalarına uyumu değerlendirilmiştir.



Şekil-5. Yaya ve Bisiklet Planı Hazırlama Aşamaları.

- Odaklar Arasındaki Yolculukların Belirlenmesi: Odak bağlantılarıdaki yolculuklar ve yolcuların özellikleri, hacimleri, zirveleşmesi, kullanılan ulaşım tür ve hizmetleri mevcut ve toplanabilen verilerle değerlendirilmiştir.
- Sorunların ve Eksikliklerin Belirlenmesi: Bu aşamada mevcut yapı içinde yolculuk odakları arasındaki yetersizlikler, darboğazlar, eksik bağlantılar ve hizmetler belirlenmiştir.
- Olanakların ve Gelişmelerin Değerlendirilmesi: Antalya'daki ulaşım sisteminde mevcut olan ancak yeterince değerlendirilmeye, göz ardı edilen olanaklar ve imkanlar belirlenmiştir. Aynı zamanda uluslararası deneyimler ve uygulamadaki iyi örnekler araştırılarak Antalya koşullarına uygulanabilirliği değerlendirilmiştir.
- Politikaların ve Stratejilerin Belirlenmesi: Uygulamaya konacak Toplutaşım Yeniden Yapılanma Planı önerileri ile bütünleşecek, kentte yaya ve bisiklet ulaşımının rolleri ve görevlerini yeniden tanımlayan temel politikalar ve stratejiler belirlenmiştir.
- Koridorların ve Özelliklerinin Tanımlanması: Bu aşamada bisiklet ulaşımına ilişkin mekanda temel kararların alınmasına başlanmış, koridorların rolleri tanımlanmış, hangi ulaşım türünün, hangi koridorlarda, hangi rolleri üstleneceği belirlenerek, bisiklete ayrılan alanlar, kaldırımları geliştirilecek koridorlar, bisiklete ayrıcalık getirilecek bağlantılar tanımlanmıştır.
- Tasarım Standartlarının Belirlenmesi: Bu aşamada dünyanın çeşitli kentlerinde ve ülkemizde kullanılan tasarım standart ve kılavuzları incelenmiş ve plan kararlarında dikkate alınmıştır.
- Kurumsal ve İdari Önlemlerin Belirlenmesi: Bisiklet Planının uygulanmasını kolaylaştıracak kurumsal ve idari yapılanma düzenlemeleri, kaynak yaratma ve uygulama stratejileri gibi fiziksel olmayan önlemler ve kararlar bu aşamada tamamlanmıştır.
- Bisiklet Planı: Tüm aşamaların tamamlanmasından sonra alınan kararlar ve tanımlanan projeler Bisiklet Planı olarak bütünleştirilmektedir.

Bisiklet Ulaşımı Konusundaki Politikalar ve Kararlar

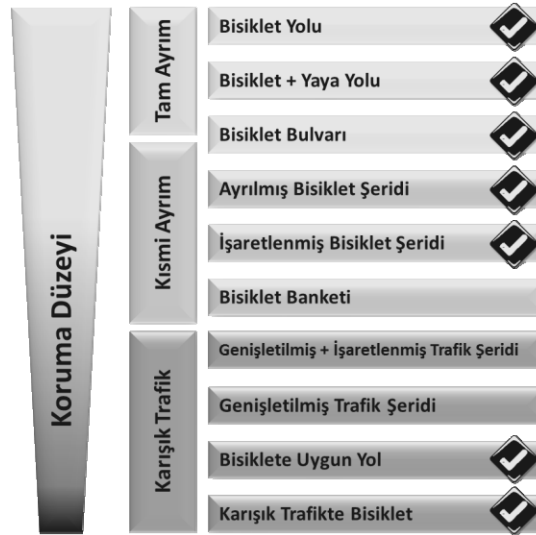
Yapılan araştırmalar ve düzenlenen çalıştaylar sonucunda, kent bütününde benimsenen politika ve kararlar şunlardır:

- **Tüm ulaşım planlama ve projelendirme çalışmalarında bisiklet ulaşımı yayalarla birlikte öncelikli kullanıcı grubu olarak değerlendirilmelidir.**
- Bisiklet kullanım kalitesinin artırılarak taşıt trafiği içinde bisiklet sürüş stresinin azaltılmasının sağlanması ve bisiklet kullanımının güvenliği artırılmalıdır.
- Bisiklet kullanımı toplumun tüm kesimleri için ulaşım alternatifi haline getirilmelidir,
- Bisiklet kullanımındaki cinsiyet ayrımı ortadan kaldırılmalı, kadınların sosyal yaşamda ve ulaşımındaki dezavantajlarının azaltılmasında bisiklet bir araç olarak kullanılmalıdır,
- Bisiklet kullanımı kentsel planlama aşamasında dikkate alınarak kent yapısı ve ulaşım sistemiyle bütünleştirilmeli, bisiklet öncelikli planlama ve ulaşım çözümleri geliştirilmelidir.
- Tüm karayolu trafik düzenlemelerinde yayalar ve bisikletler dikkate alınmalı, motorlu taşıt trafiğine göre ayrıcalık ve öncelikler sağlanmalıdır,
- Toplutaşım hatları, güzergahları, durakları ve işletmeciliğinde bisikletlilerin erişimi dikkate alınmalı, bisikletliler toplutaşım sistemlerinin besleyicisi olarak değerlendirilmelidir,
- Yerel yönetimlerin ilgili birimlerinde bisiklet ve yaya bilinci ve duyarlılığı oluşturulmalı, tüm planlama ve projelendirme yaya ve bisiklet öncelikli olmalıdır.
- Yaya ve bisiklet ulaşımının önemi ve önceliği konusunda bilgilendirme ve bilinçlendirme çalışmaları yapılmalıdır.
- Bisiklet altyapısının oluşturulması, geliştirilmesi, işletilmesi ve işlerliğinin sürdürülebilmesi için gerekli kaynaklar oluşturulmalıdır.
- Antalya'da bisiklet öncelikli bir şebekesi oluşturulmasının ilk adımı olarak az sayıda ve güçlü bisiklet koridorları oluşturulmalı; bunlar kullanıcılar tarafından benimsedikçe şebeke yaygınlaştırılmalıdır.

Bisiklet Ulaşımı Altyapı Kararları

Antalya’da ulaşım amaçlı bisiklet şebekesi için aşağıdaki farklı koruma düzeylerine sahip fiziksel düzenlemelerin yapılabileceği öngörülmektedir (Şekil-6). Bu düzenlemeler;

- hiçbir özel önlem alınmamakla birlikte bisiklet kullanımına uygunluğu gözden geçirilmiş ve gereken düzenlemeler yapılmış karışık trafiğin kullandığı yol kesimleri (bisiklet güzergahları, bisiklete uygun yol),
- yol üzerinde işaretlemelerle ve fiziksel engellerle sadece bisikletlilerin kullanımına ayrılmış şeritler (işaretlenmiş ve ayrılmış bisiklet şeritleri),
- karayolu şebekesinde kademesi düşürülen bir yolun transit taşıt trafiği tarafından kullanılmasının önlenmesi, sadece yol üzerindeki parsellere erişim sağlayacak hale getirilmesi ve bisikletler için ana bir koridor haline getirilmesi ile oluşturulan yol kesimleri (bisiklet bulvarları)
- yayalarla bisikletlerin birlikte kullanacağı yaya alanları (bisiklet + yaya yolu)
- karayolu dışında özel olarak oluşturulan veya taşıt trafiğine kapatılarak sadece bisikletlerin kullanımına ayrılmış yol kesimlerinden (bisiklet yollarından) oluşmaktadır (ABB, 2010).



Şekil-6. Antalya’da Uygulanması Öngörülen Bisiklet Koruma Düzeyleri.

Bisiklet şebekesinin oluşturulmasında, mümkün olan yol bağlantılarında, mevcut bisiklet yolculuk talebinin yoğunlaştığı koridorlarda, ana yolculuk üretim ve çekim noktalarını birbirine bağlayan kesintisiz bir şebeke oluşturulması ve bu şebekenin olabildiğince taşıt trafiğinden ayrılması amaçlanmıştır. Önerilen bisiklet şebekesi ile başta bisikleti yoğun olarak kullanan dar gelir grubu konut alanları ile kent çevresindeki sanayi alanları ve kent merkezi arasındaki koridorların ayrılmış bisiklet şeritleri, bisiklet bulvarları ve bisiklet yolları ile bağlanması önerilmektedir.

Bisiklet şebekesi planlanırken bisiklet yolculuklarının iki şekilde, sadece bisiklet kullanılarak ve bisikletten başka bir araca (tramvaya, toplu taşıma otobüsüne ve servis aracına) aktarma yapılarak gerçekleşeceği dikkate alınmıştır. Kentin gelişmesiyle, işyerleri ve konutlar arasındaki mesafenin giderek büyüyeceği, dolayısıyla daha çok toplu taşıma aktarmalı bisiklet yolculuğu yapılacağı beklenmektedir. Dolayısıyla önerilen bisiklet şebekesi, bu iki farklı nitelikteki talebe cevap verecek şekilde, iki farklı şebekenin üstüste bindiği bir bütün olarak geliştirilmiştir. (ABB, 2010).

Bisikletlere öncelik sağlayan fiziksel düzenlemelerin yer aldığı koridorlar önerilirken;

- Mevcut altyapının olabildiğince verimli kullanılması ilkesi göz önünde tutulmuş, taşıt trafiği az olan yollarda bisiklet koridorları düzenlenmesine çalışılmış,
- Mevcut bisiklet yolculuk taleplerinin yüksek olduğu ve dolayısıyla mevcut kullanım alışkanlıklarının bulunduğu, kolayca benimsenecek koridorlar dikkate alınmış,
- Bisiklet koridorlarının olabildiğince kestirme güzergahlar oluşturulması gözetilmiş,
- Taşıt trafiğine kapalı yaya alanlarında önerilen bisiklet yollarıyla iki tür bütünleştirilmiş,
- Trafiğin yoğun olduğu ve kara nokta oluşturan kavşaklardan kaçınılması dikkate alınmış,
- Uzun süreli bisiklet parkı düzenlenebilecek toplu taşıma aktarma noktalarına erişim sağlayan bağlantılar gerçekleştirilmiştir.

Bisiklet şeritleri, gerekli işaretlemelerle kullanıcıların bilgilendirildiği, yol üstü park etmeye izin verilen yerlerde park şeridi ile kaldırım arasına alınmış, genişlikleri 0,8 – 2,5 metre arasında değişmesi öngörülmüştür. Kentlerimizde park yasağına uyulmadığı, park denetimi için yasal ve cezai yetkilerin yetersizliği dikkate alınarak bisiklet şeritlerinin parklanmalardan korunması için fiziksel engellerle (şerit çizgileri üzerine yerleştirilen bordür taşları gibi) düzenlenerek fiziksel olarak ayrılması önerilmiştir. Bisiklet şeritlerinin genişliğinin, tek yönlü bisiklet hareketi olan yerlerde 150 cm (130 açıklık + 20 cm bordür) olarak belirlemiştir. Bunun mümkün olmadığı durumlarda 130 cm (80 açıklık + 20 bordür) minimum boyutların kullanılacağı; çift yönlü bisiklet trafiği içinse en az 250 cm, mümkün olan yerlerde bu ölçü daha da genişletilerek (300 cm) kullanılması önerilmiştir (ABB, 2010)..

Yol boyu otoparka izin verilen yerlerde bisiklet şeridinin park şeridi ile kaldırım arasında düzenlenmesi tercih edilmiştir. Bu düzenlemelerde;

- park eden araçlar akan taşıt trafiği ile bisikletliler arasında bir koruma bandı oluşturmakta ve hareket eden motorlu taşıtlarla bisikletliler arasındaki kazalar azalmakta,
- Genel özellikleri (düşük hızlar, korumasız oluşları) benzerlik gösteren bisiklet ve yayalar yakınlaştırılmakta,
- düzensiz park eden motorlu taşıtların bisiklet şeridini engellemeleri önlenmekte,
- hareket eden taşıtlarla bisiklet şeridi arasında bırakılması gereken koruma bandının genişliğinin azaldığı için dar yollarda bisiklet şeridi uygulanabilmekte,
- fiziksel engellerle (bisiklet şeridi bordürleri ile) yol boyu park yasağı olan yerlerde duraklayan ve park eden taşıtların bisiklet şeritlerini engellemesi önlenmektedir.

Bisikletin Toplutaşım ile Bütünleştirilmesi

Antalya’da bisiklet yolculuklarında toplu taşıma aktarma oranları çok düşüktür. Bisiklet anketlerinde yolculukların %1.8’inde tramvaya, %1.8’inde de otobüs ve servis aracına aktarma yapıldığı bildirilmiştir. Yolculukların %96.5’i ise aktarmasız yolculuklardan oluşmaktadır (ABB, 2010). Talep düzeylerinin çok üstünde bir arz yaratan özel halk otobüsleri ve minibüsler aktarmalı yolculuklara gerek kalmadan nerdeyse kapıdan kapıya taşımacılık yapmaktadır. Sürdürülebilir ulaşım için gerekli olan bisiklet ve toplu taşıma yolculuklarının sayısının ve payının artırılması için bisiklet ve toplu taşıma yolculuklarının bütünleştirilmesi gerekmektedir.

Antalya Bisiklet Planında bu amaçla;

- Önemli toplu taşıma duraklarında bisiklet parkyerleri yaparak aktarma altyapısı oluşturulması,
- Mevcut aktarmalı yolculukların yer ve büyüklüğü belirlenerek bisiklet parkyeri ihtiyacının karşılanması,
- Bisikletlerin uzun mesafeli yolculuklarda aktarmalı olarak kullanımının tanıtılması ve yaygınlaştırılması için bilgilendirme kampanyaları düzenlenmesi,

- Antray'ın aktarma istasyonu karakterine sahip Fatih, Otogar, Çallı, Meydan duraklarında büyük, diğerinde ise daha küçük kapasiteli bisiklet park yerlerinin geliştirilmesi önerilmiştir.

İşletme ve Bakım

Bisiklet ulaşım altyapısının işletilmesi, bakım, onarım ve tamiri; önemli işgücü, kaynak ve zaman gerektiren önemli faaliyetler dizisidir. Bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesi için görev ve sorumluluk alanları doğrultusunda Büyükşehir ve ilçe belediyelerinin kendi ekiplerini görevlendirilebilir, ya da tamamen yeni bir birim oluşturulabilir. Bisiklet altyapısı işletilmesinin içerdiği faaliyetlerin bir kısmı periyodik olarak (günlük, aylık, mevsimlik, yıllık programlarla), bir kısmı ise gerektiğinde gerçekleştirilecektir. Bunlar;

- bisiklet şeritlerinin düzenli olarak süpürülmesi ve temizlenmesi,
- aşırı büyüyen ağaçların ve otların kesilmesi ve temizlenmesi,
- çalınan ve hasar gören işaretlerin yenilenmesi ve bakımı,
- bozulan aydınlatmanın tamiri, ampul değişimi,
- eskiyen yol çizgilerinin yenilenmesi,
- yol kaplamalarındaki bozulmaların tamiri,
- bisiklet altyapısındaki güvenli hareketi engelleyen, görüş açısını kısıtlayan taşıtların, satıcıların, çöp, su birikintisi ve diğer engellerin temizlenmesi veya kaldırılması.

Yönetim Yapılanması

Antalya'da bisiklet ulaşımının geliştirilmesi, bisikletin kentiçi ulaşımında en ekonomik, çevreci ve güvenli ulaşım alternatifi olarak kalabilmesi için yerel yönetimlerde bisiklet altyapısından ve işletiminde sorumlu birimler kurulması planlanmıştır. Kurulan "Bisiklet Eşgüdüm Kurulu"na belediye içindeki ve dışındaki ilgili birimler arasındaki koordinasyonun sağlanması için ilçe belediyeleri görevlileri de katılacaktır. Bu kurulun görevleri şunları kapsamaktadır;

- Bisiklet ulaşımı ile ilgili projelerin hazırlanması,
- Yol, köprü, otopark, yeşil alan düzenlemesi ve diğer imar faaliyetleri gibi diğer projelerin bisiklet ulaşımına uygunluğunun sağlanması,
- Bisiklet projeleri konusunda kullanıcılar ve diğer ilgililerin görüş ve eleştirilerinin alınıp proje aksaklıklarının giderilmesi, projelerin geliştirilmesi,
- Projelerin uygulamasının koordinasyonu,
- Bisiklet ulaşımı altyapısının (bisiklet park yerleri dahil) işletme, tamir, bakım ve onarım ihtiyaçlarının izlenmesi, zamanında ve güvenli şekilde yaptırılarak bisiklet ulaşım sisteminin aksaksız işleyişinin sağlanması,
- Bisikletle eğitim, bilgilendirme promosyon, projelerinin geliştirilmesi ve uygulanması,
- Bisiklet projelerine özel kesimin proje, finansman ve uygulama katkısının sağlanması
- Bisiklet ulaşımının geliştirilmesi konusundaki belediye yıllık programlarının ve bütçesinin hazırlanması ve yılsonunda Belediye Meclisine Yıllık Faaliyet Raporu hazırlanması.

Değerlendirme

Ülkemizde kent yöneticileri ve teknisyenlerin sürdürülebilir ulaşım türü bisiklete gereken önemi vermemesi nedeniyle, plansız gelişme ve motorlu ulaşım artışının da destekliği süreçte kentlerimiz sahip olduğu geleneksel bisiklet kullanım düzeylerinden bile daha geriye gitmektedir. Çalışmada ülkemiz kentlerindeki uygulamalar, diğer kentlerin eksikleri ve hataları dikkate alınarak hazırlanan Antalya Toplutaşım ile Bütünleşik Bisiklet Planı değerlendirilmiştir. Çalışmada, planın dünyada

benimsenen bisiklet planlama yaklaşımlarına paralel olan ve ülkemiz kentlerindeki başarısız örneklerinden ayrılan iki özelliğinin üzerinde durulmaktadır;

Planlama yaklaşımı,diğer kentlerimizde uygulandığı gibi bisikleti sadece bir çekici örnek koridor iyileştirilmesiyle sınırlı kapsamda uygulayan yaklaşımlardan ayrılmaktadır. Bisiklet altyapısı çizgisel bir şekilde değil, tüm kentsel yolculuklara hizmet edecek bir şebeke olarak planlanmıştır. Bisiklet altyapısı ve imkanlarını kapsayan bu şebeke, kent genelinde sistem olarak ele alınıp bisikletin diğer kentsel ulaşım türleri ve kentsel aktivitelerle bütünleştirilmesi amacıyla tasarlanmıştır.

Kentlerimizdeki uygulamaların başarısızlığının altında yatan ikinci neden bisiklet sistem planlamasını sadece fiziksel altyapı planlaması olarak gören yaklaşımın benimsenmesidir. Antalya Toplutaşım Bütünleşik Bisiklet Planında, bisikletin çağdaş ve çevre dostu bir ulaşım türü olarak kent hayatına girmesini sağlamak için bisiklet kentsel ulaşımın diğer bileşenleri ile eşit ele alınarak, toplutaşım ve yaya ile bütünleşme, altyapı işletim ve bakım, finansman, eğitim ve yönetsel yapılanma önerileriyle birlikte bütüncül olarak planlanmıştır.

Plan çalışmaları kısa bir süre önce tamamlanan Antalya Toplutaşım Bütünleşik Bisiklet Planı henüz uygulama aşamasına geçmemekle birlikte öncelikli koridorlarda uygulama hazırlıklarına başlanmıştır. Planın çağdaş ve sürdürülebilir bir ulaşım sistemi oluşturma çabasına karşılık uygulamada karşılaşılabilecek zorluklar henüz bilinmemektedir. Plan ile önerilen fiziksel, kurumsal, idari ve işletme önlemleri de dikkate alınması halinde öneriler tüm ilgili kesimler tarafından kolayca benimsenerek uygulanabilecek ve kent içi ulaşımında önemli bir yapısal dönüşümün ilk aşaması başlatılmış olacaktır.

Kaynaklar

1. Antalya Büyükşehir Belediyesi (2010), Antalya Toplutaşım Bütünleşik Yaya ve Bisiklet Planı, Antalya
2. Pardo, C. (2009), Cycling Friendly Regulations for Sustainable Cities, Cycling Inclusive Policy Developmen: A Handbook, Utrecht
3. Sapape,I., Goderfroj, T., (2009), Bicycle Parking: Tools for Success, Cycling Inclusive Policy Developmen: A Handbook, Utrecht
4. Schepel, S., Goderfroj, T., Braakman, B. (2009), Design Making Choices That Fit Local Conditions, Cycling Inclusive Policy Developmen: A Handbook, Utrecht

İnternet Kaynakları

Vélib', vélos en libre service à Paris: <http://www.velib.paris.fr/>

Bisikletle Bütünleşik Kentiçi Ulaşım Planlaması ve Yerel Yönetimlerin Uzmanlığının Geliştirilmesi

Burhan KOCAMAN, Şefik ELBEYLİ

EMBARQ Türkiye

Tersane Caddesi, Özdallı İş Merkezi No:104 Kat:5 Daire:7

34420 Karaköy, İstanbul

Tel: (212) 256 42 76

E-Postalar: burhan.kocaman@wri.org, sefik.elbeyli@wri.org

Öz

Dünyada kentsel nüfusun kırsal nüfusa oranı giderek artmakta ve bu durum plansız gelişen kentlerde günden güne çözülmesi zorlaşan ulaşım sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Dünyanın birçok kentinde sorunların çözümü için başlangıç noktası olarak araç seçilerek insan önceliği göz ardı edilmiş ve yatırımların büyük bir kısmı yeni yollara, köprülere, viyadüklere ve tünellere ayrılmıştır. Bunun sonucu olarak da özel araç kullanımını artmış ve özellikle kent merkezlerinde yoğun bir trafik yükü ortaya çıkmıştır.

Ülkemizde de özellikle 1950'den sonra hız kazanan kentsel gelişimle birlikte ulaşım da en önemli sorunlardan birisi olarak her daim gündemde kalmıştır. Fakat sorunun çözüm aşamasında izlenen politikalar uzun vadeli ve sistemsiz olmadığı için günü kurtarmaya yönelik projeler sosyal, ekonomik ve çevresel açılardan büyük zararlara sebep olmuştur. Son dönemlerde özellikle büyük kentlerde kentiçi ulaşımında uzun vadeli çözümün ancak sürdürülebilir ulaşım yöntemleri ile sağlanabileceği anlaşılmış ve toplu taşıma, motorsuz taşımacılık ve yayalaştırma projeleri gibi araç değil insan öncelikli ulaşım çözümlerine öncelik verilmeye başlanmıştır.

Bu bağlamda EMBARQ Türkiye, topoğrafyası bisiklet kullanımına uygun olan kentlerimizde bisiklet kullanma kültürünü yeniden canlandırmak ve bisikleti ulaşım aracı haline getirmek için yerel yönetimlerle ortak çalışmalar başlatmıştır.

Bu çalışmalar kapsamında EMBARQ Türkiye, Sakarya, Antalya ve Eskişehir Büyükşehir Belediyeleri ile birlikte bisiklet kullanım oranlarını, bisiklet kullanıcılarının profillerini ve ihtiyaçlarını belirlemiş ve bu ihtiyaçları karşılamak amacıyla bir iş planı oluşturmuştur. Bu plan çerçevesinde, merkezi Hollanda'da bulunan Bisiklet Uzmanlığı Arayüzü (I-CE) kuruluşundan uzmanların eğitimlerinde çalıştaylar düzenlenmektedir. Bu çalıştaylar boyunca şehirdeki bisiklet kullanıcılarının ihtiyaçları ve şehrin özellikleri göz önünde bulundurularak bir pilot güzergah seçilip bu hattın üzerinde çalışılarak yerel yönetimde konuyla ilgili çalışanlar eğitilmektedir. Yerel yöneticilerin konuyla ilgili uzmanlıkları geliştirilmekte ve böylelikle projelerin sürdürülebilirliği sağlanmaktadır. Bu bildiriye bisikletle bütünleşik ulaşım planlaması için Adapazarı'nda yapılan çalışmalar anlatılmaktadır.

Anahtar sözcükler: Bisiklet ulaşımı, bisikletle bütünleşik ulaşım planlaması, sürdürülebilir ulaşım, uzmanlığın geliştirilmesi.

Giriş

1950'li yıllarda dünya nüfusunun %30'u kentlerde, %70'i ise kırsal alanlarda yaşamaktaydı. 60 yılda kırsal alanlardan kentlere doğru hızla artan göçler sonucunda 2010 yılında dünya nüfusunun yarısı kentlerde yaşamaya başladı. 2030 yılı için ise tahminler dünya nüfusunun %60'inin kentlerde yaşamakta olacağını gösteriyor (United Nations, 2010). Bu göçlerle birlikte kentler merkezden çepere doğru büyümüş, çalışma ve konut alanları ayrılmış, bunun sonucunda da ulaşım ihtiyaçları artmıştır (Şehir Plancıları Odası, 2009).

Sanayi devriminin ardından artan ulaşım ihtiyaçlarını karşılamak için otomotiv sektörü ve bu sektörün ürünlerine hizmet edecek planlama ve altyapı çalışmaları hız kazanmıştır. İnsanların otomobil sahipliği teşvik edilerek, otomobillerin egemen olduğu kentler yaratılmaya başlanmıştır. Öncelikli olarak ana ulaşım akslarında otoyollar ve arterler inşa edilmiş, sonra artan talepler üzerine bu yollar daha da genişletilmiştir. Fakat izlenen bu politikaların sonuç vermediği, arttırılan yol kapasitelerinin kendi taleplerini yarattıkları görülmüş ve kentiçi trafikte mevcut kapasitesinin daha verimli ve adaletli kullanılmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Ortaya çıkan bu sorunları çözmek amacıyla sürdürülebilir ulaşım kavramı ortaya çıkmıştır. Sürdürülebilir ulaşım, çevreye kendisini yenileyebilme kapasitesinin ötesinde zarar vermeyen, ekonomik olarak tutarlı, sosyal olarak adil ve siyasi olarak sorumlu ve hesap verebilir ulaşımdır (Birleşmiş Milletler, 1987). Sürdürülebilir ulaşımda ilk adım ulaşım yatırımları yapılmadan önce mevcut altyapının en verimli ve adaletli nasıl kullanılacağına karar vermektir.

Ülkemizde kentiçi ulaşımda bisiklet hemen hemen hiç pay sahibi değildir ama bisikletle ulaşım gerekli altyapılar sağlandığında özellikle kısa mesafeli seyahatler için özel araç kullanımının yerini alma potansiyeline sahiptir. Örneğin Danimarka'da kent içi ulaşımın %15'i, Almanya, Finlandiya ve İsveç'te %9'u, Hollanda'da ise %25'i bisikletle yapılmaktadır. Bisikletle ulaşım sera gazı salımı bakımından en çevreci ulaşım aracı olmakla beraber insan sağlığı açısından da büyük faydalar sağlamaktadır. Özellikle son yıllarda insanların fiziksel aktiviteleri giderek azalmakta bunun sonucu olarak da obezite, kalp ve damar rahatsızlığı gibi hastalıklar artmaktadır (Bassett, 2008). Bisiklet kullanıcılarına düzenli olarak fiziksel aktivite yapma imkanı sunarak yukarıda belirtilen hastalık risklerini de azaltmaktadır.

Buradan yola çıkarak EMBARQ Türkiye, bisikleti sürdürülebilir bir ulaşım çözümü olarak kentlerimizde hayata geçirmek için çalışmaktadır. Bu doğrultuda ilk olarak Sakarya Büyükşehir Belediyesi ile çalışmaya başlanmış, sonrasında Antalya ve Eskişehir Büyükşehir Belediyeleri ile çalışmalar başlatılmış ve devam etmektedir. Yurt içi ve yurt dışından getirilen uzmanlarla birlikte belediye bünyesindeki konuyla ilgili görevlilerin eğitilmesi sağlanmış, çalışmaların tümü birlikte yapılarak yerel yönetimlerde kapasite artırımı sağlanmıştır. Amaç pilot çalışmayla tüm ekibin eğitiminin sağlanması ve devamında bu ekibin bisikletle bütünleşik ulaşım planlaması için gerekli çalışmaları yürütmeye devam etmesidir. Bu bildiride Adapazarı'nda bisikletin bir ulaşım aracı olarak kentin ulaşım planlamasında yer bulması için yapılan çalışmalar anlatılacaktır.

Adapazarı'nda Bisikletle Bütünleşik Ulaşım Planlaması Çalışmaları

Adapazarı'nda Kentiçi Ulaşım İlgili Rakamlar ve Gözlemler

Sakarya ilinin en büyük ilçesi ve merkezi Adapazarı'nın 2009 sayımlarına göre nüfusu 243.204 kişidir. 2000 yılında büyükşehir belediyesi olan Sakarya'da kentiçi ulaşımda özel araç kullanımı

çok yaygın olmakla birlikte toplu taşımacılık da yoğun olarak kullanılmaktadır. Toplu taşımacılıkta özel halk otobüsleri 563 midibüs ve 416 minibüsle taşımacılığın büyük bir kısmını yapmakta, belediye ise 46 otobüsle taşımacılık yapmaktadır.

Adapazarı'nda yoğun bir bisiklet kullanımı da göze çarpmaktadır. Bisiklet kullanıcılarının her yaştan olması ve özellikle yaşlı insanların bisiklet kullanımının yoğun olması diğer dikkat çeken unsurlardır. Adapazarı'nda fark edilir yoğunlukta bir bisiklet kullanımı olmasına rağmen bisikletlilerin ulaşımını güvenle sağlayabilmeleri için kullanabilecekleri altyapılar bulunmamaktadır. Ayrıca özellikle tren garının etrafında ve hemzemin geçitlerin civarında tel örgülere bağlanmış çok sayıda bisiklet göze çarpmaktadır.

Adapazarı Bisikletle Bütünleşik Ulaşım Planlaması Çalışmaları

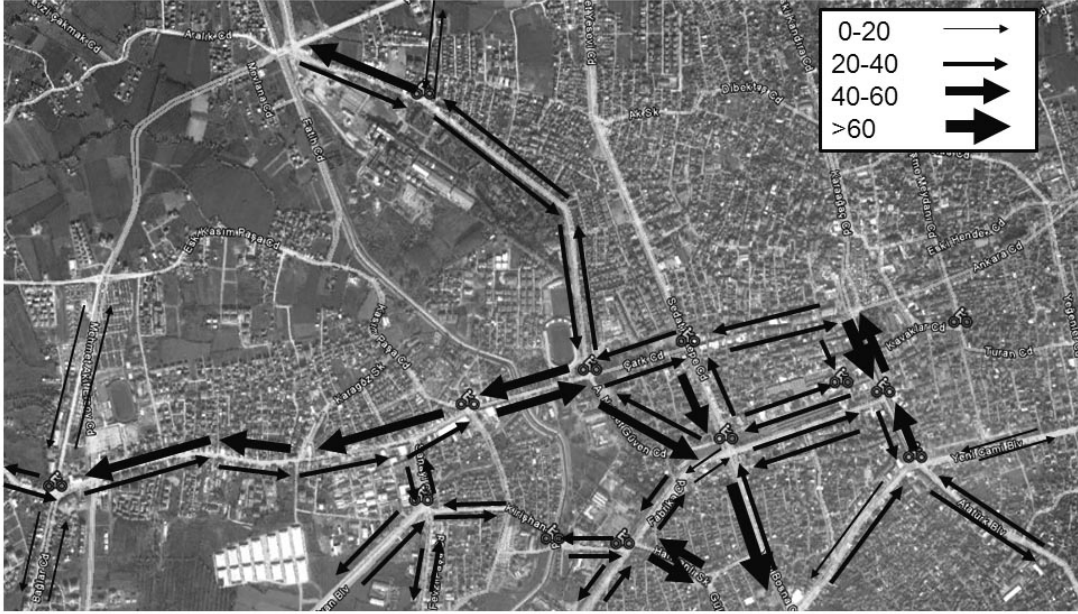
Şehirde yapılan gözlemler sonrasında EMBARQ Türkiye, Sakarya Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Daire Başkanlığı'yla birlikte Adapazarı'ndaki mevcut bisiklet kullanıcılarının güvenle yolculuk yapmalarını sağlamak ve bisiklet kullanımını özendirerek bisikletin kentiçi ulaşımındaki payını arttırmak için birlikte bir dizi çalışma yapmaya karar vermişlerdir.

EMBARQ Türkiye, bisiklet planlamasında uzman olan ve dünyanın birçok kentinde eğitimler vermiş bir kuruluş olan I-CE ile anlaşarak Sakarya Büyükşehir Belediyesi bünyesinde bulunan ve bisiklet ağı planlaması ve uygulamasında görev alacak bir ekibe eğitim vermesi için anlaşmıştır. Ekibin içerisinde Ulaşım, İmar, Fen İşleri, Çevre Koruma ve AR-GE Daire Başkanlıkları'ndan görevliler bulunmaktadır. Yukarıda belirtilen ekip, EMBARQ Türkiye ve I-CE uzmanları bütün çalışmalarını birlikte yürütmüşlerdir.

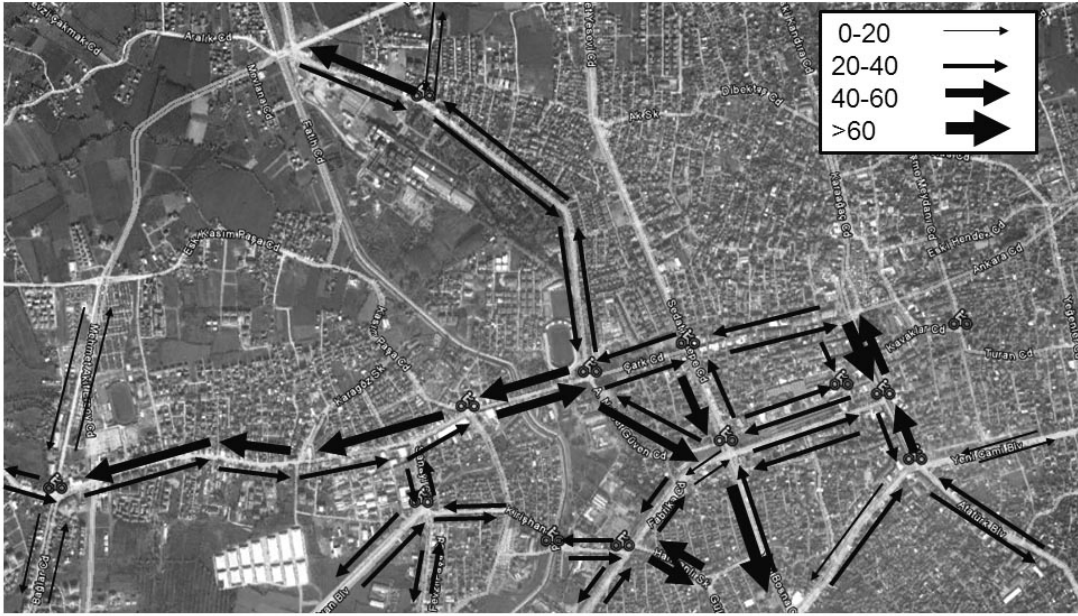
Adapazarı'nda Bisikletle Ulaşımında Mevcut Durumun Belirlenmesi

Çalıştaylar başlamadan önce, Adapazarı'nda bisikletle ulaşımında mevcut durumun ve ihtiyaçların belirlenmesi için şehrin belirli bölgelerinde sayımlar ve anketler yapılmıştır. Sayımlar sabah ve akşam zirve saatlerde aşağıda gösterilen yerlerde tamamlanmıştır. Sayım yapılan güzergahlardaki saatlik bisiklet sayıları şekil üzerindeki farklı çizgi kalınlıklarıyla ifade edilmiştir.

Şekil 1 ve Şekil 2'de de görüldüğü üzere bisiklet kullanımının yoğun olduğu güzergahlar Atatürk Bulvarı, Çark Caddesi, Maliye Caddesi (Çark Deresi Geçişi), Yazlık Caddesi, Milli Egemenlik Caddesi ve Kudüs Caddesi olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Sabah zirve saat bisiklet sayımları.

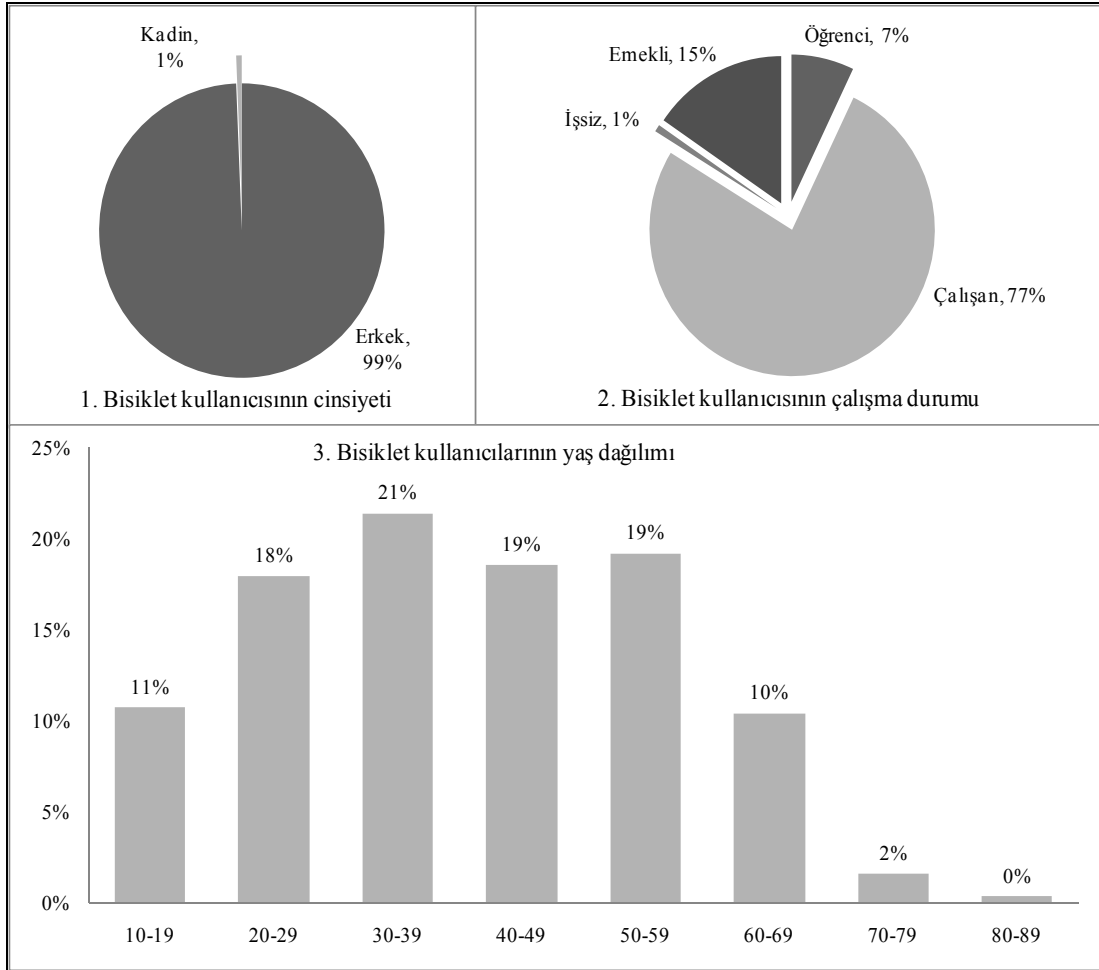


Şekil 2. Akşam zirve saat bisiklet sayımları.

Ayrıca bisiklet kullanıcılarının profilini belirlemek ve onların ihtiyaçlarını anlayabilmek için 636 kullanıcı ile anket yapılmıştır. Tablo 1’de gösterildiği gibi Adapazarı 15 farklı bölgeye ayrılarak günün farklı saatlerinde bisikletlilerle anketler yapılmıştır. Örneğin 1. Hemzemin Geçit ve Şeker Fabrikası gibi bisikletlilerin çok erken saatlerde bisikletlerini park edip işlerine gittikleri bölgelerde anketler erken saatlerde yapılmış, şehir merkezindeki anketler ise gün içerisinde farklı saatlere yayılarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Bisiklet kullanıcı anketlerinin yapıldığı yerler.

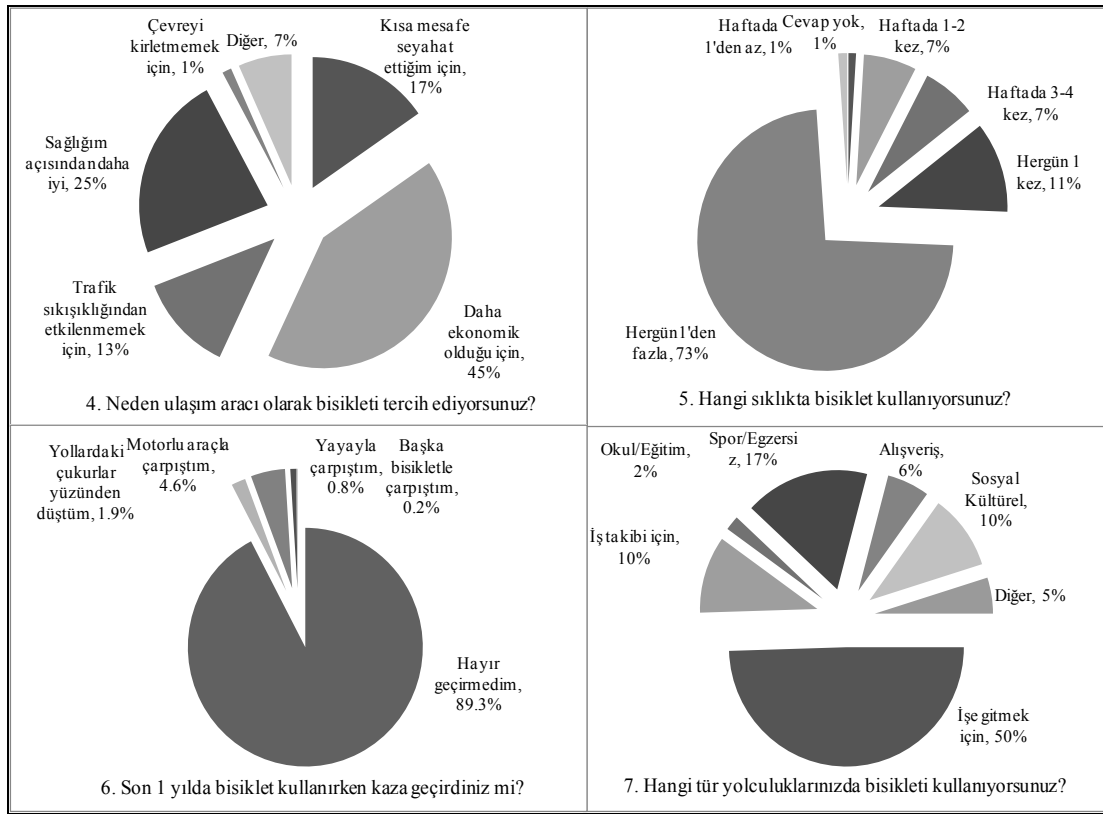
Anket Yapılan Yer	Anket Sayısı
Sedat Kırtepe Caddesi	47
Karaağaç Bulvarı	40
Asem Mobilyacılar Sitesi	38
Turan Caddesi	38
Şeker Fabrikası	36
Adapazarı Gar Binası Çevresi	23
Çarşı Merkez (Bulvar ve Doğumevi Civarı)	59
Katlı Pazar Yeri Çevresi	50
Çarşı Merkez (Çark Caddesi Civarı)	79
Erenler, Topça Sebze Hali, Atatürk Sanayi Sitesi	35
Erenler, Sakarya Caddesi	59
1. Hemzemin Geçit	48
Ankara Caddesi	38
Tüvesaş	34
Teknik Birimler	12
Toplam	636



Şekil 3. Bisiklet kullanıcılarının demografik yapıları.

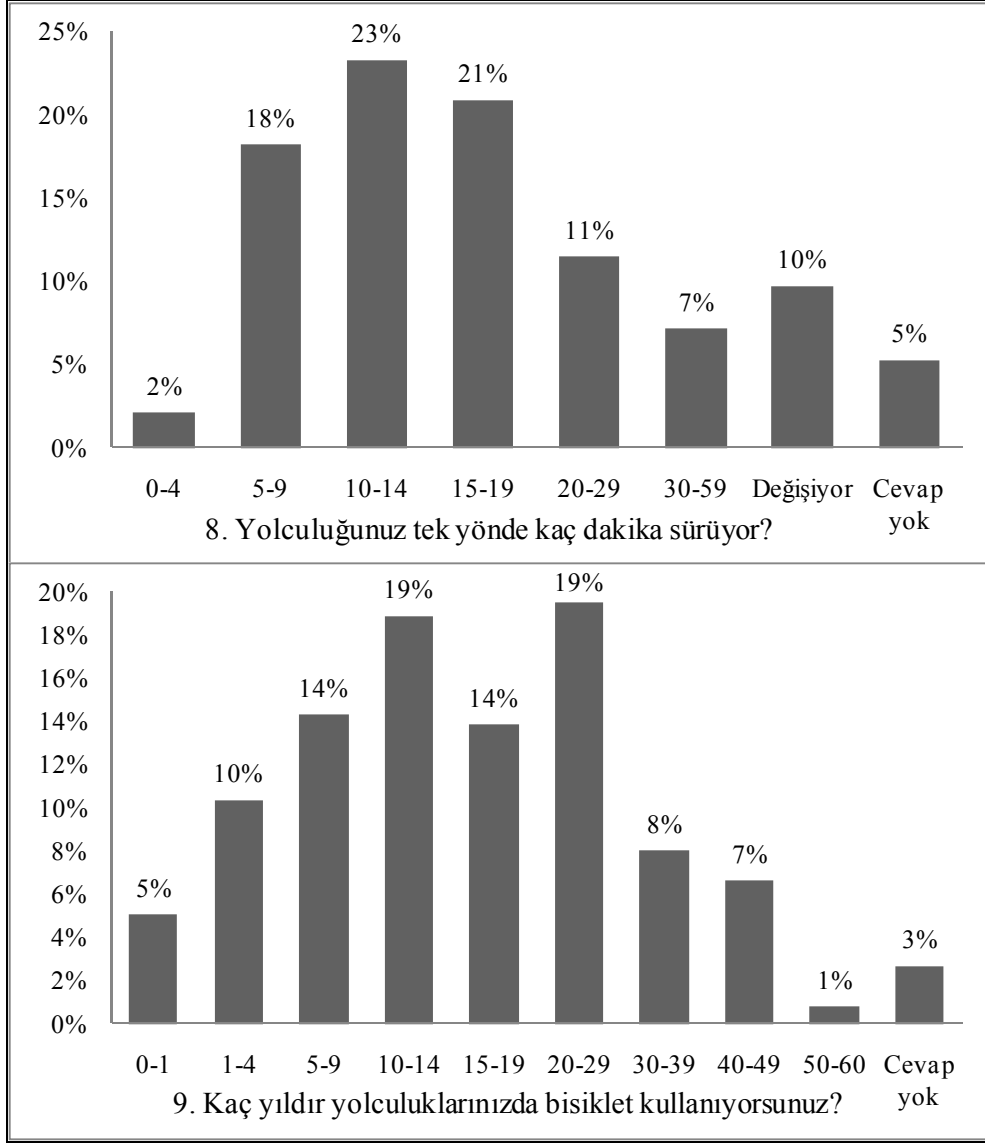
Şekil 3'te gösterilen 1. Anket sorusu Adapazarı'nda erkeklerin kadınlara oranla çok daha fazla bisiklet kullandıklarını, hatta kadınların hemen hemen hiçbirinin bisikleti ulaşım aracı olarak tercih etmediklerini ortaya koymaktadır. 2. Soruda ise bisiklet kullanıcılarının büyük çoğunluğunun çalışanlar olduğu görülmektedir. Bisiklet kullanıcıların yaş dağılımına bakıldığında ise orta yaş ve üstünün daha çok bisikleti tercih ettiği görülmüş, ortalama kullanıcı yaşı ise 40 olarak hesaplanmıştır. Bu rakam Adapazarı'nda bisikletin geçmişten kalan bir gelenek olduğunu göstermekte ve gençlerin bu gelenekten yavaş yavaş uzaklaştığı izlenmektedir.

Aşağıda gösterilen Şekil 4'te ise bisiklet kullanıcılarının davranışlarını daha iyi anlamak için sorulan 4 sorunun sonuçları gösterilmektedir. 4. soruda kullanıcıların daha çok ekonomik nedenlerle bisikleti tercih ettikleri ve 5. Soruda bisiklet kullanıcıların düzenli olarak bisikleti ulaşımlarında kullandıkları görülmektedir. 6. soruda ise her 10 bisiklet kullanıcılarından 1'inin kaza geçirdiği görülmektedir. Kaza geçirmeyen insanların ise %10'u kazayla burun buruna geldiklerini belirtmişlerdir. Bu sonuçlar bisikletlilerin güvenlik açısından önemli sorunları olduğunu ortaya koymaktadır. 7. Soruda ise bisikletlilerin büyük bir çoğunluğunun işe gitmek için bisikleti tercih ettikleri görülmektedir.



Şekil 4. Bisiklet kullanıcılarının bisiklet kullanma davranışları ile ilgili sorular.

Aşağıdaki Şekil 5'te ise bisiklet kullanıcılarının bisiklet kullanma alışkanlıklarını ve seyahat sürelerini anlamak için sorulan iki sorunun sonuçları gösterilmektedir. 8. soruda bisikletlilerin büyük çoğunluğunun tek yönde yarım saatten daha az sürelerle seyahat ettikleri görülmüş, ortalama değer ise 16 dakika olarak hesaplanmıştır. 9. Sorunun sonuçları Adapazarı'ndaki bisiklet kullanma kültürünün ne kadar eskiye dayandığını göstermektedir. Ortalama olarak bisikletlilerin 16 yıldır bisikleti bir ulaşım aracı olarak tercih ettikleri görülmektedir.



Şekil 5. Bisiklet kullanıcılarının bisiklet kullanma alışkanlıkları ile ilgili sorular.

Ayrıca bisiklet kullanıcılarına onlara verilen aşağıdaki projeleri öncelik sırasına koymaları istenmiş ve projelerin önem sırası aşağıdaki gibi çıkmıştır:

1. Bisiklet yollarının ve gerekli işaretlemelerin yapılması
2. Yol kaplamasının/asfaltın düzeltilmesi
3. Şoförlerin ve trafik polislerinin bisikletlilerin hakları konusunda eğitilmeleri
4. Kavşakların bisiklet geçişine uygun düzenlenmesi
5. Bisiklet park yerlerinin yapılması
6. Trafik akış hızının yavaşlatılması
7. Bisiklet kullanımını yaygınlaştırmak için okullarda eğitici kampanyalar düzenlenmesi

Çalıştaylarda Yapılanlar

Adapazarı'nda yukarıda anlatılan ön çalışmalar tamamlanarak bisiklet trafiğinin şehir içindeki hareketliliği, bisiklet kullanıcılarının kimler olduğu, alışkanlıkları ve ihtiyaçları belirlenmiştir. Sonra-

sında çalıştay ekibi bir araya getirilerek birer hafta süreyle I-CE'den gelen ekibin eğitmenliğinde çalıştaylar gerçekleştirilmiştir. Çalıştayların ilki 24-28 Mayıs 2010, ikincisi 5-9 Temmuz 2010, sonuncusu ise 20-25 Eylül 2010 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir.

Çalıştaylarda öncelikle katılımcılara bisikletle bütünleşik ulaşım planlaması ile ilgili bilgiler verilmiş, ulaşım politikalarında bisikletin önemi anlatılmış ve dünyadan başarılı uygulamalardan örnekler verilmiştir.

Sonrasında Adapazarı'nda bisikletle bütünleşik ulaşım politikaları geliştirmek ve pilot bir uygulamayla bunun ilk adımını atmak için bir dizi çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar aşağıda özetlenmiştir:

FÜTZ Analizi:

Fırsat-Üstünlük-Tehdit-Zayıflık (FUTZ) analizi ile amaçlanan, Adapazarı'nın bisikleti bir ulaşım aracı haline getirmek için güçlü olan yönlerini belirleyip, projeyi uygularken bu güçlü yönlerini kullanmak, zayıf yönlerini belirleyip bunların düzeltilmesini sağlamak, fırsatları belirleyerek bu fırsatlar mevcutken biran önce onları değerlendirmek ve tehditleri belirleyerek bunların projenin geleceğini olumsuz etkilemelerini engellemek için gerekli önlemlerin alınması sağlamaktır. Bu çalışmanın sonuçları önem sırasına göre Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. FÜTZ analizinin sonuçları.

Fırsatlar		Üstünlükler	
1	Mevcut yerel yönetimin bisiklet ulaşımına destek vermesi	1	Mevcut bisiklet kullanımı ve kültürü
2	Bisiklet yolları projelerinin hali hazırda devam eden projelerle bütünleştirilebilmesi	2	Topoğrafyanın düz olması
3	EMBARQ Türkiye ve I-CE gibi uzman kuruluşların desteği	3	Arazi kullanımının kısa yolculuklara uygun olması
4	Sakarya Nehri ve Çark Deresi gibi rekreasyonel alanların da bisiklet ağına eklenebilecek olması	4	Bisiklet kullanıcıların geniş bir yaş aralığında olması
Tehditler		Zayıflıklar	
1	Özel araç kullanıcılarının tepkileri	1	Halkta bisikletin ulaşım aracı olduğu konusundaki bilinç eksikliği
2	Bisiklet yolu dükkanlarının önünden geçecek olan esnafın tepkisi	2	Bisiklet ulaşımı için gerekli altyapının bulunmaması
3	Medyanın tepkisi	3	Bisiklete ulaşım politikalarına gereken önemin verilmemesi
4	Seçimler sonrasında mevcut politik desteğin kaybolabilme ihtimali	4	Üniversite kampüsünün tepelik bir yerde olması

Bisikletle Ulaşımın 5 Ana Şartı:

Kaliteli bir bisiklet ulaşım sisteminin oluşturulabilmesi için gerekli 5 ana şart bulunmaktadır: bütünlük, doğrusallık, çekicilik, güvenlik ve rahatlık. Çalıştayda gerçekleştirilen ikinci bir çalışma ise Adapazarı'nın yukarıda bahsedilen 5 ana şartın sağlanabilmesi için yapılması gerekenlerin belirlenmesidir. Tablo 3'te bu çalışmanın sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 3. Beş ana şart çalışmasının sonuçları.

Bütünlük		Doğrusallık	
1	Yollarda yatay ve düşey işaretlemelerin yapılması	1	Gerekli kamulaştırmaların yapılması
2	Bisiklet ağının toplu taşıma ile entegrasyonunun sağlanması	2	Gerekli yerlerde özel araç trafiğinden yer alınması
3	Seyahat başlangıç ve bitiş noktalarına göre bisiklet yollarının oluşturulması	3	Kavşak geçişlerinin düzenlenmesi
4	Kavşak geçişlerinin düzenlenmesi	4	Tek yönlü yolları gidiş-dönüşe çevrilmesi
Çekicilik		Güvenlik	
1	Yol boyunca keyifli bir sürüş için gerekli bitki örtüsünün sağlanması	1	Trafik hızının yavaşlatılması
2	Yol aydınlatmasının yeterli olması	2	Toplu taşıma araçlarının durak yerlerinin düzenlenmesi, istenilen yerde duraklamanın önüne geçilmesi
3	Hava kirliliğinin çok olmadığı güzergahların tercih edilmesi	3	Bisiklet yollarının motorlu araç trafiğinden mutlaka fiziksel ayrımla ayrılması
4	Bisiklet yolları ve paralelindeki motorlu araç trafiğinin üzerinde seyrettiği yolda drenajın doğru yapılması	4	Motorlu araç sürücülerinin bisikletli hakları konusunda eğitilmeleri
Rahatlık			
1	Düzgün bir bisiklet yolu kaplaması yapılması		
2	Bisiklet yol genişliğinin yeterli olması		
3	Düz arazilerin tercih edilmesi		
4	Engebeli yerler için alternatif güzergahlar oluşturulması		

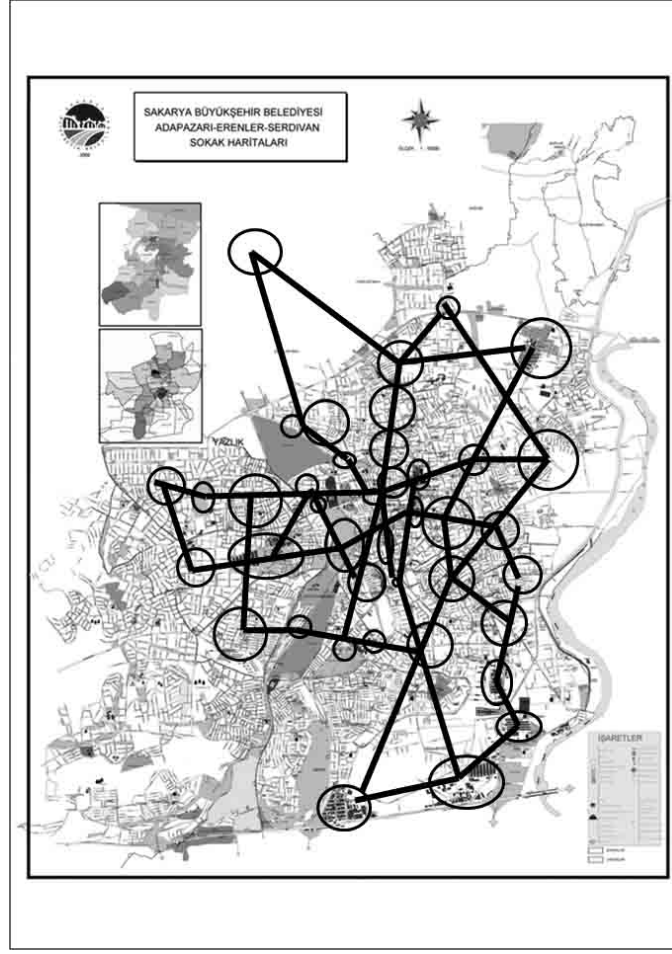
Başarı Kriterlerinin Belirlenmesi:

Ön çalışmadan elde edilen veriler ve yukarıda yapılan çalışmaların ışığında pilot bir güzergah seçimi yapılmıştır. Pilot güzergahın başarılı olması için gerekli 5 kriter çalıştay ekibi tarafından aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

1. Seçilen güzergah üzerinde hali hazırda belirgin bir bisiklet kullanımı olması
2. Güzergahın çok fazla tepki çekmemesi
3. Görünürlüğü fazla olan bir yerde olması
4. Bisiklet kaza oranlarının yüksek olduğu bir güzergah seçerek bisikletlilerin güvenliğinin artırılması
5. Trafik hızının yüksek seyrettiği bir güzergah seçerek yapılacak olan yeni altyapılarla trafik hızının düşürülmesi

Konsept ağın oluşturulması:

Bir başka çalışma ise çalıştay ekibi tarafından şehrin belli başlı başlangıç ve bitiş noktalarının belirlenerek konsept bir bisiklet ağı oluşturulmasıydı. Şekil 6'da çalıştay ekibi tarafından oluşturulan konsept ağ gösterilmektedir. Konsept ağın, mevcut yol ağı ve yapılması planlanan projeler de göz önünde bulundurularak planlanacak bisiklet ağı için altlık olarak kullanılması amaçlanmıştır.



Şekil 6. Sakarya Bisiklet Konsept Ağı.

Bisiklet Yolları Tasarımı için Gerekli Veriler:

Her ulaşım çalışmasında olduğu gibi bisiklet ulaşımı için doğru altyapıların oluşturulabilmesi için gerekli verilerin toplanması ve analiz edilmesi gereklidir. Mevcut yol genişliğinin yaya-bisiklet ve motorlu taşıtlar arasında adaletli olarak paylaşılması için kullanıcı sayılarının bilinmesi, yol üstü ve çevresindeki parklanmaların belirlenmesi gereklidir. Güvenlik sorunlarının daha iyi anlaşılması için güzergahtaki araç hızlarının ölçülmesi ve kaza çeşitlerinin incelenmesine ihtiyaç vardır. Ayrıca diğer ulaşım modları ile entegrasyonun sağlanması için güzergah ve çevresindeki toplu taşıma hatları incelenmeli, bunun doğrultusunda potansiyel bisiklet park yerleri araştırılmalıdır. Güzergah üzerinde ve çevresindeki trafik sirkülasyonu da incelenerek bisiklet güzergahında doğrusallığı sağlamak adına seçenekler değerlendirilmelidir.

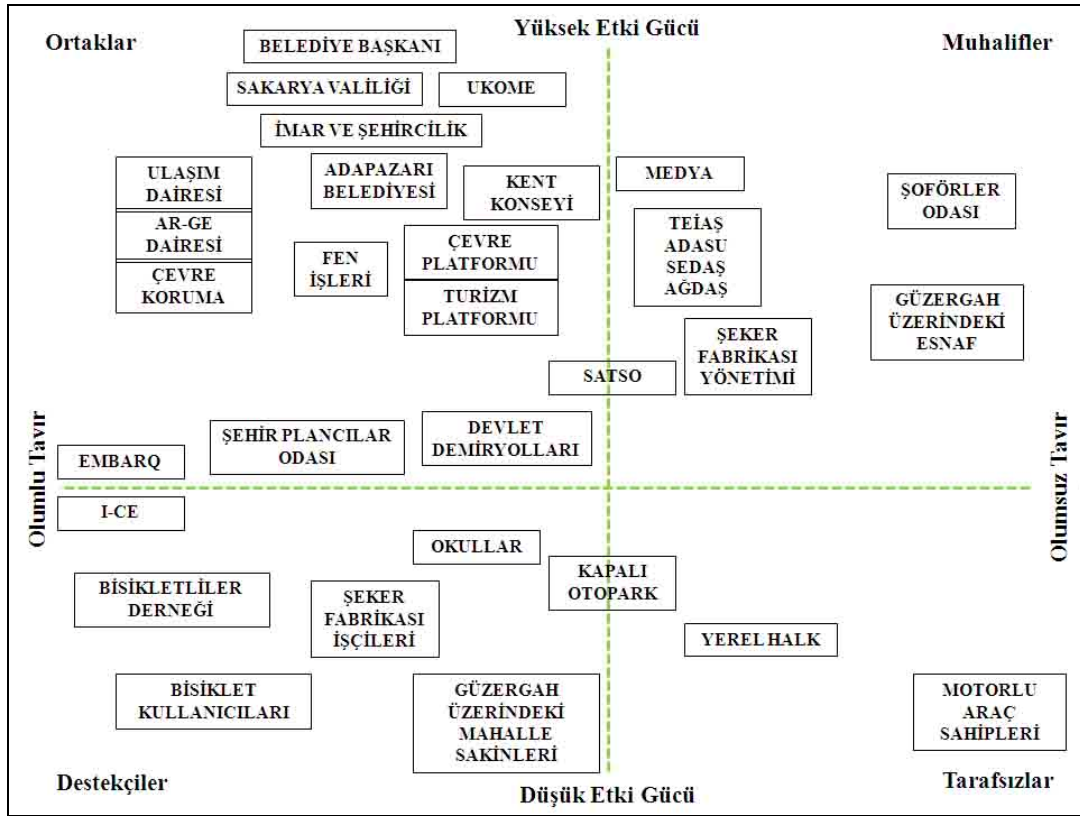
Yukarıda belirtilen bilgiler ışığında Adapazarı'nda pilot güzergahı daha iyi tanımak ve tasarımlar öncesinde gerekli analizleri yapmak için bazı veriler toplanmıştır. Yaya bisiklet ve motorlu araç sayımları, seyahat süresi ölçümleri yapılmış, yol üstü ve çevresindeki parklanmalar ve toplu taşıma güzergahları belirlenmiş, güzergah ve çevresinin hali hazır planları, trafik sirkülasyonu, kaza verileri ve arazi kullanımı verileri toplanmıştır.

Toplanan veriler ışığında bisiklet yolları ve kavşak geçişlerinin tasarımları konularıyla ilgili çalışmalar yapılarak çalıştay ekibinin tasarım konusunda deneyim kazanması sağlanmıştır. Bisiklet kul-

lanıcılarının ihtiyaçları göz önünde bulundurularak ve 5 ana şart olan doğrusallık, bütünlük, güvenlik, çekicilik ve rahatlık kriterlerine uyularak tasarımlar tamamlanmıştır.

Bisikletle Bütünleşik Ulaşım Planlamasında İletişim Stratejisinin Önemi:

Planlama ve tasarım bisikletle bütünleşik ulaşım için önemli adımlardan ikisidir. Ancak projenin başarıya ulaşabilmesi için tek başına yeterli değildir. Projenin başarıya ulaşması için diğer adımlar kadar önemli bir nokta da iletişim stratejilerinin oluşturulmasıdır (Wittink, 2009) İletişim stratejisinin oluşturulmasında ilk adım paydaşların belirlenmesidir. Adapazarı'nda yapılan paydaş analizinde projenin paydaşlarının kimler olduğu, projenin ortağı mı, muhalifi mi, destekçisi mi olacakları ya da tarafsız mı kalacakları, ne kadar olumlu veya olumsuz tepki gösterecekleri ve etki güçlerinin ne kadar yüksek olduğu araştırılmıştır. Şekil 7'de yapılan paydaş analizinin sonuçları gösterilmektedir.



Şekil 7. Adapazarı paydaş analizi.

Paydaş analizinden çıkan sonuçlar kullanılarak bir iletişim planı hazırlanmıştır. Bu iletişim planı çerçevesinde öncelikli olarak paydaşlarla toplantılar yapılarak onların fikirleri alınmış ve projeye nasıl destek olabilecekleri araştırılmıştır. Sonraki adım olarak da halkın projeye ilgili bilgilendirilmesi ve bisikletle ulaşımın tanıtımı için etkinlik planları yapılmıştır. Burada amaç projenin uygulanmasında sorun yaratabilecek durumlara önceden tedbir almak ve proje ortakları ve destekçilerini de proje sürecine dahil etmektir.

Sonuçlar ve Öneriler

Çalışmanın sonuçları ve öneriler aşağıdaki özetlenmiştir:

- Sayımlardan görüldüğü üzere Adapazarı'nda bisikleti ulaşım aracı haline getirmek için önemli bir potansiyel ve kültür bulunmaktadır. Fakat bisiklet kullanıcılarının yaş ortalaması 40'tır ve bu da gençlerin bisikleti çok kullanmadıklarını ortaya koymaktadır. Bisiklet kullanma kültürü ortadan tamamen kaybolmadan biran önce gerekli çalışmalar yapılmalıdır.
- Adapazarı'nda bisikletlilerin %10'u son bir yıl içerisinde kaza geçirmişler, geriye kalan %10'u da kaza geçirmeye çok yaklaştıklarını ifade etmişlerdir. Bisikletlilerin güvenlikle ilgili önemli sorunları vardır.
- Yerel yönetimlerde uzmanlığın geliştirilmesiprojelerin sürdürülebilirliğini sağlamak açısından çok önemlidir.
- Bisikletle bütünleşik ulaşım planlaması sistemsel bir yaklaşım gerektirmekte, dolayısıyla planlama, tasarım ve iletişim aktivitelerinin bir bütünlük içerisinde yürütülmesi gerekmektedir.
- Bisikletin kentiçi ulaşımında pay sahibi olması için başlatılan bu pilot çalışmanın, belirlenen iş planı ve bisiklet ağı göz önünde bulundurularak devamının getirilmesi gereklidir.

Teşekkür: Bizlere bu çalışmada destek veren başta Sakarya Büyükşehir Belediyesi Genel Sekreter Yardımcısı Metin Küçük ve Ulaşım Dairesi Başkanı Sayın Fatih Turan'a, çalıştay ekibimizde yer alarak bütün çalışmalarını birlikte yürüttüğümüz Fuat Özkan, Özgür Özcan, Bilge Dikmen, Turgay Deliorman, Hamza Bozkurt, Bülent Odabaşı, Esen Akbaş'a teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

1. Bassett, David R. Jr., John Pucher, Ralph Buehler, Dixie L. Thompson, and Scott E. Crouter (2008) Walking, Cycling, and Obesity Rates in Europe, North America and Australia. Journal of Physical Activity and Health
2. TMMOB Şehir Plancıları Odası (2009) Bisiklet Kentleri Raporu, http://www.spo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=834&tipi=4&sube=0
3. Birleşmiş Milletler (1987), Report of the World Commission on Environment and Development, <http://www.un.org/documents/ga/res/42/ares42-187.htm>
4. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2010) Percentage of Population Residing in Urban Areas by Major Area, Region and Country, 1950-2050, <http://esa.un.org/unpd/wup/index.htm>
5. Wittink, R. (2009) Education, Awareness Building and Advocacy, Cycling Inclusive Policy Handbook.

Yaşanılabilir Yerel Yönetimler Olabilmek İçin 'Kent İçi Sürdürülebilir Bisiklet Ulaşımı Projesi'

Ilgaz CANDEMİR

Summary

This work was written without considering a particular crowd or institution-organisation. It will only target sustainable bicycle transportation for cause of protecting the environment. It is targeted for people in Turkey who deserve a greener environment and healthier atmosphere.

We are looking at how we can investigate a forgotten transport mode considering the public interest and include it in our lives again. Starting an independent and analytical way of thinking it was written as a result of serious research.

The bicycle is everyones indispensable piece of transport from childhood to the university years. Zero exhaust emissions, reducing traffic congestion in the city, a transport mode which is useful for human health. It is getting more and more support everyday in Europe and America due to stagnation and global warming. So much so that there was a 4% increase in people travelling by bicycle after the global crisis in America. If we take it from another point of view the cycling element can be used in another way to gain health and make us friendly and familiar with the city. The truth about how special and useful the target of this study the bicycle is, has been stressed in previous articles dozens of times.

In this study we'll be given all the 5 E modelling discipline for bicycle transportation and specific examples with best implementations from all over the world. The final part brings us the framework of biking and sequential suggestions for creating bike paths for local governments and cities of Turkey.

Özet

Bu çalışma, belli bir kitle veya kurum-kuruluş gözetilmeden kaleme alınmış. Betonlaşan Türkiye’imizde daha yeşil ve çevreci bir atmosferde yaşamı hedefleyen ve hak eden insanlar adına kaleme alınmıştır. Ülkemizde unutulmuş bir ulaşım mod’unu incelemeye alıp kamu menfaati gözeterek nasıl tekrar hayatımıza dahil ederiz. Hareketle bağımsız ve analitik düşünerek, ciddi bir araştırma sonucu kaleme alındı.

Hemen herkes için bisiklet çocukluktan üniversiteye kadar unutulmaz bir ulaşım aracıdır. Egzoz emisyonu sıfır, kent içi trafik sıkışıklığını azaltıcı, insan sağlığına faydalı bir ulaşım mod’u olan bisiklet Amerika ve Avrupa’da küresel ısınma ve durgunluk sebebiyle günden güne daha fazla destek görür duruma gelmektedir. Öyle ki Amerika’da son dünya çapında krizden sonra bisiklet ile seyahat eden insanlarda % 4’lük artış görülmüştür. Bir başka açıdan alacak olursak ise şehir ile içli dışlı olmanın ve aynı zamanda sağlık kazanmanın bir başka yolu içinde bisiklet ögesi kullanılabilir. Zaten bu çalışmada hedeflenen bisikletin ne kadar özel ve faydalı bir ulaşım aracı olduğu gerçeği daha önceki bu konuyla ilgili yazılmış onlarca makalelerde vurgulanmıştır.

Gelişme bölümünde Avrupa’da ve Birleşik Devletlerde bisiklet dostu kentlerin oluşturulmasında kullanılan öğelerin altı çizilip ve Avrupa Bisiklet Federasyon’un bisikletle ulaşım mod’unun yaygınlaştırılmasındaki çalışmalardan bahsedilecek ve bisiklet dostu olan 9 kentteki uygulamalara değinilecektir.

Anahtar Kelime: Bisiklet , Bisiklet yolu , 5 E modeli

1. Giriş

Uzmanlar ve meteoroloji insanları son 10 yıldır eskisine göre dünyanın sonu için daha fazla felaket senaryosu hazırlamaktadır. Üstelik her sene başında bu sürecin geçmişte yaptıkları tahminlere göre daha erkene çekildiği günleri yaşıyoruz. Bilim kurgusuz durumun özeti buzulları günden güne kaybediyoruz. Erime kaçınılmaz gözüküyor.

Buzulların erimesinin önüne hiçbir fiziki güç geçemeyecek gibi görünüyor. Buna rağmen istisnasız bireyler arabalardan, politika yapıcılar ise otobüs filolarından vazgeçebilmiş değiller. Aksine araba sahibi olmak, toplumda ayrı bir statü konusu. Arttırdığımız karbon emisyonu ile hepimiz dünyanın sonuna bilerek veya bilmeden katkıda bulunuyoruz. Yarına bırakmadan çevreci toplu taşıma araçlarına yatırım yapma zamanı geldi.

Bu makalede başlıkta da okuduğunuz üzere yerel yönetimlerce çoğunlukla hiç düşünülmeyen panel veya sempozyumlarda zaman zaman atıfta bulunulan ama yine de yeterince süre almayan bir taşıma biçimi olan bisikleti masaya yatıracağız. Muhakkak ki konu ile ilgili yapılan araştırmaların hepsini limitli satırlara sığdırmak zor, bu makalede dünyada bisiklet dostu olan kentler ve bisikletli ulaşım yaptıkları yatırımlardan söz edip kendimiz için mantık algoritması ve ipuçları vereceğiz.

Bisiklete yapılan yatırımın ;

1. trafik sıkışıklığı
2. sosyal mobilizasyon
3. halk sağlığı
4. yaralanmalı-ölümlü maddi kazaların azaltılması
5. CO2 emisyonunun azaltılmasıyla daha kaliteli hava kazanılması
6. sosyal eşitlik ve fakirliğin azaltılması gibi yararlarını zaten biliyoruz.

Bunun dışında kentlerimizde uygulanmayan bir ekonomi biçimi olan bisiklet taksilerin turizmimiz için yabancı kentlerde olduğu gibi ciddi bir getirisi bulunmamaktadır.

Avrupa Birliği çevre komisyonun çalışmalarında “Bisiklet ile ulaşım” toplu taşıma ve araba ile ulaşımdan sonra üçüncü ulaşım modu olarak rol oynamaktadır.

Bisiklet ile ulaşımın bayrağını Avrupa kıtasında Avrupa Bisiklet Federasyonu üstlenmiştir. Avrupalı bisikletçilerin federasyonun amaçlarından en önemlileri Avrupa’daki bireylerin bisiklet kullanmaları için uygun zemin şartlarının oluşturulması, bu konuda eğitim ve teşvik, yasa koyucularla işbirliği halinde güvenli bisiklet rotaları belirlemek, toplu bisiklet gruplarıyla aktivite düzenlemek, yeni stratejiler ve yasalar oluşturulmasına bilimsel veri sağlamak sayılabilir.

Avrupa Bisiklet Federasyonu (ECF) 12 rotada başlattığı EuroVelo projesi bisiklete Avrupa’nın bakışını göstermektedir. Bu rotalar en az 1000 km’den oluşur ve en az 2 ülkeden geçer.

Emisyonlar bakımından 2 kişi taşıyan bir araç 1 yolculuk-km’de 141gr CO₂ salınımı yaparken; 40 kişi taşıyan bir otobüs 1 yolculuk-km’de 40 gr CO₂ salınımı yapar. Bisiklet bunu yapmaz...

Bisikleti arabaya tercih ettiğinizde 170 ağaç yetiştirmiş veya kurtarmış olursunuz “Bisiklet + Yürümek” dünyanın bekasına verebileceğimiz en güzel hediye olduğu unutulmamalıdır. Bu sebeple bir sonraki bölümde size 5E modelini anlatacağız.

2. 5 E Modeli

Merkezi Washington’da bulunan Birleşik Devletlerdeki bisikletçiler Liginin Bisiklet dostu Kentler adı altında bir ödül programı vardır. Bu çerçevede programın gereklerini yerine getiren kentler platin- bronz farklı statülerle temsil edilirler. Platin statüde 3 kent bulunmaktadır. Daha sonraki bölümde Birleşik Devletlerdeki bu platin ödül alan 3 kentten bahsedilecektir.

5E programı beş farklı E harfiyle başlayan ögeden oluşur.

Engineering(mühendislik) ,
Education (eğitim) ,
Encouragement (teşvik) ,
Enforcement (kanun ve ilgili yasa oluşturma) ,
Evaluation (planlama ve değerlendirme) kısımlarından oluşmaktadır.

Hepsi tek başına uzun inceleme gerektirmesine rağmen, kısaca bahsetmek gerekirse;

2.1. Mühendislik: Tasarım, uygulama, altyapı ve üstyapı çalışmalarını kapsar. Özellikle altyapı, park yerleri yapıları, ayrılmış yollar, mevcut yolların tadilat ile bisiklet yoluna çevrilmesi, mevcut bisiklet şeritlerinin bakımı, sinyalizasyon sistemi karayolu ile entegre çalışmaları, ilgili sanat yapıları, dinlenme alanları, kent içi ilgili bina-istasyon ve ilgili tüm fiziki düzenleme ve uygulamalara bakılır.

2.2. Eğitim: Kentte bisiklet ile ulaşımın yapılacağı yerler kapsamında bilgi veren haritalar oluşturulur. Okullarda anaokulu ve ilkokul seviyesindeki çocuklara eğitim programı düzenlenir.

Eğitimler özellikle bisiklet ile ulaşım yapanların yanı sıra motorlu taşıt ehliyeti için başvuran adaylara da uygulanır. Motorlu taşıt ehliyeti sahiplerine sınavlarda yol hakkı, bisikletliler ile beraber yolculuk, ayrılmamış yollarda seyahat ile ilgili konular anlatılır.

2.3. Teşvik: Kent içinde bisiklet ve dolaylı olarak bisiklet ve yayaların katılacağı tüm organizasyonlar, yapısal ekler, kampanyalar, sosyal aktiviteler teşvik kapsamında değerlendirilir.

2.4. Kanun ve ilgili yasa oluşturma: Belediyelerin veya yerel yönetimlerin kent konseylerince ilgili yasalar ışığında bisikletçiyi korumak, onunda yollardan hak ettiği payı almasını sağlamak gerekirse yeni yasalar düzenlemek, lokal prosedürler geliştirmek ve uygulamak bu gruba dahildir.

Özellikle Amerika, Hollanda, ve Danimarka gibi bisiklet kullanımı yoğun ve bir kültür olan ülkelerde bisiklet ile ilgili kanun, yönetmelik, ve mevzuatlar bulunmaktadır.

2.5.Değerlendirme: Mevcut uygulanan program ve teşviklerin ne derece sürdürüldüğünü ve hayata geçirildiğini incelemek, raporlamak, bunları belgelemektir. Özellikle Amerika Birleşik Devletlerindeki Bisiklet Liginde bu konuyla ilgili ayrıntılı test ve anketler 95 soru- 6 bölüm bulunmakta, bun-

lardan alınan sonuçlar 6 aylık ve yıllık tablolarla yine geri bildirimler yöntemiyle şehirlerle ve belediyelerle paylaşılmaktadır. Bu bölümler mevzuat, programlar, politikalar, altyapı, eğitim ve teşviklerdir.

3. Bisiklet Öncelikli Ulaşımında Örnek Kentler

3.1. Kopenhag, Danimarka

nüfus: 1.850.000

Dünyadaki en iyi yaşam kalitesi klasmanında altıncı şehir olan Kopenhag dünyanın en başarılı bisiklet topluluk programlarından birine ev sahipliği yapmaktadır. Kopenhag kent merkezinde yaşayan her 2 kadından birisinin bisikleti vardır. (2008) önümüzdeki üç yıl içinde bisiklet altyapısı üzerindeki harcamaları ikiye katlamayı planlamaktadır. 2011 başında Kopenhag bisiklet altyapı olarak Amsterdamı geçecek kapasiteye ulaşacaktır.



Resim1. Kopenhag'da bir kış sabahı evden işe gidiş.

İşçilerin % 32'si bisiklet ile işe gitmektedir. Kentteki bisiklet yolları kesinlikle hobi amaçlı olmayıp geniş ve gelişmiş üstyapıdadır. Bisiklet yolları çoğu ana trafikten ayrıdır bazen kendi sinyal sistemleri vardır. Ünlü komünü Christiania'da araç kullanılmaz. Şehirde kamu size bisiklet kiralama imkanı sunar. Kent merkezinde farklı yerlerden bisiklet kiralayabilir, bisikleti park yerlerinden birine geri bıraktığınızda size 20 krone (~6 TL) depozit iade edilir. Geniş bisiklet kültürünün olduğu Kopenhag'da yeni yapılan veya yenilenen tüm yollarda bisiklet içinde yer ayrılır; kurplu yollarda bisiklet yolu diğer lastik tekerlekli araçlardan ayrılır veya mümkün olmadığı yerlerde özel renklerle işaretlenir.

3.2. Portland, Oregon, Amerika Birleşik Devletleri

nüfus: 555.000

Platin ödül sahibi bu kentte bisiklet ile ilgili özel kanunlar vardır. Bisikletli bir kişinin bisiklet yolundaki hakları, motorlu taşıtlar ile ilişkileri, cezalar, bisiklet üzerindeki yük, ekstra kişi, başlık takma, oturağı doğru kullanma, bisikletli kişilerin karıştığı kazalar... vs. Amerikanın batı kıyısında yeralan Portland'da tüm şehirde birbirleriyle bağlı bisiklet yolları vardır. Bu kentte Birleşik Devletlerdeki düşük gelir seviyeli banliyölerde yaşayan bireyler için bir ilk olan bir program sayesinde bisiklet kullanımı devletçe teşvik edilmektedir. Tüm bisiklet kullanıcılarına

güvenli bir şekilde ulaşım imkânı hakkı tanınmıştır. Bisiklet kültürü öylesine gelişmiştir ki tüm bisikletlerde aydınlatma, kilit, başlık, pompa, bakım alet çantası, harita ve yağmurluk vardır. İlk paragrafta anlatılan kanunlar o kadar düzgün uygulanır ki bisiklet kullanıcılarının başka da bir şansı yoktur.



Resim 2. Portland’da çevre yolu yanında köprü üstünde yaya ve bisiklet trafiği.

Portland ‘da 1990’ların başında 95 km olan bisiklet yolu 418 km’lere ulaşmıştır. Halen kent master planında 61 km daha bisiklet yolu bulunmaktadır. Kent içi raylı sistem TriMet bisikletçiler için araçlarda özel yerler ayrılmıştır. Kentteki sokaklarda karayolu ile beraber özel şeritli bisiklet yolları ve ayrılmış yollar trafik sinyalleri ile kontrol altındadır. Sosyal sorumluluk çerçevesinde Bisiklet Toplum merkezi gibi kent kültürünün altyapısını oluşturan eğitim ve teşvik eden kurumlar bulunmaktadır.

3.3. Amsterdam, Hollanda

nüfus: 750.000

Amsterdam’da bisiklete binmek günlük ama ciddi bir iştir. Günlük trafik hareketlerinin %40’ı bisikletli ulaşım. Şehirde 1 milyon bisiklet bulunduğu tahmin edilmektedir. Uzun yıllardır hızlı ve konforlu bisiklet yolları inşa edilmektedir, bu konuda ciddi politika ve yasaları vardır. Bu anlamda bisiklet dostu kent ünvanını almışlardır.

219 km²’lik yüzölçümü 4.484 /km² lik nüfus yoğunluğu olan Amsterdam herkesçe bilindiği gibi bisiklet-dostu bir şehirdir.. Park ücretleri oldukça yüksek olduğundan şehir içinde araç kullanmak tercih edilmez. Ayrıca birçok cadde ve sokak araç trafiğine kapatılmıştır. Toplu taşıma otobüs ve tramvaylar ile sağlanır. Şehirde dört metro hattı bulunmaktadır, beşinci hat ise yapım halindedir. Turistler için bisiklet kiralama noktalarına şehir merkezinde sıkça rastlarsınız. Ancak bisiklet hırsızlığı oldukça yaygındır. Bu yüzden bisiklet sahiplerinin büyük kilitlerle bisikletlerini hırsızlara karşı koruma eğilimi vardır.

Bisiklet kullanıcıları için ayrılmış özel sinyalli yollar, uyarıcı yönlendirmeler, bisiklet yollarına ait özel altyapı, kiralık bisikletler, yer altı garajları, şehir içi park yerleri ve her şeyden önemlisi kentte herkesin saygı duyduğu bir kültür bulunmaktadır. Örnek vermek gerekirse Amsterdam demiryolları merkez istasyonunda 10.000 bisikletlik bisiklet parkı bulunmaktadır.

3.4. Boulder, Colorado, Amerika Birleşik Devletleri

nüfus: 105.000

Boulder kenti Rocky dağları eteklerinde Denver'a 55 km uzakta olan nezih bir yerleşim yeridir. Boulder kentinde de bisiklet kullanımını teşvik etmek için çok fazla pilot uygulama(lar) devam etmektedir. Bu uygulamalardan biri de Boulder daki okulları kapsamaktadır. Okullardan birisi; okula gelen öğrencilerden %75 inin yaya veya bisikletle geldiğini bildirmiştir. Bu oran pilot uygulama öncesine göre %620 (altı yüz yirmi) artmıştır. Ayrıca uygulamadan sonra 4000 kişide işine bisikletle gitmeye başlamıştır.

Son 5 yılda kent meclisi tüm ulaşım bütçesinin %15'ini bisiklet yol yapımı ve tamirati için ayırmıştır. Belediyenin görsel sayfalarından bisiklet ile ilgili bölümlerde çok farklı konularda makale-tavsiye-yöntem-kural-kanunlar-belediye hizmetleri ile ilgili bilgi bulunmaktadır. Örneğin bisikletinizi **“rack”** adı verilen bağlama demirine nasıl bağlayacağınıza kadar çeşitlilik arz eden yöntemler vardır. Örneğin siz hiç belediye otobüsüne binmeden bisikletinizi otobüsün önündeki seleye koydunuz mu?

Aşağıda konu ile ilgili örnek poster olan geçtiğimiz haziran ayı yapılan fakat ilki 1977 de yapılan “yaya ve bisiklet ayı “ kutlamaları vardı. Son yapılan etkinliklere aralarında bildiğimiz çok seçkin 32 sponsorda destek vermiştir.Yine son yapılan yaya ve bisiklet ayı etkinliklerin 7137 kişi işe bisikletleri ile gitmiş akredite olanların %25i hayatlarında ilk defa bisiklet ile işe gidip geldiklerini ankette bildirmişlerdir. O gün 144,759 mil şehir içinde trafik yaratılmamıştır.

Siz bugüne kadar kaç defa bisikletle işe gittiniz...?

Türkiye’de herhangi bir şehrimizde 100.000 kişi aynı gün bisikletle işine, okuluna, çarşıya gitse kaç km’lik kazanç sağlanır, sağlık-çevreye olan kazançları nelerdir hiç hesapladınız mı?

Boulder tek başına bir grup öğrenciye bisiklet üzerine yüksek lisans hatta doktora yaptıracak kadar verimli bir kenttir. Yerimiz az ama örnek vermeden durmakta mümkün değil, henüz bizde bisiklet yolları yok iken Boulder kenti mevcut kent içi kaldırım üzerindeki tahditli bisiklet yollarına ne zaman bakım yapılacağı ile ilgili maddeler-prosedürler çıkartmış durumdadır.Yine örnek vermek gerekirse “bisiklet yolundaki çatlak 1 inch’e ulaşmışsa...”

“Bisiklet yolundaki yüzey herhangi bir noktada ani 3/4 inch ‘den büyükse”....

Özel dizayn edilmiş bisiklet yolları, trafik sinyalizasyonu, bisiklet dernekleri, bisiklet yolları haritalandırma vardır. Ayrıca kamu tarafından bisiklet kullanımı ile ilgili eğitim ve teşvik çalışmaları büyük bir ivme ile devam etmektedir.

3.5. San Francisco, Kaliforniya

nüfus: 4.200.000

San Francisco kenti Birleşik devletlerde kent içi nüfus yoğunlunda 2nci sırayı almaktadır. Kent merkezi 808.000 kişi : 6688 /km² bu da kente ulaşımında bazı çözümlmeleri gerektirmiştir.Ulusal bisiklet magazini adlı dergide ülkede kullanıcı olarak en yüksek reytinge sahip kent'tir. Sadece 40.000 banliyö sakini kent merkezine hergün bisiklet ile gider. 101 km'lik bisiklet ağı vardır.

Kente yasa koyucular tarafından oluşturulan ciddi bir mekanizma olan sekiz kişiden oluşan San Francisco Bisiklet Koalisyonu bulunmaktadır. Kurul, yaya ve bisiklet kullanıcılarının ihtiyaçlarını bir üst merci olan belediye temsilciler kuruluna bildirir ve toplu taşımının ardından önceliği bu kurdan gelen dilek ve şikayetler değerlendirilmeye alınır. Tüm toplu taşıma sistemlerinde bisiklet taşıma için özel yerler ayrılmıştır. Ayrıca kent içi karayollarında (çevre yolları ve otobanlar hariç) bisiklet için trafik sinyalli özel işaretli yollar bulunmaktadır.

3.6. Berlin, Almanya

nüfus: 3.425.000

Avrupa Birliğinin 2nci en büyük nüfuslu ve ülkenin en kalabalık kenti olan Berlin deki şantiye havası duvar yıkıldığından bu yana devam etmektedir. Kent yöneticeleri şehiri tekrar planlarken geniş metro ağının yanında bisiklet moduna da önemli yer ayırmışlardır. 2010 yılı için hedef günlük yolculuk miktarının %15 inin bisiklet ile yapılması yönündedir. Kentte hali hazırda 2 metre genişliğindeki bir bantta kent içi karayolu sistemine entegre 80 km'lik ağ ve kaldırım üzerinde yine 50 km² lik bir ağ vardır. Kaldırımdaki yoldan yayaların dahi yürümesi yasaktır.

2008 itibariyle geçtiğimiz son 10 yılda bisiklet kullanımı ikiye katlanmış bugün 400.000 yolculuk, kentte bisiklet ile yapılmakta, bu da günlük trafiğin %12sine denk gelmektedir. Bunun dışında turistler için de bisiklet turları ve kiralık bisikletler bulunmaktadır.

3.7 Barselona, İspanya

nüfus: 1.615.000

Sadece 101 km²'ye kurulu Barselona'da nüfus yoğunluğu 16.000/km²'dir. Şehir konseyinin 22 Mart 2007'de aldığı kararla Kamu bisiklet servis hizmeti vermeye başlamıştır. İlk başta bu konuyla ilgili 100 farklı istasyon devreye alınmış, bisikleti alıp kent merkezinde kullanan kişiler herhangi bir istasyona bisikleti bırakmak hakkına sahiptirler.

Şehir konseyi bununla da kalmayıp yeni bisiklet rotaları için çalışmaya devam etmektedirler. Şehirde yeşil hat olarak adlandırılan bir rota vardır. Cadde seviyesinde toplam 3250 bisikletlik bir park yeri mevcuttur. Ayrıca halen pilot uygulama kapsamında güvenli ve hırsızlığa karşı yer altı parkları inşa edilmektedir.

Barselona'da yine bir başka teşvik ve cesaretlendirici organizasyonda Eylül ayında bir gün araba kullanmama günüdür. Sürdürülebilir ve güvenli ulaşım haftası çerçevesinde bisiklet kullanımı teşvik edilir ve o gün ulaşımın bisiklet ile yapılması beklenir. İlk uygulama 21-26 Mayıs 2002 tarihinde gerçekleşmiştir. Yine bir başka eğitici organizasyon ise bisiklet festivali düzenlenmesidir.

3.8. Münster, Almanya

nüfus: 280.000

Almanya'nın bisiklet başkenti olan 302 km² kurulmuş ve 901 /km² nüfus yoğunluğuna sahiptir. Münster'de en az 100.000 bisiklet günlük trafiğe çıkmaktadır. Kuzey Ren bölgesindeki 26 bisiklet dostu kentten biri olan Münster'de günlük trafiğin %35'i bisiklet ile yapılırken %48 si araba ve otobüs ile yapılmaktadır. Ayrılmış tahsisli bisiklet yolları 1,6 metre ile 0,7 metre arası değişir. Ülkenin en büyük yer altı bisiklet park yeri kapasiteyle ana tren garı altında bulunmaktadır. 25 kaldırım üstü yol, 7 karayolu ile entegre edilmiş bisiklet hattı, 9 bağımsız bisiklet hattı bulunmaktadır. Sadece kent içi değil Münsterland bölgesindeki 500 km'yi geçen bisiklet hatlarıyla etraftaki doğaya da her gün bisiklet turları bulunmaktadır. Bu altyapısı ile Münster Almanya'nın en bisiklet dostu kenti unvan'ını bulundurmaktadır. Münster de bisiklet kiralamak için günlük 5 ila 11 euro ücret ödemek yeterlidir.

Münster gibi Köln, Essen, Leverkusen, Biefeld,, Aachen, Mülheim, Krefeld,, Bonn da bu 26 kentten sadece birkaçıdır.

3.9. Vancouver , Kanada

nüfus: 2.132.000

Vancouver, Kanada'nın üçüncü büyük kentidir. Bu kentte en hızlı gelişen ulaşım modu bisiklet ile ulaşımıdır. 1999 yılında tanımlanan şehir konseyince tanımlanan 5 E düzenlenmesi ile (Engineering, Education, Enforcement, Evaluation and Encouragement) bisiklet moduna yatırım yapılmıştır. Günümüzde 60.000'den fazla yolculuk bisiklet ile gerçekleşmektedir.

Evden İşe (Bike to Work) yüzdesi %4 artmıştır. 2006 da güncellenen raporla da bisiklet kullanımı en hızlı gelişim kaydeden ulaşım modu olarak gösterilmiştir. Rapora göre günde 50.000 bisiklet yolculuğu yapılmaktadır.



Resim 3. Dünyanın bisiklet ile ulaşımında en hızlı ilerleyen şehirlerinden Vancouver'da kıyı boyunca devam eden bisiklet yolları.

Günümüzde 1999 yılında alınan kararlar doğrultusunda geliştirme çalışmaları devam etmektedir. 177 km'si tamamlanmış ve 26 km inşaat halinde ve 37 km'de planda olan hat vardır. Kent İçerai Raylı sistem Translink'te bisikletçilere pik saatler dışında özel bölümlerde bisikletlerini taşımak için izin verir. Çalışmalar bu konuda tecrübe sahibi-dizayn ve mühendislik bürolarınca yapılmaktadır. Hat seçiminde ve gelişiminde etkili olan etkenleri kısaca;

- trafikten ayrılma imkanının araştırılması
- trafik gürültüsü ve kirliliğinden uzaklığı
- manzarasının ilginç veya güzel olması
- otomobil yolculuğu ile zaman açısından kıyaslanma tercihleri
- engebesiz ve 5 km den kısa hat yaratma (ortalama kaliteli bir bisiklet yolculuğu-ideal yolculuk).

Şehirde bisikleti de içeren 300 den fazla trafik lambası vardır. 2009 senesinde Vancouver'da 60.000 den fazla bisiklet haritası basılmış ve dağıtılmıştır.

Resimdeki hatlardan Dunsmuir Caddesinde yapılan küçük bir değişiklikle caddeden bisiklet ile geçen kişi sayısı 4 kat artmıştır. Teşvik edici pakette yolun bir kısmına beton saksı yerleştirilerek insan da güven duygusu ve arabalarla seyahat imkanı verilmiştir. Eski sayı 500 kişi/gün iken ilk istatistikler rakamın 2500 kişi/gün e çıktığı görülmüştür.

4. Değerlendirme Ve Paris, İzmir Notları

Biz Türkler Bisiklette çok ileri bir Avrupa ülkesi ile benzer özellikler sergiliyoruz. Örnek: Fransızlar'da bisiklete oldukça Fransız; onlarında şüphesiz istisna yerel yönetimleri var. Paris'te bisiklet diğer ulaşım modlarına göre %1'ler seviyesinde ama Paris bölgesinde hiç değilse 440 km'lik bisiklet yolu bulunmaktadır. 2014 yılına kadar Belediye'nin hedefi 700 km dir. Şehirde 1000 bisiklet kapasiteli park alanları mevcuttur. Gerisi yorumsuz.

Bisiklet ile ilgili yasal prosedürlerini yerine getiren ilk ülke olan Hollanda'dan başta Fransa (1994) olmak üzere ilgili yasa ve mevzuat değişikliklerini hızla yerine getirmektedirler. Günümüzde Hollanda'da 19.000 km'nin üzerinde bisiklet için ayrılmış veya işaretlenmiş yol bulunmaktadır. Bisikleti çok yoğun olarak kullanan bir başka ülke olan Avustralya'da benzer kamu mevzuatı değişiklikleri ile bisikleti büyük kentlerinde günlük trafiğin içine çekmeyi planlamaktadır. 1998-2003 arası geçerli olan TEA-21 bildirgesine göre Birleşik Devletler diğer modlarla beraber bisiklet ve yaya Ulaşımın iyileştirilmesi için 3 milyar dolarlık kamu fonunu meclisinden geçirmiş ve tahsis etmiştir. Sadece nüfus olarak İstanbul ile karşılaştırabilecek New York kentinde resmi rakamlara göre 675 km bisiklet yolu bulunmaktadır. Tablo 2'de en uç örnekleriyle dünyadan farklı kentlerinin ulaşımında bisiklet kullanma alışkanlıkları verilmeye çalışılmıştır.

Örnek: İzmir'de modern bu tip bir fiziki uygulama Sasalı Parkı-Bostanlı (21 km) arasında yapılmış bu çalışma Büyükşehir'in özel gayret ve emeği neticesinde son 2 yıl içinde gerçekleşmiştir. İzmir'in yeni hedefi bisiklet yollarını mümkün olduğunca akıcı ve sürdürülebilir seviyede ilerletmektir. Ayrıca İzmir'de Türkiye'de olmadığı kadar bisiklet üzerine birleşmiş sivil toplum örgütleri-dernekleri bulunmaktadır. Bu grupların hafta içi ve hafta sonu etkinlikleri sayesinde diğer kentlerde de aktiviteler yaşanmaya başladığı edindiğimiz notlar arasındadır. Bu tip gelişmeler bisiklet yolu olmayan diğer Anadolu kentlerimizde de olumlu gelişme sağlayacağını düşünüyoruz.

5. Ulaşım Bir Bütündür

Ulaşım bir bütündür ve bu bütünün içinde Türkiye'de bisiklete rastlamak neredeyse imkansızdır. Bisiklet genellikle diğerin içinde veya %1 in altında önemsenmeyen adı geçmeyen bir mod'dur. Bu uygunsuzluğun farkında olan Belediyelerimizin sayısı da son 2-3 yıl içinde azımsanmayacak kadar artmıştır. İzmir ,Bursa, Sakarya ,Trabzon belediyelerinin bu konuda çok ciddi çalışmaları vardır.

Muhakkak ki bu çalışma dikkatlice incelenip not alındığında her belediye için farklı sonuçlar çıkarmak mümkün olabilir. Değerli bürokratlarımızın aniden bir öğleden sonra toplantısıyla, akıllara gelen ilk karayolu, semt yolu veya arnavut kaldırıma sarı boya uygulaması yapıp bisiklet yolu oluşturmak hedeflerimiz arasında olmamalıdır. Böyle uygulamaların trajedi-komik sonuçlar getirdiği Türkiye'de dahil gözlenmiştir. Her kent içi trafiğinin kendine has karakteristiği sosyal ve matematiksel ilişkileri süregelmektedir bu sebeple anket-etüt ve mühendislik ön şarttır.

İlçe ve il yerel yönetimlerin yapacağı bu çalışmaların ülke ekonomisini birebir ilgilendirdiğinden bu projelerin Ankara'ya taşınması gerek Ulaştırma Bakanlığı gerekse başka Bakanlıkların konu ile ilgili ciddi çalışmalara destek verebilmesi veya bu çalışmaların Avrupa Birliği fonlarından destek yardımı görmesi bu işin başka bir sonucu olarak karşımıza çıkar.

Özetle; Dünya çevre fonlarından ve Avrupa Birliği fonlarından hibe-destek alma imkânları araştırılmalıdır.

Sürdürülebilir bisiklet projelerine sadece bölgesel değil makro anlamda Ulusal bir karar organı ve kararlı takip ve ölçümlene şarttır. Bunun için gerekli birimlerin önümüzdeki günlerde kurulacağına şüphemiz yoktur. Gerek merkezde gerekse lokal ölçeklerde Ulusal bir bisiklet konseyi kurulmalı ve dinamik yapıya kavuşturulmalıdır. Bu anlamda “Ulusal Bisiklet Ana Planımızı ortaya koymak şarttır.

Ulaşım projelerinizi hazırlarken 5 E direktifi doğrultusunda yapılacak kıymetli çalışmalar sürdürülebilirliği de sağlayacağından sivil ve demokratik kitle örgütlerinden de destek görecektir.

6. Bisiklet İle İlgili Sürdürülebilir Hedefler Seçmek

Bu çalışmanın temel amaçları aşağıda verilmektedir:

1. Dünyadaki artan rejim gösteren bisiklet ile ulaşım kültürünün örneklerle yansıtılması.
2. Kamu kurumları ve lokal irade nezdinde Bisiklet ile ilgili karar verici bir birim(çalışma grubu) oluşturmak
3. Kurulacak birimin 5, 10 ve 20 yıllık teşvik edici program ortaya koyması ve Bisiklet modunun yaygınlaştırılması ile ilgili model sunmak, Bisiklet Ana Planı.
4. Konu ile gerekli etüt ve araştırma çalışması öncesi anket düzenlemek.
5. Uygulanacak projelere göre Pilot bölge seçimi. (ilçe)
6. Yerel yönetimlerin; Belediyelerin akademisyenlerle işbirliği yaparak bisiklet ile kolay ulaşım mühendislik projelerinin hazırlanması ve bütçenin belirlenmesi.

7. Türkiye’deki Yerel Yönetimlere Sürdürülebilir Bisiklet Politikaları için ipuçları

1. Ulaşım master planı veya daha küçük ölçekli belediyeler için Ulaşım-Nazım planı hazırlarken Bisiklet moduna yer ayırmaları (Ulaşım master planında Bisiklet Ana Planı ve uygulanacak stratejilerin ayrıntılarıyla aşamalı olarak belirlenmesi, 5 ‘er yıllık hedefler konulması, bu hedeflerin ölçülebilirliği ve 6 aylık değerlendirme raporlarının tutulması.)
2. Yoğunluk dikkate alınarak Bisiklet yollarını mutlaka Raylı sistemin tüm öğeleri ile çakıştırmak Örnek bu madde için Helsinki, Kopenhag, Berlin incelenebilir.
3. Yaya ile bisikleti ilişkili ulaşım modları olarak görmek ve bisiklet yollarının yanına **yaya erişimi** içinde yer ayırmak.
4. Kent merkezine varacak farklı coğrafi yönlerden ideal erişim mesafesi olan 5-8 km lik bölünmeyen yolları hizmete açmak ve kullanımını incelemek.
5. Ana arterlerde yoğunluk çoğu zaman bizim şehirlerimizde pratikte bisiklete yarım şerit dahi ayıramamız anlamına geliyor bu sebeple özellikle denize komşu şehirlerde körfez boyunca bisiklet ulaşımı için koridor, özel yetki, yönlendirme yapılması .
6. Kent cazibe merkezlerindeki araç park ücretlerini ve politikalarını değiştirmek toplumun bazı kesimlerini bisiklete yönlendirecektir.

7. Pilot bölge veya ilçeler seçilerek “kiralık bisiklet” sisteminin başlatılması, özellikle kentin farklı yerlerinde istasyonlar oluşturmak.
8. Pilot ilçe seçilerek İlköğretim-Lise seviyelerindeki öğrencilerin okul-ev arasını bisiklet+yaya olarak gidip-gelmesi planlanmalı ve uygulamalar istatistiksel olarak tutulmalı.
9. Kentin bisiklet haritasını oluşturmak ve dağıtımını sağlamak.
10. Bisiklet ile trenin beraber rol oynadığı sistemler düşünülmeli, kuzey-güney hattında yolcu taşıyacak trenlerde yolcunun son noktaya ulaşmasında bisiklet kullanması teşvik edilmelidir.
11. ”Bisiklet turizmi” için rota belirleme ve bölgelendirme çalışmaları.
12. Bisiklet parkların sayısını ve alanlarının artırılması.
13. Atina’da sona eren EuroVELO güzergâhlarının İzmir, Edirne, Muğla’dan Pamukkale, Kapadokya, Antalya ve Bursa’ya ulaşması.
14. Çok eğimli yerlerde Trondheim modeli bisiklet taşıma lifti veya funiküleri yapılması.
15. Tüm üniversite ve ilgili Sivil Toplum Örgütlerinden alınan temsilciler ile İzmir Kent Bisiklet Konseyini kurmak, düzenli eğitim ve gezi faaliyetleri düzenlemek, bu konuda halihazırda kurulmuş yerel bisiklet derneklerinden yararlanmak.
16. Ehliyet kursu verirken bisiklet-araç ilişkisinin de düşünülmesi ve bisikletli kişilere tanınacak hakların kanun ile tespit edilmesi.

8. Sonuç, Aktifler Ve Kazanımlar

Bu çalışmada, Avrupa ve dünyadaki farklı önemli uygulamaların getirdiği sonuçlar incelenmiş, çevre bilincinin yaygınlaşması ve sağlıklı yaşama gibi faktörlerinde etkisiyle kentimizde de günlük trafikteki payı %0,3’in altında olan bu modun hayata geçirilmesi için doğru zamanın geldiği vurgulanmaya çalışılmıştır.

Bildiri sonucunda basit ve sonucu indirgenmiş çarpıcı bir örnek vermek istiyoruz.

Bisiklet konusunda oldukça dinamik bir nüfusa ve karaktere sahip Anadolu kentlerinin ve nüfusu 50.000’in üzerindeki ilçelerin, kararlı ve akıllı kent politikaları ile önümüzdeki 10 sene içinde bisiklet ile ulaşımın günlük trafikteki payının %3-5, 20 sene içinde de iyimser tahminle %5-10 arasında pay alabileceği düşünülmektedir. İzmir, İstanbul, Bursa’da yüz bin aracın trafikten çekilmesinin getireceği kazançlar ayrıntılı incelenirse günlük getirinin minimum kabullerle 2.500.000 - 3.000.000 TL ‘nin üzerinde olacağı hesaplanabilir. Buradan kazanılan ivme kentinizin ihtiyacı olan birçok yatırıma kaynak sağlanmış olur.

Herhangi bir belediye için kamulaştırma bedelleri hariç, kullanılan araçların tipine göre “sistem tek hat Km maliyeti” yaklaşık 6-8 milyon TL olan bir cadde tramvayı için ciddi bir kaynak yaratılır veya 33.000 adet ağaçlık muhteşem bir kent ormanını sekiz yüz dönüm arazi üzerine baştan yaratacak kaynak yaratırsınız.

Unutulmamalıdır ki yeni yapılacak bisiklet aksları sadece ekonomik kazanımlar değil, kentlinin yaşam kalitesini ve sosyal davranış biçimlerini de fevkalade olumlu etkileyecek ve daha sağlıklı bireyler yetişmesine katkıda bulunacaktır.

Başka bir arzunuz?

9. Kaynaklar

1. Candemir, Ilgaz “ İzmir Ulaşım Sempozyumu-Bildiriler Kitabı”, sayfa:613-623, 8-9 Aralık 2009
2. Larsen Janet, “Bicycle Earth Report “ Earth Policy Institute, July 2002
3. Pucher, J. “Transportation Quarterly”, (from various transport ministries and depts., latest avail. year), 1998-1
4. TCRP Synthesis 62 ,Integration of Bicycles and Transit , 2005
5. Bicycle friendly Master List ;League of American Bicyclists , 2011
6. European Cyclist Federation,Velo-City 201

Sıvılaştırılmış Atık Araç Lastikleri İle Modifiye Edilmiş Bitümlü Bağlayıcının Reolojik Özellikleri ve Marshall Stabilitesi

Osman Nuri ÇELİK, Neslihan ATASAĞUN, Abdullah TAŞCI

Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
42031, Konya
Tel: (332) 241 14 14
e-posta: oncelik@selcuk.edu.tr

M. Ali LORASOKKAY

Selçuk Üniversitesi Teknik Bilimler M.Y.O., İnşaat Teknolojisi Bölümü
42031, Konya
Tel: (332) 223 19 50
mlorasokkay@selcuk.edu.tr

Öz

Atık olarak elde edilen ürünlerin depolanması veya doğaya bırakılması çok büyük sorunlar yaratmakta, çevre kirliliğiyle beraber toplumu olumsuz etkilemektedir. Atıklar, yeni ürünlerin elde edilmesinde veya mevcut ürünlerin özelliklerini iyileştirmede katkı maddesi olarak kullanılabilir. Esnek üstyapı kaplamalarının performans ve dayanıklılık yönünden uzun ömürlü, bakım-onarım yönünden maliyetlerinin düşük olması istenmektedir. Günümüzde esnek kaplamaların esas unsurlarından biri olan bitümlü bağlayıcıya katkı maddeleri ilave edilerek son ürünün performansı artırılabilir. Bu çalışmada, piroliz edilmiş atık araç lastiklerinden elde edilen atık yağ ve karbon siyahı ile bitümün modifiye edilmesi ve bu katkı maddelerinin bitümün reolojik özelliklerine olan etkisi incelenmiştir. Reolojik özellikleri üzerindeki etkilerinin incelenmesinde penetrasyon, yumuşama noktası, dinamik kesme reometresi (DSR), dönel ince film halinde ısıtma deneyi (RTFOT), giriş eğilme reometresi deneyi (BBR) deneyleri kullanılmıştır. Sıcak karışımın dayanımına olan etkisi de Marshall deneyi ile belirlenmiştir. Bağlayıcıya uygulanan deneyler sonunda, katkı maddelerinin bitümlü bağlayıcının özelliklerini değiştirdiği gözlemlenmiştir. %3, %6 ve % 9 gibi küçük oranlarda katkı ile bitümlü bağlayıcının penetrasyon derecesi önemli derecede artmış, yumuşama noktası değeri ise azalmıştır. Bunun yanında atık lastik yağı, bitümün yaşlanma etkilerini azaltmıştır. Bitümün PG sınıfı ise PG 64-22'den PG 58-28'e değişmiştir. Kullanılan katkı, karışımın Marshall stabilitesini azaltmıştır. Ancak % 4 bağlayıcı oranı için akma (deplasman) değeri düşmüştür. Bu karışımın plastik deformasyonlara daha dayanıklı olacağı yorumunu getirmiştir. Akma değerindeki bu azalma malzemenin daha gevrek olacağı anlamına gelse de bu değer şartname limitleri içerisinde kalmıştır. Sıvılaştırılmış atık araç lastiği ile modifiye edilmiş bitümlü bağlayıcının ılık asfalt (Warm Mix Asphalt) yapımında kullanılabilirliği araştırılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Bitüm, Modifiye Bitüm, Piroliz, Performans Dereceli (PG) Bitüm, Marshall Deneyi

Giriş

Karayolu ile ilgili istekler de her yıl artış göstermektedir. Her geçen gün ticari araç sayısı ile yola etkiyen dingil ağırlıklarında bir artış gözlenmekte olup tekerlek izi oluşumu, yığılma ve oluklaşma gibi kalıcı deformasyonların oluşmasına sebep olmaktadır. Karayolu mühendisinin bu sorunlarla başa çıkabilmesi için asfaltın performansını artırması gerekmektedir.

Katı atıklar çevresel kirlilik yaratmanın yanında insan sağlığını da ciddi anlamda tehdit etmektedirler. Gelişmiş ülkeler katı atıkları bertaraf etme çalışmaları doğrultusunda "Ar&Ge" yatırımlarına önemli maddi destek sağlayarak çevresel kirliliği önleme ve ülke ekonomilerine pozitif kazanım sağlama amacıyla geri dönüşüm projelerine büyük önem vermektedirler.

Atık araç lastikleri parçalanarak granül halde karışımda ve bitümlü bağlayıcı içerisinde kullanıldığında kalıcı deformasyona karşı dirençte bir iyileşme sağlanabilmektedir. Araç lastiğinin yapısında %34 Doğal kauçuk, %19 Karbon siyahı, % 18 çelik tel, % 14 çeşitli kimyasallar, % 9 Sentetik kauçuk, % 4 silika ve % 2 oranında yağ bulunur. Lastiğin büyük bir kısmını oluşturan doğal kauçuk ve sentetik kauçuğun en önemli özelliği elastik olması, yani yeniden eski haline dönebilen bir şekil değiştirme özelliğinin olmasıdır. Kauçuklar bitümlü karışımların hem deformasyona karşı direnç, hem de yorulma özelliklerini iyileştirmektedir.

Malzeme ve Yöntem

Atık malzeme ve yan ürünlerin değerlendirilmesi, doğal malzemelerin kullanımını azaltarak doğanın zarar görmesini engellemekte, aynı zamanda atık malzemelerin depolanma sorununu da ortadan kaldırmaktadır. Bu nedenle atıkların değerlendirilerek ülke ekonomisine kazandırılması amaçlanmıştır.

Katı maddenin oksijensiz ortamda ısıtılmasıyla sıvı, katı ve gaz ürünlere dönüşümüne "piroliz" denilmektedir. Meydana gelen katı ürün, organik sıvı, gaz gibi ürünlerin miktarları kütlenin bileşimine, piroliz sıcaklığına, ısıtma hızına ve alıkonma süresine bağlı olarak değişmektedir. Düşük sıcaklık ve alıkonma süresi, katı ürünün verimini, yüksek sıcaklık ve alıkonma süreleri ise gaz ürün verimlerini arttırmaktadır. Piroliz sırasında CO, CO₂, H₂, C₂H₄, C₂H₆, gazları ve az miktarda su buharı oluşmaktadır. Hızlı piroliz yöntemi sıvı ürün üretiminde en etkin yöntemdir. Yaklaşık 500 °C'de en yüksek sıvı ürün verimine ulaşılmaktadır. Eğer ani piroliz (flash) yöntemi kullanılırsa, bu sıcaklıkta % 80 oranında sıvı ürün verimine ulaşmak mümkün olmaktadır (Probstein ve Hicks, 1981).

Bu çalışmada atık lastik yağı kullanılmış ve 50/70 penetrasyon dereceli (PG 64-22 performans sınıfı) bitümlü bağlayıcı içerisine karıştırıldığında elde edilen modifiye bitümlü bağlayıcının performansı araştırılmıştır. Bu çalışmada kullanılan katkı maddeleri "En-tek" isimli firmadan temin edilmiştir. Firma piroliz işlemi sonucunda atık lastikten %35-%42 yağ, %35-%45 karbon siyahı, %12-%15 atık çelik tel, %7-%12 gaz elde etmektedir.

Piroliz Yöntemi

Piroliz sözcüğü Yunanca'da ortamda gaz olmaksızın gerçekleştirilen ısıl bozundurma anlamına gelmektedir. Modern tanımı ile piroliz, biyokütlenin oksijensiz bir ortamda ısıtılarak sıvı, katı ve gaz ürünlere dönüşümüdür. Bu ürünlerden her birinin özellikleri, ısıtma hızı, reaktör sıcaklığı,

alikonma süresi gibi parametrelere bağlıdır. Piroliz yönteminde, düşük sıcaklıkta ve uzun alikonma sürelerinde katı ürün üretimi gerçekleşmekte, yüksek sıcaklık ve uzun alikonma süresinde biyokütlenin gaz ürüne dönüşümü artmaktadır. Orta sıcaklık ve kısa alikonma süresinde ise sıvı ürün üretimi gerçekleşmektedir (Veringa, 2005, Bridgwater, 2003).

Bitüm ve Bitüm Modifikasyonu

Yol üst yapılarının yüksek sıcaklıklarda yeterli sağlamlığa sahip olması, tekerlek izi gibi deformasyonlara karşı direncinin artmasını, düşük sıcaklıklarda ise yeterli esnekliğe sahip olması, çatlamalara ve kırılmalara karşı direncinin artmasını sağlayacaktır. Esnek kaplamaların gerek dayanım gerekse dayanıklılık yönünden üstün nitelikli, daha uzun ömürlü, bakım-onarım maliyetinin daha az olması istenmektedir. Bu nedenle bitümlü bağlayıcı modifiye edilerek gerek bağlayıcının gerekse karışımın performansı artırılmaya çalışılmaktadır. Modifikasyon işlemi, katkıların belirli oranlarda ve şartlarda bağlayıcı içerisine veya karışım plentinde bitümlü karışım içerisine katılmasıyla yapılmaktadır.

Bitümün Reolojik Özelliklerinin Belirlenmesinde Uygulanan Deneyler

Yol kaplamalarında kullanılan bitümlerin özelliklerini belirlemek için standart penetrasyon (TS 118 EN 1426) ve yumuşama noktası deneyi (TS 120 EN 1427) dışında aşağıdaki deneyler uygulanmıştır.

Dinamik Kesme Reometresi (DSR) deneyi

Superpave sisteminde bitümlü bağlayıcıların tekerlek izi oluşumuna karşı dayanımını belirlemek amacıyla performans seviyesi yüksek sıcaklık değerinde 25 mm.lik plaklar kullanılarak 1 mm. kalınlığında numunelere Dinamik Kesme Reometresi deneyi uygulanmaktadır. Dinamik kesme reometresi deneyi, bağlayıcıların yüksek sıcaklıklarda tekerlek izi oluşumuna ve normal sıcaklıklarda yorulmaya karşı dayanımını tespit etmek amacıyla uygulanmaktadır. Bitümlü bağlayıcıların tekerlek izi oluşumuna karşı dayanımlarını belirlemek amacıyla işlem görmemiş (yaşlandırılmamış) ve RTFOT yöntemiyle yaşlandırılmış bağlayıcılar kullanılır. Deneyde dönme frekansı ise yaklaşık 1,59 devir/saniye'dir. Deneyde ortam şartlarını yansıtması amacıyla ön koşullandırma yapılmakta ve daha sonra 10 devirlik standart deney uygulanmaktadır (Zaniewski ve Pumphrey, 2004, Mcgennis ve diğ. 1994). İşlem görmemiş ve RTFOT yöntemiyle yaşlandırılmış bağlayıcılara uygulanan DSR deneyleri sonucunda tekerlek izi dayanım parametresi olan $G^*/\sin\delta$ değerinin işlem görmemiş bağlayıcılar için en az 1,0 kPa, RTFOT yöntemiyle yaşlandırılmış bağlayıcılarda ise en az 2,20 kPa olması istenmektedir.

Kiriş Eğilme Reometresi (BBR) deneyi

Bu deneyde RTFOT deneyi ile yaşlandırılmış numuneler kullanılmıştır. Böylece servis durumundaki veya karışım ve serme sırasındaki bitümün durumu deneyde temsil edilmiş olur. Eğilme deneyi ile düşük servis sıcaklıklarında oluşabilecek termal çatlakların derecesi hakkında fikir edinmek için bağlayıcının sünme rijitliği hesaplanmaktadır (Asphalt Institute, 1994). Deneyde bitümün, sabit yük altında gösterdiği sünme ve şekil değiştirme özellikleri belirlenmeye çalışılır. Deney sıcaklığı bitümün servis durumundaki karşılaşacağı en düşük sıcaklığa göre değişmektedir. Küt uçlu bir mil basit destekli bitüm çubuğa ortasından yük uygular. Mile ağırlık takılarak yük

altındaki sertlik tespit edilmeye çalışılır ve çubuğun ortasında oluşan yer değiştirme ölçülerek sünme sertliği (S) ve sünme oranı (m) hesaplanır.

$$S_{(t)} = \frac{PL^3}{4bh^3 \delta_{(t)}}$$

Burada;

S(t) : t anında sünme sertliği (MPa)

P : Uygulanan sabit yük (N)

L : Mesnetler arası mesafe (102 mm)

b : Çubuk uzunluğu (15.5 mm)

h : Çubuk kalınlığı (6.25mm)

$\delta(t)$: t anındaki yer değiştirme (mm)

60 s için bu sertlik değeri 300 MPa dan büyük olmamalıdır. m değeri zamana karşı S(t) değerinin değişimini temsil eder. Bu değer de bilgisayar programı tarafından otomatik olarak hesaplanır. m değerini belirlemek için sertlik değişik yüklemeye zamanlarında ölçülür ve sertlik zaman eğrisinde belirli bir andaki teğetin eğimi m değerini verir. Bu değer 60 s için en az 0.300 olmalıdır (Dinç, 2000).

Dönel ince film halinde ısıtma (RTFOT) deneyi

Karıştırma süresince bağlayıcının yaşlanması, laboratuarda RTFOT (dönel ince film halinde ısıtma deneyi) ile elde edilmektedir. Bu deneyde, asfalt hazırlama tesislerinde karıştırma sırasında bitümlü bağlayıcının maruz kaldığı sertleşmeyi temsil edecek şekilde, ince bir film halinde hareket eden bitümlerin veya bitümlü bağlayıcıların üzerinde, sıcaklık ve havanın birleşik etkisi değerlendirilmektedir. RTFOT yöntemi ile bağlayıcıların ısıtma sonucu uçucu madde kaybı belirlenebilmekte ayrıca sıcaklık ve havanın etkisiyle bitümlü malzemelerin fiziksel özelliklerindeki değişimi tespit etmek amacıyla gerekli malzeme elde edilebilmektedir. TS EN 12607-1’de belirtilen bu deney, 163°C sıcaklığa sahip etüve yerleştirilen 8 adet şişe kullanılarak yapılmaktadır. Deneyde, her bir şişeye 35 gram bitüm doldurulup düşey ekseninde dakikada 15 devir yapacak şekilde 75 dakika süreyle döndürülmektedir. Dönme esnasında deney aletinin tabanında bulunan bir hava üfleyici yardımıyla şişelere, akışı 4000 ± 200 mL/dak olacak şekilde hava verilmektedir.

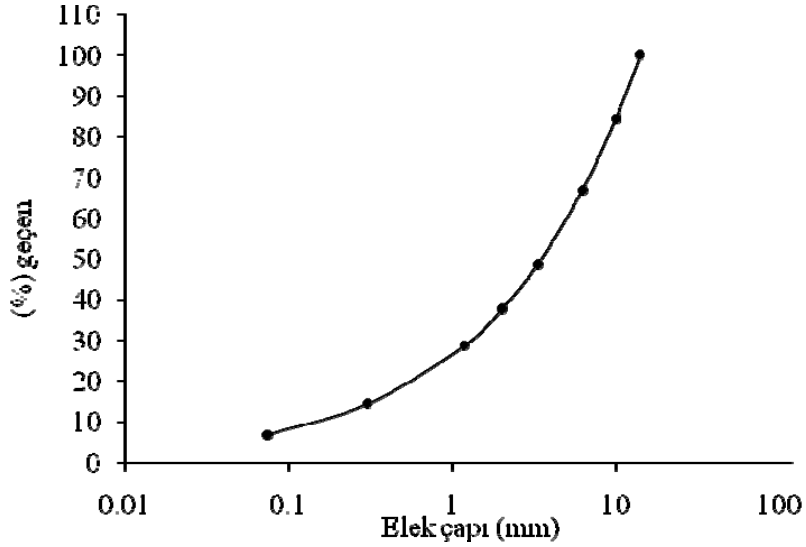
PG Sınıfının Belirlenmesi

Yüksek Performanslı Asfalt Kaplama (SUPERPAVE) yönteminde bitümler, sıcaklık koşullarında gösterdikleri performanslara göre sınıflandırılmıştır. Sistemde, bitümün tanımlanması için yapılan deneylerde bitümden beklenen özellikler aynıdır. Ancak bu özelliklerin beklendiği sıcaklıklar farklılık gösterir. Yani, performans sınıfı bitümlerde fiziksel özellikler sabit kalır ancak, bu özelliklerin elde edileceği sıcaklıklar bitümün kullanılacağı yerdeki iklim şartlarına göre farklılık gösterir (Öztürk ve Çubuk, 2004). PG simgesini takip eden rakamlar, bitümün hizmet vereceği yerdeki en yüksek ve en düşük hava sıcaklıkları ile ilgilidir.

Marshall Deneyi

Marshall deneyinde önce standart bir sıkıştırıcı yardımıyla ve çelik bir kalıp içerisinde 101,6 mm çapında, 6,35 mm yüksekliğinde silindirik numuneler imal edilir. Numuneler, 60°C sıcaklık altında, 50,8 mm/dk sabit bir hızda yüklenerek, deformasyona karşı dirençleri ölçülür. Marshall deneyinde numunenin fiziksel özellikleri yanında geçmeden taşıyabileceği maksimum yük Marshall stabilitesi ve göçme anına kadar oluşan deformasyon miktarı ise Marshall akması ölçülür (Whiteoak, 2004).

Sıcak karışımların stabilitesinin ölçülmesi için yapılan bu deneyde kullanılan agrega ve bitümlü bağlayıcı Selçuklu Belediyesi Asfalt şantiyesinden temin edilmiştir. Karışım tasarımı aşınma tabakası (KGM, 2006) için yapılmıştır.



Şekil 1. Marshall deney numunelerinin agrega granülometri eğrisi

Şekil 1 de Marshall deney numunelerinin agrega granülometri eğrisi verilmiştir. Orijinal bitüm ile yapılacak karışımın hazırlanmasında %3,5 %4,0 %4,5 %5,0 %5,5, %6,0 oranlarında bağlayıcı kullanılmıştır. Bu karışımlar, Şekil 2 de gösterilen RTFOT sonrası yaşlanmanın olmadığı % 4.876 oranında atık lastik yağı katkı bitümlü karışımlar ile karşılaştırılmıştır.

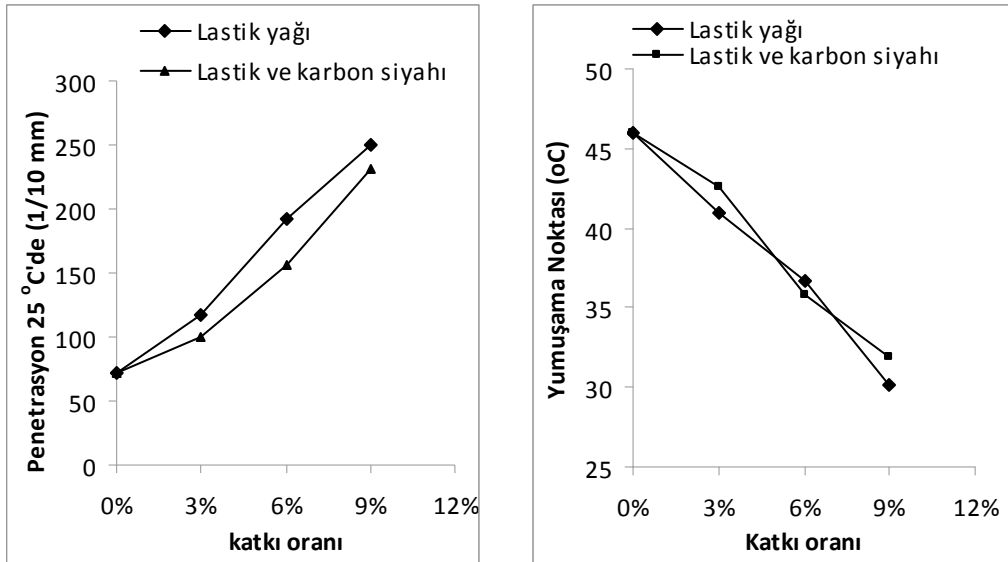
Deney Sonuçları

Bu çalışmada katkısız bitüm numunelerine, atık lastik yağı katkı numunelere ve karbon siyahı + atık lastik yağı katkı bitüm numunelerine olmak üzere üç seri deney yapılmıştır. Atık lastik yağı ve karbon siyahı numuneleri En-tek Geri Dönüşüm Ltd. Şti.'nden temin edilmiştir. Yapılan bu çalışmada 50/70 penetrasyon sınıfı 64-22 PG sınıfı bitüm kullanılmıştır. Deney için bitüm ağırlığının % 3 ve % 6 ve % 9'u oranlarında atık lastik yağı ve karbon siyahı içeren üç ayrı karışım hazırlanmış ve sonuçlar saf bitüm değerleriyle karşılaştırılmıştır.

Penetrasyon ve Yumuşama Noktası Deney Sonuçları

Bitümlü bağlayıcının kıvamını belirten Penetrasyon ve Yumuşama Noktası deneyleri standartlara uygun olarak yapılmıştır. Bitüm içerisine karıştırılan farklı oranlardaki atık lastik yağı ve karbon siyahı miktarı yüzde cinsinden verilmiş, her bir oran için 4 okuma yapılmış ve ortalaması alınmıştır. Deney sonucunda elde edilen penetrasyon değerlerine ait değerler Şekil 2 de verilmiştir. Deneyler sonucunda, katkı olarak kullanılan atık lastik yağının ve lastik yağı+karbon siyahının bağlayıcı penetrasyon değeri artarken yumuşama noktasının azaldığı görülmektedir. Penetrasyon değerinin artması ve yumuşama noktasının azalması bağlayıcının daha yumuşak bir kıvama gelmesi demektir.

Bitümlü bağlayıcıların kısa süreli yaşlanma özelliklerini belirlemek amacıyla dönel ince film halinde ısıtma deneyi (RTFOT) kullanılmaktadır. Dinamik kesme reometresi (DSR) deneyi kullanılarak bağlayıcıların tekerlek izi oluşumuna karşı dayanımları belirlenirken bağlayıcıların düşük ısı çatlaklarına karşı dayanımını tespit etmek amacıyla kiriş eğilme reometresi (BBR) deneyi kullanılmaktadır.



Şekil 2. Orijinal, lastik yağı ve lastik yağı + karbon siyahı katkılı bitümlü karışımın penetrasyon ve yumuşama noktası değerlerindeki değişim

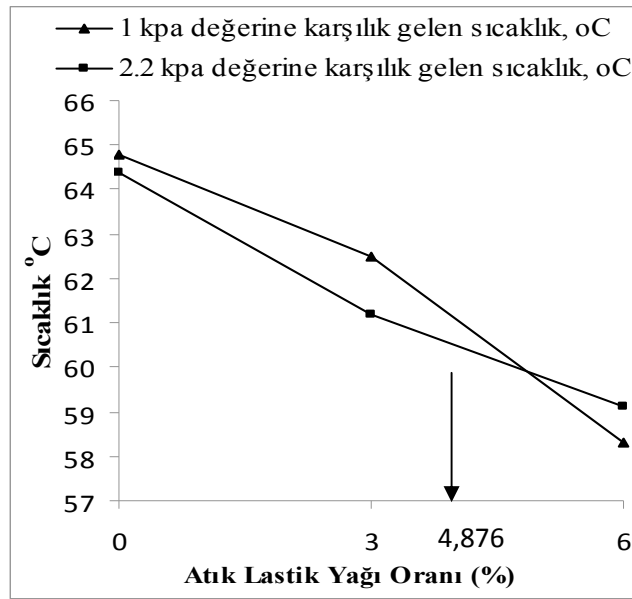
Dinamik kesme reometresi (DSR) deney sonuçları

Yaşlandırılmamış ve RTFOT yöntemiyle yaşlandırılmış bağlayıcılara uygulanan DSR deneyleri sonucunda tekerlek izi dayanım göstergesi olan $G^*/\sin\delta$ değerinin işlem görmemiş bağlayıcılar için en az 1,0 kPa, RTFOT yöntemiyle yaşlandırılmış bağlayıcılarda ise en az 2,20 kPa olması istenmektedir. Yaşlandırılmamış bağlayıcıların ve RTFOT yöntemiyle yaşlandırılmış bağlayıcıların $G^*/\sin\delta$ sınırındaki sıcaklık değerleri Şekil 2 de gösterilmiştir.

DSR deneyi sonucunda, 50/70 penetrasyon bitüm içerisinde kullanılan atık lastik yağı miktarı arttıkça tekerlek izine karşı dayanımın azalacağı görülmektedir. Yaşlandırılmadan önce katkısız bitümün 64,8 °C de, %3 atık lastik yağı içeren modifiye bitümün 62,5 °C ve %6 atık lastik yağı içeren modifiye bitümün 58,3 °C sıcaklıkta Superpave şartnamelerini sağladığı tespit edilmiştir. Yaşlandırılmadan sonra ise katkısız bitümün 64,4 °C de, %3 atık lastik yağı içeren modifiye bitümün 61,2 °C ve %6 atık lastik yağı içeren modifiye bitümün 59,1 °C sıcaklıkta Superpave

şartname değerlerini sağladığı tespit edilmiştir. Şekil 3’de verilen grafik incelendiğinde yaşlandırma sonrası katkısız bitümün sıcaklık dayanımında % 0,62 oranında düşüş, %3 atık lastik yağı içeren modifiye bitümün sıcaklık dayanımında % 2,08 oranında düşüş gözlenirken % 6 atık lastik yağı içeren modifiye bitümün sıcaklık dayanımında % 1,37 oranında artış görülmüştür. Şekil 3 deki grafikten bitüme % 4,86 oranında atık lastik ilave edildiği noktada yaşlanmanın olmadığı görülmüştür.

Deney sonuçlarından elde edilen veriler ışığında, atık lastik yağı katkılı karışımın, RTFOT yaşlandırması sonrasında katkısız malzemeye göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Böylelikle bitüm içerisindeki atık lastik yağı miktarı arttıkça yaşlanma etkileri azalmakta, atık lastik yağı katkısı bitümü gençleştirmektedir.



Şekil 3. Yaşlandırılmamış bağlayıcıların ve RTFOT yöntemiyle yaşlandırılmış bağlayıcıların $G^*/\sin\delta$ sınırındaki sıcaklık değerleri grafiksel olarak gösterimi

Kiriş eğilme reometresi (BBR) deney sonuçları

BBR deneyinde RTFOT deneyi ile yaşlandırılmış numuneler kullanılmıştır. Sünme sertliği S, bitümün sünme yüklerine karşı gösterdiği direnç olup, m değeri yükleme süresi boyunca bitüm sertliğindeki değişimi ifade etmektedir. RTFOT yöntemiyle yaşlandırılmış bağlayıcıların S ve m değerleri Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1. RTFOT yöntemiyle yaşlandırılmış bağlayıcıların S ve m değerleri

Katkı oran / katkı tipi			Katkısız	% 3.0	% 6.0	
			Bitüm	Atık Lastik	Atık Lastik	
Eğilme - Sünme Rijitliği Tayini (BBR) ($S \leq 300$ MPa $m \geq 0.300$)	Sıcaklık	-12 °C	S	193*	72.6	56
			m	0.320*	0.421	0.457
		-18 °C	S	345*	197	173
			m	0.259*	0.332	0.339
		-24 °C	S	-	478	419
			m	-	0.252	0.267

* PAV deneyi sonrasında uygulanan BBR deneyi için elde edilen değerler

Sünme oranı için elde edilen deney sonuçlarından bitüm içerisine % 3 oranında karıştırılan atık lastik yağı için -12 °C, -18 °C ve -24 °C' de m değerleri sırasıyla 0,421, 0,332 ve 0,252 olarak belirlenmiştir. Bitüm içerisine % 6 oranında karıştırılan atık lastik yağı için -12, -18 ve -24 °C' de m değerleri ise sırasıyla 0,457, 0,339 ve 0,267 olarak belirlenmiştir. Böylece sıcaklık düştükçe katkılı bitümün sünme oranının azaldığı görülmektedir. m değerleri azaldıkça bağlayıcıda daha fazla sertleşme görülür. Sertlikteki bu artış termal çatlama oluşmasına neden olur.

Dönel ince film halinde ısıtma (RTFOT) deney sonuçları

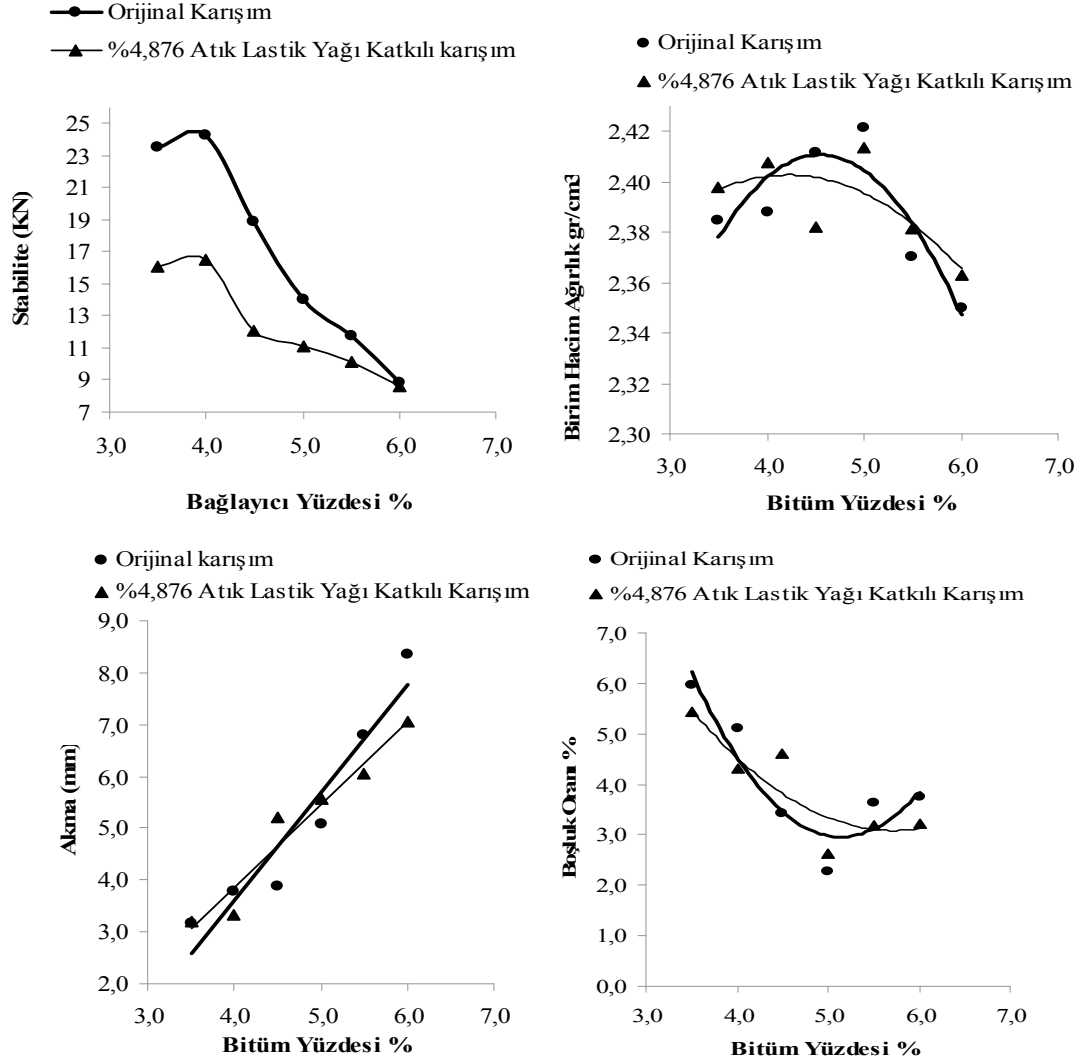
Bitümlü bağlayıcılarda oluşan kısa süreli yaşlanmayı laboratuvar ortamına taşımak amacıyla RTFOT yöntemi kullanılmıştır. RTFOT yöntemi ile bağlayıcıların ısıtma sonucu uçucu madde kaybı belirlenebilmekte ayrıca sıcaklık ve havanın etkisiyle bitümlü malzemelerin fiziksel özelliklerindeki değişim tespit edilebilmektedir. Orijinal bağlayıcıda kütle kaybı % 0,11 olurken sırasıyla kütle kaybı %3 ve % 6 katkılı bağlayıcıda %1,0 ve %1,9 olmuştur. Atık lastik yağı oranı arttıkça kütle kayıplarının arttığı görülmüştür.

PG Sınıfının Belirlenmesi

Performans sınıfı bitümlerde fiziksel özelliklerin elde edileceği sıcaklıklar bitümün kullanılacağı yerdeki iklim şartlarına göre farklılık gösterir. Bu çalışmada katkısız bitümlü bağlayıcının Performans Sınıfı 64-22 iken %3 ve %6 atık lastik yağı katkısı ile bağlayıcı performans sınıfı PG 58-28 olarak değişmiştir. Termal çatlama yönünden, katkısız bitüm -22 °C' ye kadar direnç gösterirken, %3 ve %6 atık lastik yağı içeren modifiye bitüm -28 °C' ye kadar direnç gösterebilmektedir.

Marshall deneyi sonuçları

Katkılı bağlayıcılarla yapılan karışımların Marshall stabilitesi azalmıştır. % 4,0 % 5.5, % 6,0 bağlayıcı oranlarında katkı, akma miktarını azaltmıştır. Akma değerinin küçük olması kaplamanın plastik deformasyonlara karşı direncini artırmaktadır. Şekil 4 de Marshall deneyi sonuçları verilmiştir.



Şekil 4. Orijinal ve modifiye karışımların Marshall deneyi sonuçları

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada bitüm modifikasyonuna farklı bir bakış açısı getirdiği düşünülen sıvılaştırılmış atık lastik yağı ve karbon siyahının katkı maddesi olarak değerlendirilmesi ve bitümlü bağlayıcıların performanslarına etkisi incelenmiştir.

Katkı olarak kullanılan atık lastik yağı ve karbon siyahının, bağlayıcının penetrasyon değerini arttırdığı, yumuşama noktası değerini ise düşürdüğü görülmektedir. Bu ise çok düşük sıcaklıklardaki uygulamalar için atık lastik yağının katkı maddesi olarak kullanılabilmesini, işleme kolaylığı getireceğini, düşük sıcaklıklardaki çatlama ve kırılmaları önleyebileceğini göstermektedir. Superpave deney sonuçlarından, bitümlü bağlayıcı içerisinde kullanılan atık lastik yağı içeriği arttıkça tekerlek izine karşı dayanımın azaldığı sonucu çıkmaktadır. Atık lastik yağı oranı arttıkça kütle kayıplarının arttığı tespit edilmiştir. Bitümün PG sınıfı ise PG 64-22'den PG 58-28'e değişmiştir. Kullanılan katkı, karışımın Marshall stabilitesini azaltmıştır. Ancak % 4 bağlayıcı oranı için akma (deplasman) değeri düşmüştür. Bu karışımın plastik deformasyonlara daha dayanıklı olacağı yorumunu getirmiştir. Akma değerindeki bu azalma malzemenin daha gevrek olacağı anlamına gelse de bu değer şartname limitleri içerisinde kalmıştır. Sıvılaştırılmış atık araç lastiği ile

modifiye edilmiş bitümlü bağlayıcının ılık asfalt (Warm Mix Asphalt) yapımında kullanılabilirliği araştırılmalıdır.

Kaynaklar

1. Asphalt Institute, 1994, Performance Graded Asphalt Binder Specification and Testing, Superpave, Series No. 1. SP-1. Kentucky.
2. Bridgwater, A.V. 2003. Renewable fuels and chemicals by thermal processing of biomass, Chemical Engineering Journal, 91, 2-3, pp 87-102
3. Dinç, E., 2000, Superpave, TCK 16. Bölge Müdürlüğü, Sivas, 11-31.
4. Probst, R.F., ve Hicks, R.E., 1981, Synthetic Fuels, McGraw-Hill chemical engineering series, ISBN: 9780070509085.
5. KGM, 2006, Karayolları Teknik Şartnamesi, Yayın No 267.
6. McGennis, R.B., Shuler, S., Bahia, H.U., 1994. Background of Superpave Asphalt Binder Test Methods. No. FHWA-SA-94-069, pp. 104.
7. Öztürk, E. ve Çubuk, M. K., 2004, Karayolu Esnek Üstyapı Tasarımında Yeni Bir Yöntem: Yüksek Performanslı Asfalt Kaplama Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 19, No 2, 175-184.
8. TS 118 EN 1426, 2002, Bitümlü ve Bitümlü Bağlayıcılar - İğne Batma Derinliği Tayini Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
9. TS 120 EN 1427, 2002. Bitümler ve Bitümlü Bağlayıcılar-Yumuşama Noktası Tayini- Halka ve Bilya Metodu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
10. TS EN 12607-1, 2003, Bitümler ve bitümlü bağlayıcılar-Sıcaklık ve havanın etkisiyle sertleşmeye karşı direncin tayini – Bölüm 1: RTFOT (Etüvde hareket halinde ince film deneyi) yöntemi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
11. Veringa, H.J. 2005. Advanced Techniques For Generation Of Energy From Biomass and Waste, ECN Biomass.
12. Whiteoak, D., 2004, Shell Bitüm El Kitabı, Editörleri, Abdullah Hilmi Lav, M. Aysen Lav, İsfalt, İstanbul.
13. Zaniwski, J. P., Pumphrey, M. E. 2004. Evaluation of Performance Graded Asphalt Binder Equipment And Testing Protocol, Asphalt Technology Program.

Modifiye Katkı Maddelerinin Mastik Asfalt Kıvamınlığı Üzerindeki Etkileri

Mehmet Tahir DENİZ

İSFALT – İstanbul
(0216)3432492
tdeniz@isfalt.com

B. Kadri EREN

İSFALT – İstanbul
(0216)3432492
Kadrieren@isfalt.com

Aydın TOPCU

İSFALT – İstanbul
(0216)3432492
aydintopcu@isfalt.com

Seyit Ali YILDIRIM

İSFALT – İstanbul
(0216)3432492
syildirim@isfalt.com

Öz

Bu çalışmada EN 13108-6 Standardına uygun olarak üretilen Mastik Asfalta, bu asfalt karışımları için temel testlerden biri olarak görülen, Mastik Penetrasyon deneyi uygulanmıştır. Mastik asfalt karışımında temel olarak bitüm, taş tozu, filler, ince agregası, kum ve modifiye katkı maddeleri kullanılmaktadır. Penetrasyon deneyi için farklı agregası gradasyonlarıyla birlikte farklı katkı maddeleri ilave edilerek numuneler hazırlanmıştır. SBS (Stiren-Bütadien-Stiren) malzemesiyle modifiye edilmiş bitümle katkısız olarak üretilen Mastik Asfalt numunelerinin yanı sıra, asfalt sektöründe en çok kullanılan katkı maddelerinin başında yer alan Lucobit, Pr Plast, Trinidad Göl Asfaltı (Tnac), Sasobit katkı maddeleri ve fiber (Viatop) ile de numuneler hazırlanmıştır. Farklı özellikler taşıyan katkı maddeleriyle üretilen numuneler birbirleriyle ve katkısız modifiyeli karışım numuneleriyle karşılaştırılmıştır. Laboratuvar ortamında hazırlanan modifiyeli numuneler 0/5, 0/8 ve 0/11 olmak üzere, üç farklı agregası gradasyonu ile 200-250°C sıcaklıkta karıştırılmıştır. Deneyler British Standard (BS) 5284 ve EN 13108-6 normlarına göre ayrı ayrı yapılmıştır. Deneyler EN Standardında belirtilmiş olan 11mm'lik iğneyle 40°C sıcaklıkta 30 kg ağırlık ve BS 5284 (British Standard) standardında belirtilmiş olan 6mm'lik iğneyle, 25°C sıcaklıkta, 10 kg ağırlık setleriyle yapılmıştır. Her iki standarda göre yapılan deneysel çalışmalarda penetrasyon cihazında iğnelerin en az battığı karışım tipi belirlenmiştir. Numune üretiminde kullanılan bağlayıcı miktarı belirlenirken, İSFALT Merkez laboratuvarında farklı gradasyon gruplarına göre belirlenmiş olan Mastik Asfalt Optimum Bitüm İçeriği esas alınmıştır. Söz konusu tasarımlarda belirlenmiş olan optimum bitüm değerleri, MA5N için %11, MA8N ve MA11N için de %8 olarak kullanılmıştır. Deneylerden elde edilen sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılarak değerlendirilmiş ve grafiklerde karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Deneysel değerlendirmeler “Sonuçlar” kısmında gösterilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Mastik asfalt, Modifiye bitüm, Mastik penetrasyon, Modifiye katkı maddeleri

Giriş

Asfalt tasarımları, üstyapı kaplamalarının uygulanacağı alanların iklim şartlarına, trafik hacmine, trafik yoğunluğuna ve uygulama yapılacak sathların durumuna bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu farklılıklara göre agregası gradasyonları, bitüm sınıfları ve gerektirdiği hallerde

modifiye katkı maddeleri özenle seçilir ve bu malzemelerle karışım tasarımları yapılarak uygun reçeteler oluşturulur. Geleneksel asfalt karışımlarının yetersiz kaldığı özel alanlar için kaplamanın serileceği zemine bağlı olarak özel tasarımlar geliştirilmiştir. Mastik asfalt karışımları da bu farklı tasarımlardan biridir. Özel mekanlar için geliştirilen Mastik Asfaltlar, geleneksel asfalt karışımlarına göre daha fazla bitüm içerir ve daha yüksek sıcaklıklarda üretilir. Mastik Asfaltlar, farklı modifiye katkı maddeleriyle güçlendirilerek uygulanmaktadır. Genleşme katsayısı yüksek olan çelik köprülerde, ısı değişiminin yol açtığı genleşme ve büzülmeyle uyum gösterebilmesi amacıyla, dünyada uzun zamandır farklı amaçlarla uygulanmakta olan Mastik Asfalt kullanılmaktadır. Mastik asfaltın yollardaki kullanımı ilk olarak yaklaşık 100 yıl önce Almanya'da başlamıştır. Sıcak karışım halinde dökülen ve malayla şekil verilen Mastik Asfalt karışımı geçirimsiz bir asfalt türüdür. Karışım 200-250°C gibi, geleneksel asfalt karışımlarına göre oldukça yüksek sıcaklıklarda üretilmektedir. Köprülerde koruyucu tabaka olarak da kullanılan mastik asfalt karışımı, köprünün çelik aksamını elverişsiz hava şartlarına karşı korumaktadır. ABD'de ve AB ülkelerinde yaygın olarak kullanılan, tamamen elle veya özel sericilerle serilebilen bir asfalt çeşidi olan mastik asfalt, araç ve yaya trafiğine kısa zamanda açılabilir (1,9,11).

Bu çalışmada, yurtdışında ağırlıklı olarak çelik köprü ve yaya kaldırımlarında uygulanan Mastik asfalt karışımı incelenmiştir. Bu amaçla geleneksel bitüm, SBS (Stiren-Bütadien-Stiren) katkı maddesiyle modifiye edilerek Polimer modifiye Bitüm (PmB) üretilmiştir. Üretilen PmB karışımına ilgili standartlara uygun olarak gerekli testler yapılmış ve şartnamelere uygunluğu tespit edilmiştir. Deneysel çalışmalarda kullanılmak üzere BS 5284 (British Standard) ve TS EN 12697-20 Standardına uygun olarak karışım numuneleri hazırlanmıştır. PmB ile hazırlanan karışım numunelerinin yanı sıra, asfalt sektöründe yaygın olarak kullanılmakta olan belli başlı modifiyelerle de aynı agrega gradasyonlarıyla numuneler hazırlanmış ve hazırlanan bu numunelere de Mastik Penetrasyon deneyi uygulanmıştır. Numune üretiminde kullanılan bağlayıcı miktarı hesaplamalarında, İSFALT Merkez laboratuvarında farklı gradasyon gruplarına göre belirlenmiş olan Mastik Asfalt Optimum Bitüm İçeriği esas alınmıştır. Söz konusu laboratuvar tasarımlarında belirlenmiş olan optimum bitüm içeriği değerleri, MA5N için %11, MA8N ve MA11N için de %8 olarak belirlenmiştir. Hazırlanan karışım numunelerinin tümüne BS ve EN standartlarına uygun olarak Mastik Penetrasyon deneyleri uygulanmıştır. Yapılan Mastik Penetrasyon deneyleriyle, hazırlanan karışım numunelerinin birbirlerine göre ve PmB karışım numunelerine göre farklı ve üstün yönleri ortaya konulmuştur (2,6,8,10).

Çalışmada Kullanılan Malzemeler

Mastik asfalt karışımında kullanılmak üzere farklı tane büyüklükleriyle harmanlanmış mineral agrega, bitüm, katkı maddeleri ve elyaf malzemesi belirli oranlarda karıştırılmıştır. Kullanılan malzemenin her biri, karışım içinde üstlendiği farklı ve tamamlayıcı rolleriyle, Mastik Asfalt karışımının teknik özelliklerinin standartlara ve normlara uygun olmasını sağlamıştır. Malzemelerle ilgili kısa tanıtıcı bilgiler ve bu malzemelerin test sonuçları aşağıda ayrı ayrı verilmiştir (3,4).

Mineral Agrega

Karışımında kullanılan agregalar kalker olup, Kocaeli - Gebze bölgesi taş ocaklarından alınmıştır. Eskişehir'den temin edilen kalsit malzemesi de mineral filler olarak kullanılmıştır. Farklı tane büyüklüklerine sahip Mastik Asfalt numunelerinin üretiminde kullanılan agrega gradasyonlarının her birine ilişkin şartname sınır değerleri ile karışım değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Çalışmada kullanılan karışımlardan örnek olarak gösterilmek üzere seçilen MA8N gradasyonuna ait grafik ise Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Mastik Asfalt Gradasyonları.

Elek Boyutları		Şartname Sınırları			Karışım Değerleri		
		MA11N	MA8N	MA5N	MA11N	MA8N	MA5N
No	mm	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
5/8"	16,0	100			100,0		
7/16"	11,2	90-100	100		83,0	100,0	
5/16"	8,0	70-85	90-100	100	60,0	99,0	100,0
No. 3,5	5,6		75-90	90-100		92,3	100,0
No. 10	2,0	45-55	50-60	55-65	48,0	65,0	64,0
No. 35	0,5						
No. 120	0,125						
No. 230	0,063	20-28	22-30	24-32	22,0	25,7	27,0

MA: Mastik Asfalt

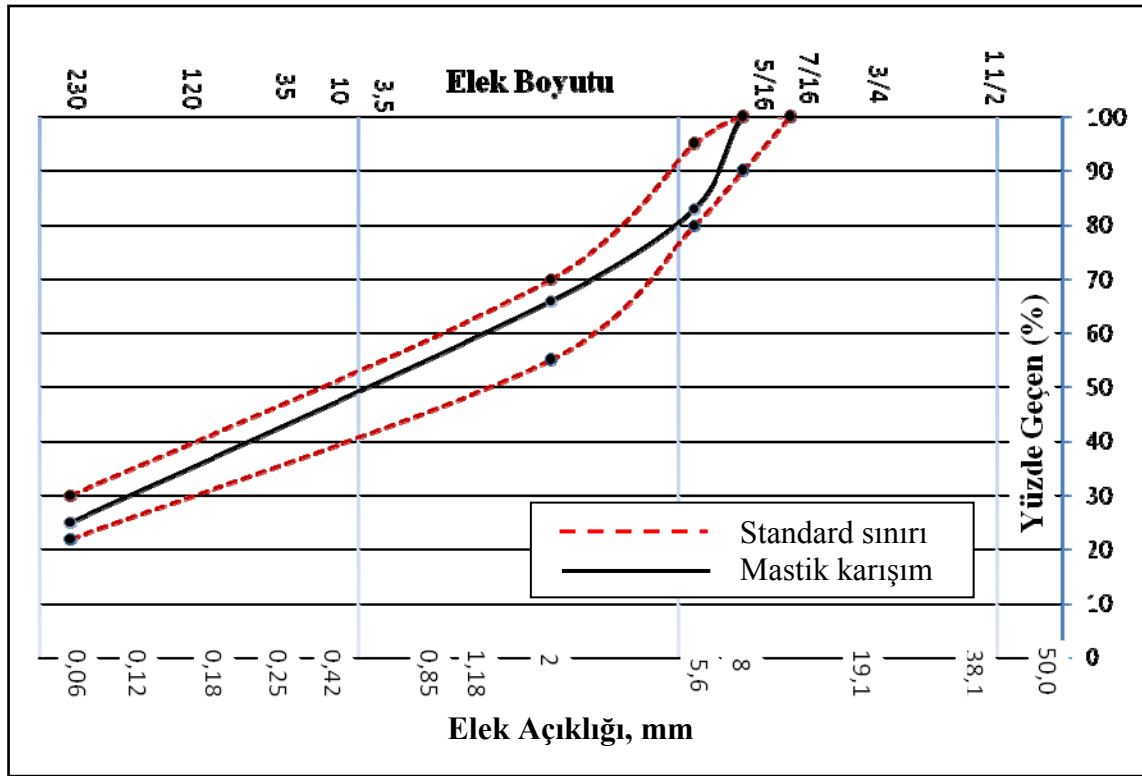
N: Normal Trafik

Mastik Asfalt karışımında kullanılan agregalar, belirli oranlarında kalker malzemeden oluşmaktadır. Verilen gradasyona uygun olarak hazırlanan kalker agrega malzemesinin, özgül ağırlık, absorpsiyon (su emme) ve soyulma mukavemeti deneyleri ilgili standartlara uygun olarak yapılmış ve deneylerden elde edilen sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir. Kalker malzemeyle birlikte kum ve kalsit minerali de kullanılmıştır. Karışım içerisinde, en büyük tane çapı 2mm olan kum %10 oranında kullanılmıştır. Filler olarak kullanılan kalsit minerali ile ilgili kısa bilgiler aşağıda ayrıca verilmiştir. Kalker malzemesine örnek olarak verilen gradasyon grafiği Şekil 1’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Kalker Agrega Özellikleri.

Agrega Deneyleri	Metot	Şartname Sınırları	Deney Sonuçları
Zahiri Özgül Ağırlık (gr/cm ³)	TS EN 1097-6	-	2,83
Absorpsiyon (%)		Maks. 2	0,50
Soyulma Mukavemeti (%)	-	Min. 60	65-75
Dona dayanıklılık (%)	TS EN 1367-1	Maks. 10	1,75

Yukarıdaki tablo incelendiğinde, kullanılan agrega numunelerinin absorpsiyon ve dona dayanıklılık özelliklerinin şartname sınır değerlerine uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 1. Agrega Gradasyonu.

Kalsit

Çalışmada kullanılan mineral filler kalsit olup, Eskişehir bölgesi taş ocaklarından temin edilmiştir. Kalsit, karbonatlı kayaları oluşturan ve kimyasal formülü $CaCO_3$ olan endüstriyel bir mineraldir. Çalışmada kullanılan kalsit malzemenin toz haldeki özgül ağırlığı $1,71 \text{ gr/cm}^3$, sertliği ise Moh's skalasına göre 3 civarındadır.

Bitüm (B 50/70)

Çalışmada bağlayıcı olarak TÜPRAŞ rafinerisinden temin edilen B 50/70 sınıfı bitüm kullanılmıştır. Bitümü modifiye etmek için %3,5 oranında Stiren-Bütadien-Stiren (SBS) kopolimeri kullanılmıştır. Bitüm özelliklerini tespit etmek amacıyla standart bitüm deneyleri yapılmıştır. Bitüm modifiye edilmeden önce ve içine SBS katkı maddesi ilave edilerek modifiye edildikten sonra ayrı ayrı olmak üzere test edilmiş ve ilgili şartnamelerin sınır değerleriyle karşılaştırılmıştır. Geleneksel bitüme uygulanan deney sonuçları Tablo 3'te, polimer modifiye bitüme uygulanan deney sonuçları ise Tablo 4'te verilmiştir.

SBS (Stiren-Bütadien-Stiren) malzemesi

Stiren-Bütadien-Stiren blok kopolimerlerinin en belirgin özelliği, bütün uçlarından polistiren uç bloklarıyla çevrelenen elastiki çekirdeklere sahip olmalarıdır. Bitüm ve SBS'nin ortalama çözünürlük parametreleri birbirine yakındır. SBS çalışmada kullanılan B50/70 bitüme önceden katılmıştır. Karıştırma işlemi yüksek sıcaklık (180°C), 3000 devir/dak. karıştırma hızı ve 60 dakika süreyle özel modifiye bitüm mikserinde gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3. B50/70 Bitüm Özellikleri.

Bitüm Deneyleri	Birim	Deney Metodu	Şartname Sınırları	Deney Sonuçları
Penetrasyon, (25°C)	0,1mm	TS EN 1426	50-70	59
Özgül ağırlık	gr/cm ³	TS 1087	1,0-1,1	1,01
Yumuşama noktası	°C	TS EN 1427	46-54	48,5
Parlama noktası	°C	TS EN ISO 2592	Min 230	321
Çözünürlük	%	TS EN 12592	Min 99	99,9
Parafin Miktarı	%	TS EN 12606-1	Maks. 2,2	1,65
İnce Film Halinde Isıtma deneyi (163°C, 5 saat)				
• Kütle Kaybı	%	TS EN 12607-2	Maks. 0.5	0,02
• Kalıcı Penetrasyon	%	TS EN 1426	Min 50	52
• Yumuşama noktası	°C	TS EN 1427	Min 48	53,3

Tablo 3 incelendiğinde, test edilen B50/70 bitüm numunelerinin şartname sınır değerleri içinde kaldığı ve bu malzemenin Mastik asfalt numuneleri içinde bağlayıcı olarak kullanılabilceği görülmektedir.

Lucobit

Lucobit, etilen Co-polimer ile bitüm karışımından oluşan bir termoplastik polimer katkı maddesidir. Yoğunluğu 0,97gr/cm³ olan Lucobitin yumuşama noktası 80-100°C aralığında, elastisite modülü ise 17 MPa'dır.

Tnac (Trinidad Göl Asfaltı)

Tnac, doğal asfalt olup, Venezüella açıklarında bulunan Trinidad ve Tobago adasındaki gölden açık ocak yöntemiyle çıkarılmaktadır. Bünyesinde ağırlıkça %53-55 çözünbilir bitüm bulunan Tnac doğal bitümün yoğunluğu 1,40 gr/cm³ civarındadır. Yumuşama noktası 90°C sıcaklığın üzerinde olan bu malzemenin içinde yaklaşık %36 oranında mineral madde bulunmaktadır.

Pr Plast

Çalışmada kullanılan Pr Plast, siyah renkli, en büyük tane çapı 5mm olan poliolefin malzemedir. Poliolefin malzemenin yoğunluğu 0,21-0,97 gr/cm³ arasında, erime noktası ise 110-140°C civarındadır. Pr Plast malzemenin en belirgin özelliği BSK esnekliğini ve kohezyonunu arttırmasıdır.

Sasobit

Sasobit, 40-115 arası karbon atomu zincirinden oluşan doymuş alifatik hidrokarbondur. Bu da Sasobitin bitümün içinde doğal olarak bulunan parafinlerden farklı fiziksel özelliklere sahip olduğunu göstermektedir. Sasobitin erime noktası 70-115°C arasındadır. Sasobit, bitüm içinde 115°C ve üzerindeki sıcaklıklarda tamamen çözülür. Böylece karıştırma işlemi sırasında homojen çözelti oluşturur ve bitümün viskozitesinde önemli bir düşüş sağlar. Bu da sıcak karışımın daha düşük sıcaklıklarda işlenebilirliğini kolaylaştırmaktadır.

Fiber (Viatop)

Özellikle modifiyeli karışımlar için üretilen Viatop, dünyada yaygın olarak kullanılan selülozik elyafıdır. Çalışmada elyaf modifiye bitüm ile karıştırılarak kullanılmıştır. Böylece elyafın karışım içinde topaklanmadan, homojen bir şekilde dağılması sağlanmıştır. Selüloz içeriği yaklaşık %80 olan Viatop elyafın ortalama lif uzunluğu 110µm, pH değeri 7,5 ve yoğunluğu 20-40 g/l arasında değişmektedir.

Tablo 4. Modifiye Bitüm Özellikleri.

Bitüm Deneyleri	Birim	Deney Metodu	Şartname PmB 76-16	Deney Sonuçları
Penetrasyon, (25°C)	0,1mm	TS EN 1426	20-60	44,1
Yumuşama Noktası	°C	TS EN 1427	Min. 67	67,9
Parlama Noktası	°C	TS EN ISO 2592	Min 220	320
Elastik Geri Dönme	%	TS EN 13398	Min 60	95
Depolama Stabilesi		TS EN 13399	Min 60	95
▪ Yumuşama Noktası Farkı	°C		Maks. 5	1,7
• Penetrasyon Farkı	0,1mm		Maks. 12	1,6
Dönmeli İnce Film etüvü deneyi		TS EN 12607-1		
• Kütle Kaybı	%		Maks. 1,0	0,01

Modifiye bitüm özelliklerinin yer aldığı Tablo 4 incelendiğinde, bağlayıcının bütün test sonuçlarının Polimer modifiye Bitümü (PmB) Tip3 şartname sınır değerlerine uygun olduğu görülmektedir.

DeneySEL Çalışmalar

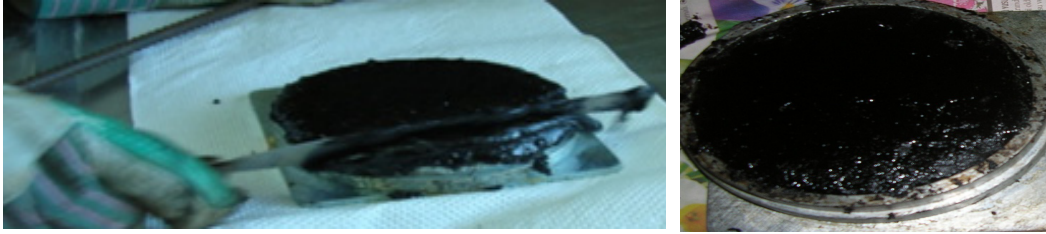
Çalışmada Mastik Asfaltın özelliklerini belirlemek, farklı modifiyelerle hazırlanan karışımların kendi aralarında ve sadece SBS katkılı karışımlara göre farklı yönlerini ortaya koymak amacıyla, her bir karışıma ayrı ayrı Mastik Penetrasyon deneyi uygulanmıştır. Laboratuar ortamında modifiyeli numuneler, 0/5, 0/8 ve 0/11 olmak üzere, üç farklı agrega gradasyonu ile 230-240 °C

sıcaklıkta hazırlanmıştır. Deneyler British Standard (BS) 5284 ve TS EN 13108-6 standartlarına uygun olarak ayrı ayrı yapılmıştır.

Numune üretiminde kullanılan bağlayıcı miktarı, İSFALT laboratuvarında farklı gradasyon gruplarına göre belirlenmiş olan Mastik Asfalt Optimum Bitüm içeriğine göre hesaplanmıştır. Söz konusu tasarımlarda belirlenmiş olan optimum bitüm içeriği değerleri, MA5N için %11, MA8N ve MA11N için de %8 olarak kullanılmıştır.

Mastik Penetrasyon Deneyi

Mastik Penetrasyon deneyleri İSFALT Merkez laboratuvarında bulunan, BS ve TS EN Mastik Penetrasyon cihazları yardımıyla yapılmıştır. Numune hazırlamada deney metodu olarak BS 5284 kriterleri ile TS EN 12697-20 normu ayrı ayrı kullanılmıştır. Hazırlanan Mastik Asfalt sıcak halde kalıplara (Şekil 2) dökülmüş ve oda sıcaklığına gelinceye kadar kalıplarda bekletilmiştir.

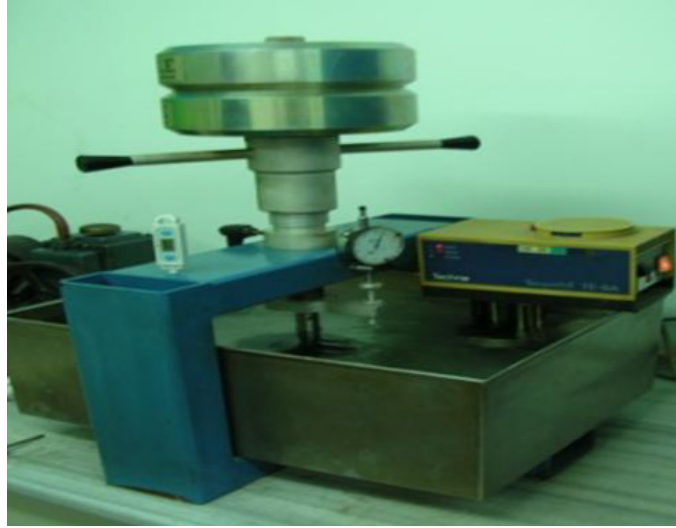


Şekil 2. Mastik Asfalt Deney Kalıpları (BS).

Su banyosunda bekletilen numuneler istenen sıcaklığa geldiğinde, cihaz mili yavaşça indirilip 10 dakika süreyle numunenin üstünde serbest halde bırakılmıştır. Deney başlangıcında yüksüz olarak serbest bırakılan mil başlığı, 10 dakika sonra eklenen ilave ağırlıklarla birlikte kullanılmak üzere standartlarda belirtilen konuma getirilmiştir. Daha sonra yatay kollar çevrilerek milin aşağıya inmesi ve numunenin yüzeyine temas etmesi sağlanmıştır. Bu 10 dakikalık işlemten sonra cihazın yan tarafında bulunan sabitleme kolu sıkıştırılarak üzerine ağırlıklar konulmuştur.

Flowmetre başlangıç (0) konumuna getirilip değerler kaydedilmiş ve sabitleştirme kolu gevşetildiği andan itibaren de ölçümler başlatılmıştır. Ölçümlerde ibrenin gösterdiği değerler 1., 2., 4., 8., 15., 30. ve 60. dakika zaman aralıklarında kaydedilmiş ve iğnelerin mastik asfalt numunesine batma miktarı okunmuştur. Bulunan batma değerleri mm cinsinden ilgili dakikalara karşılık ilgili eksenlerde grafik olarak gösterilmiştir.

Yapılan Mastik Penetrasyon deneyi için TS EN 12697-20 Standardında iki farklı iğne ucu kullanılmaktadır. Bu iğneler 11mm ve 25,2mm çapındadır. Deneyler 11mm'lik ve 25,2mm'lik iğnelerle yapılmaktadır. Mastik Penetrasyon deneyinde sıfır (0) batma miktarı kırılma ve işlenmesi mümkün olmayan bir değeri ifade etmektedir. BS 5284 ile EN 13108-6 standartlarında deneysel cihazlar ve hazırlanan numunelerde izlenen yöntemler birbirine benzemekle birlikte, bazı farklılıklar da göstermektedir. BS numuneleri dairesel (silindirik) bir şekilde hazırlanırken, EN numuneleri ise, kare tabanlı (küp) şeklinde, her kenarı 6cm uzunluğunda olacak şekilde hazırlanmaktadır. İğne çapları ve kullanılan ağırlıklar da farklıdır. BS deneylerinde 10kg yük uygulanırken, EN numunelerine 30kg yük uygulanmaktadır. Mastik Penetrasyon Cihazı Şekil 3'te gösterilmiştir.

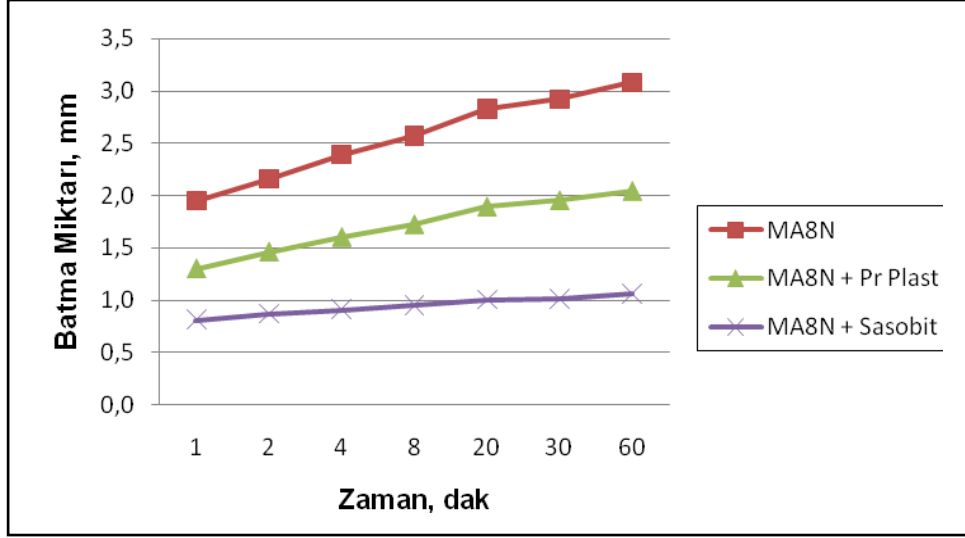


Şekil 3. Mastik Asfalt Deney Cihazı (BS uyumlu).

TS EN 12697-20 kriterlerine uygun şartlarda yapılan deney sonuçlarına örnek olarak aşağıda üç adet farklı karışım numunesine ait değerler Tablo 5’te, grafikler ise Şekil 4’te gösterilmiştir.

Tablo 5. Zamana Bağlı Batma Miktarı değerleri, TS EN 12697-20.

Zaman (dak.)	Penetrasyon (Batma Miktarı) mm		
	MA8N	MA8N + Pr Plast	MA8N + Sasobit
1	1,95	1,30	0,81
2	2,16	1,46	0,87
4	2,39	1,60	0,91
8	2,57	1,72	0,95
20	2,83	1,89	1,00
30	2,92	1,95	1,01
60	3,08	2,04	1,06

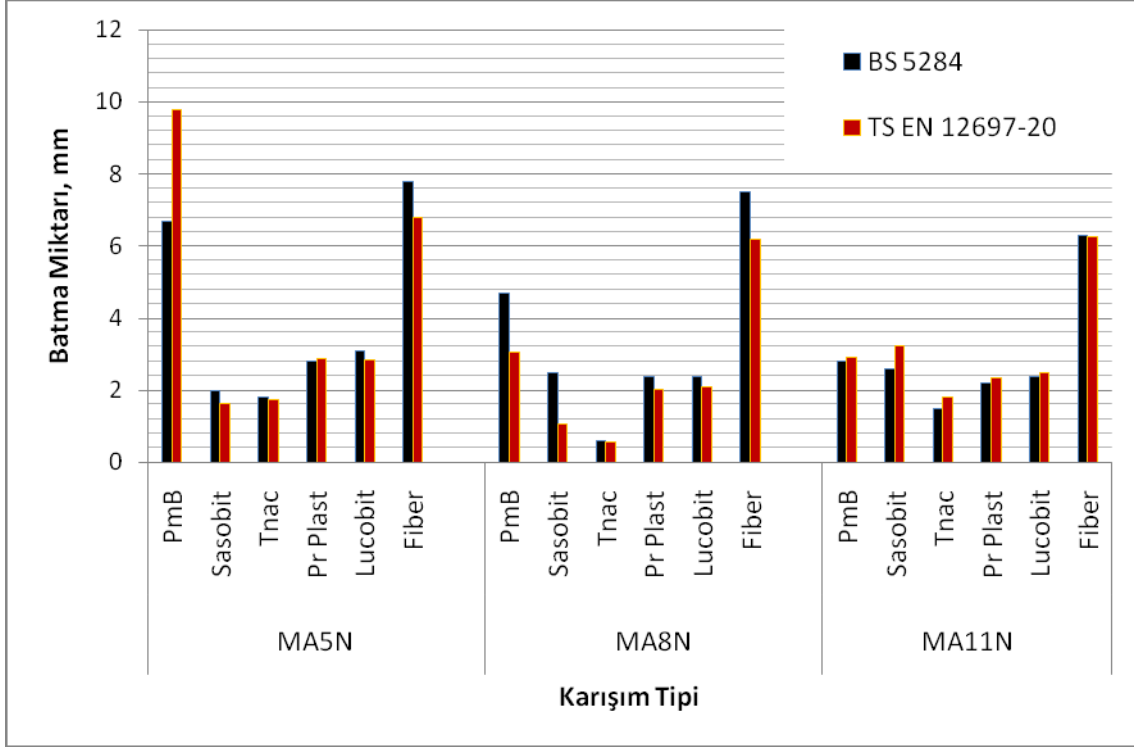


Şekil 4. Zamana Bağlı Batma Miktarı Grafikleri, TS EN 12697-20.

Optimum bitümle hazırlanan farklı gruptaki agrega ve modifiyeli karışımlar için farklı batma miktarları tespit edilmiştir. Zamana bağlı batma miktarları, cihaza bağlı bulunan bilgisayar ekranından grafik olarak izlenebilmekte ve kaydedilebilmektedir. Mastik Penetrasyon deneyi sonuçları Tablo 6'da, grafikler ise Şekil 5'te gösterilmiştir.

Tablo 6. Mastik Penetrasyon Deneyi Değerleri.

S.No.	Karışım Tipi Agrega Gradasyonu	İlave Katkı Maddesi	Penetrasyon (Batma miktarı) mm	
			BS 5284 (25°C)	TS EN 12697-20 (40°C)
1	MA5N	PmB	6,7	9,80
2		Sasobit	2,0	1,65
3		Tnac	1,8	1,75
4		Pr Plast	2,8	2,75
5		Lucobit	3,1	2,85
6		Fiber	7,8	6,80
7	MA8N	PmB	4,7	3,08
8		Sasobit	2,5	1,06
9		Tnac	0,6	0,56
10		Pr Plast	2,4	2,04
11		Lucobit	2,4	2,10
12		Fiber	7,5	6,20
13	MA11N	PmB	2,8	2,93
14		Sasobit	2,6	3,25
15		Tnac	1,5	1,80
16		Pr Plast	2,2	2,35
17		Lucobit	2,4	2,50
18		Fiber	6,3	6,25



Şekil 5. Karışım Tipine Göre Mastik Penetrasyon Grafiği.

Mastik Penetrasyon deneyi grafikleri incelendiğinde, ilk 30 dakikalık süre boyunca batma miktarının, sürekli artış gösterdiği, toplam batma miktarının yaklaşık %70'ine ulaştığı görülmektedir. İlk 30 dakikalık süreden sonra, grafik yönü yataya doğru eğilim göstermiştir. Toplam deneysel süre olan 60. dakikaya ulaşıldığında ise kaydedilen değer, en yüksek batma miktarı olarak belirlenmiştir. Karışımların deney sonuçları karşılaştırıldığında, agrega boyutuna ve modifiyelere bağlı olarak değişen bir batma miktarı gözlemlenmektedir. En büyük batma miktarı MA5N numunelerinde, en az batma miktarı ise MA11N numunelerinde görülmüştür. Farklı katkı maddelerinin karışıma ilave edilmesiyle bu eğilimde değişiklik olmamıştır. Genel olarak agrega boyutu küçüldükçe batma miktarı artış göstermiştir. Polimer modifiye bitüme ilave edilen katkı maddelerinin, az da olsa, Mastik Penetrasyon deneyinde batma miktarını düşürdüğü, fiber katkısının ise tüm karışımlarda, batma miktarını arttırdığı görülmüştür. İlave edilen katkı maddeleri arasında batma miktarını en düşük seviyeye indiren katkı Tnac olmuştur. Tnac ilave edilen Mastik Asfalt karışımları ve batma miktarı değerleri sırasıyla MA8N (0,8), MA11N (1,5) ve MA5N (1,8) şeklinde olmuştur. Bu değerler katkısız PmB karışımlarında yaklaşık dört kat daha fazladır.

Sonuçlar

Mastik Penetrasyon değerleri kullanılan agrega gradasyonuna ve modifiyelere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Agrega gradasyonu dikkate alındığında, en az batma miktarının MA8N karışımında olduğu, bunu sırasıyla MA5N ve MA11N gradasyonlarının takip ettiği görülmüştür. Karışım içindeki modifiyeler dikkate alındığında, en az batma miktarının Tnac katkılı karışımlarda olduğu görülmüştür. Pr Plast, Sasobit ve Lucobit katkılarının da batma miktarını düşürdüğü, fiberin ise batma miktarını belirgin şekilde arttırdığı görülmüştür.

Kaynaklar

1. Asphalt Institute, (2007) The Asphalt Handbook, Manual Series 7th Edition, MS4, Lexington, Kentucky, USA.
2. BS 5284 (1993) Methods of sampling and testing mastic asphalt used in building and civil engineering, *British Standards Institution*, London.
3. KTSŞ, (2006) Karayolu Teknik Şartnamesi, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara.
4. Önal, M., A. ve Kahramangil, M., (1993) Bitümlü Karışımlar Laboratuvar El Kitabı, K.G.M.-Teknik Araştırma Daire Başkanlığı, Ankara.
5. TS EN 12697-20 (2004) Bitümlü karışımlar - Deney metotları - Sıcak karışimli asfalt için - Bölüm 20: Küp numunler veya Marshall numuneleri kullanılarak iz çıkarma, *Türk Standartları Enstitüsü Standart Hazırlama Merkezi*, Ankara.
6. TS EN 13108-6/AC, (2010) Bitümlü karışımlar - Malzeme özellikleri - Bölüm 6: Mastik asfalt Asfalt, *Türk Standartları Enstitüsü Standart Hazırlama Merkezi*, Ankara.
7. TS EN 13108-20, (2006) Bitümlü Karışımlar-Malzeme Özellikleri, Tip Deneyler, *Türk Standartları Enstitüsü Standart Hazırlama Merkezi*, Ankara.
8. Uluçaylı, M., (1998) Modifiye Bitüm ve Modifikasyon Katkılarının Kullanımı, 2. Ulusal Asfalt Sempozyumu, Ankara.
9. Whiteoak, D. (2004) Shell Bitüm El Kitabı, *İsfalt, İstanbul Büyükşehir Belediyesi*, İstanbul.
10. Aragao, F. (2007) Effects of Aggregates on Properties and Performance of Mastics and Superpave Hot Mix Asphalt Mixtures, *University of Nebraska*, Lincoln.
11. Partl, M. and Hean S., (2003) Mastik Asphalt and Waterproofing Components for Bridge and Tunnel Construction, *12th International Flexible Pavements Conference*, Melbourne-Australia.

SBS+CR Modifiyeli Bitümün Yüksek Sıcaklık Performansının İncelenmesi

Baha Vural KÖK, Mehmet YILMAZ

Fırat Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Elazığ.
424 2370000/5418
bvural@firat.edu.tr, mehmetyilmaz@firat.edu.tr

Necati KULOĞLU

Fırat Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Elazığ.
424 2370000/5403
nkuloglu@firat.edu.tr

Öz

Esnek üstyapı kaplamaları içerisinde en yüksek dayanımı gösteren bitümlü sıcak karışımlarda bitüm, düşük oranlarda kullanılmasına rağmen karışımın performansı üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Bitümlü sıcak karışımların özelliklerini iyileştirerek üstyapının performansını arttırmak amacıyla katkı maddeleri kullanılmaktadır. Bu amaçla en çok kullanılan malzeme stiren-butadien-stiren (SBS)'dir. Atık malzemelerin bitümlü sıcak karışımlarda katkı maddesi olarak kullanımı, ekosistemin korunmasına yardımcı olması yönüyle ekolojik, maliyetleri düşürmesi yönüyle ekonomik bir sürdürülebilirlik temin edeceği gerçeği ile son zamanlarda araştırmacılar tarafından yoğun bir şekilde ele alınmaktadır. Ülkemizde, milyonlarca araçtan elde edilen atık lastiğin çok az bir kısmı değerlendirilmektedir. Atık lastikler yamıç madde oldukları için, depolanması işleminde özel güvenlik tedbirlerinin alınması zorunluluğu ortaya çıkmakta ve bu durumda da depolama maliyetleri artmaktadır. Atık araç lastikleri, petrol kökenli olduklarından bitüm katkı malzemesi olarak değerlendirilebilmektedir. Bu çalışmada atık lastik kauçuğunun (CR) bitüm modifikasyonunda kullanımı incelenmiş ayrıca SBS ile birlikte kullanımı geleneksel deneyler, dönel viskozimetre ve dinamik kayma reometresi deneyleri ile değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlardan hem SBS'nin hem de CR'nin bitümün viskozitesini arttırdığı, CR'nin işlenebilirliği önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir. Standartlara uygun işlenebilirlik için kullanılacak en yüksek CR oranının %10 olduğu, penetrasyon indeksi değerlerinden, katkı malzemelerinin bitümün ısıya karşı hassasiyetini azalttığı tespit edilmiştir. Dinamik kayma reometresi deneylerinden katkı oranları arttıkça kompleks modüllerinin arttığı ve faz açılarının özellikle CR modifikasyonunda daha fazla azaldığı belirlenmiştir. Katkı türleri karşılaştırıldığında bütün deneylerde aynı oranlarda kullanılması durumunda SBS'in CR'ye göre daha etkin olduğu, ancak SBS modifikasyonu ile elde edilen performansın çok yüksek oranda CR modifikasyonu ile temin edilebileceği, ayrıca birlikte kullanılmaları durumunda SBS içeriği azaltılıp CR oranı artırıldığında SBS ile benzer etkinin elde edilebileceği belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Atık lastik kauçuğu, SBS, modifikasyon, reoloji.

Giriş

Ulaşımın yüzde 95'inin karayoluyla yapıldığı ülkemizde, milyonlarca araçtan elde edilen atık lastiğin büyük bir çoğunluğu; yasadışı yollarla çöplük, deniz ve nehlere atılmaktadır. Atık

lastiklerin çok az bir kısmı ise, çimento veya tuğla üretim fabrikalarında pişirme işlerinde yakıt olarak kullanılmaktadır. Ancak bu uygulamalarda da, fabrikaların baca filtrelerinde biriken tozların filtrelerin ömrünü kısalttığı yönünde bir görüş hakimdir. Bu nedenle, atık lastikler genellikle doğaya atılarak veya açık havada yakılarak çok büyük çevre sorunları oluşturmaktadır. Atık lastikler yanıcı madde oldukları için, depolanması işleminde özel güvenlik tedbirlerinin alınması zorunluluğu ortaya çıkmakta ve bu durumda da depolama maliyetleri artmaktadır (TMMOB,1994; Yeşilata,2007).

Araç lastikleri %70'den fazla doğal ve sentetik kauçuk ihtiva etmektedir. Yüksek ve düşük sıcaklığa, aşınmaya karşı dirençli olan, stiren butadien kauçuğu (SBR), yüksek bir elastikiyete ve kolay işlenebilme özelliğine sahip olan cis polibütadien kauçuğu (CBR), stiren ve butadien'in emülsiyon polimerizasyonu ile elde edilen ve içerisinde yüksek oranda bağlı stiren bulunan bir kopolimer olan sentetik lateks, sentetik kauçuk sınıfına girmektedirler.

Atık araç lastiklerindeki kauçuk iki şekilde elde edilebilmektedir. Birincisinde lastik, içerisindeki çelik teller ayrıştırıldıktan sonra mekanik olarak parçalanmaktadır. Granül oluştuktan sonra, manyetik bir sistem kullanılarak atık lastiğin içerisindeki çelik teller, sallama ve rüzgâr elekleri yardımıyla da elyaflar ayıklanmaktadır. İkincisinde ise kauçuk, nitrojen ile çok düşük sıcaklıklarda kırılğan hale getirilen lastiğin parçalanması yöntemiyle elde edilmektedir. Atık lastiklerin çok ince ve temiz olmasının istenmesi durumunda, nitrojenle lastik parçalama yöntemi, daha ekonomik olmaktadır. (Sugözü ve Mutlu,2009).

Atık lastiklerden elde edilmiş kauçuk, bitümlü sıcak karışımlarda kuru ve yaş proses olmak üzere iki şekilde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Kuru prosesde kauçuk, karışımın içerisinde belli miktarda çıkarılmış agreganın yerine kullanılmaktadır. Islak proses de ise kauçuk ile bitüm modifiye edilmektedir (Adhikari ve diğ.,2000).

Yapılan çalışmalarda atık lastik kauçuğu modifiyesinin yüksek sıcaklıklarda esnekliği artırdığı düşük sıcaklıklarda ise depolama modülünü düşürdüğü, 0,15 mm boyutundaki kauçuğun yoğun gradasyonlu, 0,60 mm boyutundaki kauçuğun ise açık gradasyonlu karışımlar için daha iyi sonuçlar verdiği, tekerlek izi direncini iyileştirdiği, yorulma ömürlerinin arttığı, yansıma çatlakları ve düşük ısı çatlaklarının azaldığı, çekme gerilmelerinin iyileştiği belirtilmiştir. (Navarro,2004; Cao,2007; Ching ve Wong,2007; Xiao ve diğ.,2009;Lalwani ve diğ.,1982; Bahia ve Davis,1994; Oliver,2000).

Malzeme ve Metot

Bu çalışmada saf bağlayıcı olarak Batman rafinerisinden elde edilen B 160/220 sınıfı bitüm kullanılmıştır. Saf bağlayıcının polimer ile modifikasyonunda Shell Bitumen şirketi tarafından üretilen ve stiren-butadien-stiren (SBS) blok kopolimer ihtiva eden KRATON D 1101 kullanılmıştır. Katkı maddesi saf bitüme %2–5 aralığında 4 farklı içerikte ilave edilmiştir. Bu aralık seçimi, Lu ve Isacson tarafından daha önce yapılmış olan çalışmaya dayanmaktadır. Yapılan çalışmada SBS içeriğinin ağırlıkça %2–6 aralığında kullanıldığında saf bitümün özelliklerinin önemli ölçüde iyileştirildiği belirlenmiştir (Lu ve Isacson,1997). Çalışmada bir diğer katkı malzemesi olarak kullanılan öğütülmüş araç lastiği Samsun Akın Plastik firmasından elde edilmiştir. Atık lastik kauçuğu mekanik parçalama yöntemiyle 30-50 No. boyutunda elde edilmiştir. Atık lastik kauçuğu saf bitüme ağırlıkça %3-%12 aralığında katılmıştır. Modifiye bağlayıcılar, katkı malzemesinin belirlenen oranlarda saf bağlayıcıya yavaş yavaş ilave edilerek, dört bıçaklı karıştırıcı ile 1100 dev/dk. hıza sahip karıştırıcıda 185 °C sabit sıcaklıkta 2 saat süre ile karıştırılarak elde edilmiştir.

Modifiyeli bağlayıcılar hazırlandıktan sonra bağlayıcılar üzerinde geleneksel bitümlü bağlayıcı deneyleri (penetrasyon yumuşama noktası), dönel viskozimetre ve dinamik kayma reometresi deneyleri uygulanmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde sadece değişik oranlarda SBS modifiyeli bağlayıcıların, ikinci bölümünde sadece değişik oranlarda atık lastik kauçuğu modifiyeli bağlayıcıların, son bölümde ise aynı karışım içerisinde hem SBS hem de atık lastik kuçuğu modifiyeli bağlayıcıların özellikleri incelenmiştir. Böylece katkı malzemelerinin ayrı ayrı kullanımının karşılaştırılması ve aynı karışım içindeki davranışının ve uygunluğunun araştırılması amaçlanmıştır.

Deney Yöntemleri

Geleneksel deney olarak saf ve modifiyeli bağlayıcıların yumuşama noktası ve penetrasyon değerleri tespit edilmiş bu değerler yardımı ile bağlayıcıların sıcaklığa karşı duyarlılıklarını belirten penetrasyon indeksleri (PI) tespit edilmiştir. Bitümlü bağlayıcıların sıcağa karşı duyarlılıkları arttıkça PI değerleri azalmaktadır.

Dönel vizkozimetre (RV) deneyi, bitümlü bağlayıcıların yüksek sıcaklıktaki akışkanlık karakteristiklerini belirlemek amacıyla uygulanmaktadır. Bu amaçla AASHTO TP48 standardına uygun olarak “Brookfield Viskozimetresi” kullanılmaktadır. Bağlayıcıların yüksek sıcaklık viskozite değerleri, pompalama ve karıştırma sırasında bağlayıcıların yeterince akışkan olduklarının tespiti amacıyla belirlenmektedir. Deneyde, bağlayıcı içerisinde 20 dev/dk. hızla dönen bir milin, dönmeye karşı gösterdiği direnç ile viskozite değerleri elde edilmektedir. Orijinal bağlayıcılar üzerinde uygulanan RV deneyinde 135°C’deki viskozite değerlerinin 3 Pa.s’yi (3000 cP) aşmaması istenmektedir (Zaniewski ve Pumphrey,2004; McGennis ve dig.,1994).

Dinamik kayma reometresi deneyi, asfalt çimentosunun kompleks kayma modülü (G^*) ve faz açısını (δ) belirleyerek viskoz ve elastik davranışını karakterize etmektedir. G^* , tekerrür eden kayma gerilmelerinin oluşturduğu deformasyonlara karşı asfalt çimentosunun gösterdiği toplam direncin göstergesidir. Hem G^* hem de δ değerleri asfalt çimentosunun sahip olduğu ısı ve yükleme hızı ile önemli ölçüde değişmektedir. Çalışmada saf ve modifiyeli bağlayıcılara 0,1-1 Hz frekanslarda ve 40,50,60,70 °C’lerde DSR deneyi uygulanarak katkı maddelerinin yüksek sıcaklıkta bağlayıcının reolojik davranışı üzerindeki etkileri incelenmiştir.

DeneySEL Çalışma

Geleneksel Bağlayıcı ve Dönel Viskozimetre Deney Sonuçları

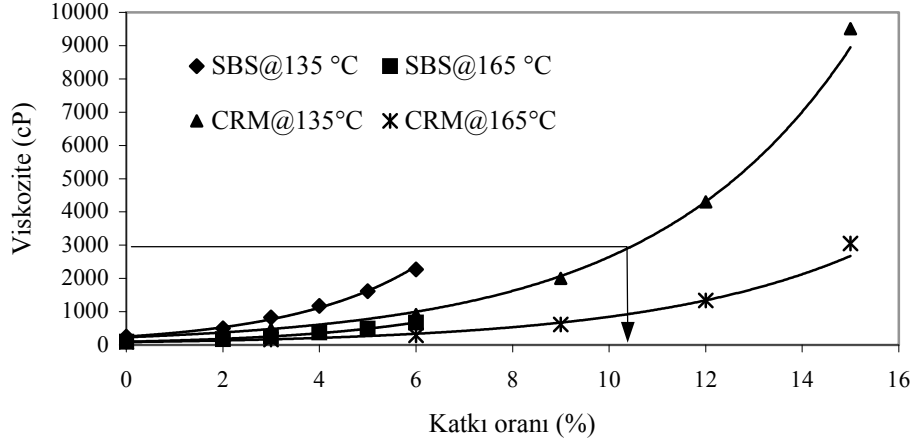
Saf ve modifiye bağlayıcılar üzerinde uygulanan deneylerin sonuçları Tablo 1.’de verilmiştir. Tablo incelendiğinde, SBS ve CR oranı arttıkça penetrasyon değerinin azaldığı ve yumuşama noktası değerinin arttığı görülmektedir. Yumuşama noktası değerlerindeki bu artış, modifikasyon ile bağlayıcıların yüksek sıcaklıklarda tekerlek izi oluşumuna karşı dayanımlarının artacağını ifade etmektedir. Modifikasyondaki katkı oranı arttıkça bitümlerin PI değeri artmış dolayısıyla sıcaklığa karşı duyarlılıkları azalmıştır. Tablo 1 incelendiğinde %3 SBS modifiyeli bağlayıcının PI değerine %9 CR içeriği ile, %4 SBS modifiyeli bağlayıcının PI değerine ise %12 den daha fazla bir CR içeriği ile ulaşılabilirdiği görülmektedir. %2 SBS karışımına %5 CR ilavesinin ancak %3 SBS modifikasyonu ile benzer PI değerini sağladığı, %3 SBS karışımına %5 CR ilavesinin ancak %4 SBS modifikasyonu ile benzer PI değerini sağladığı ve %4 SBS karışımına %5 CR ilavesinin ancak %5 SBS modifikasyonu ile benzer PI değerini sağladığı dolayısıyla %1 azaltılan SBS içeriğine

karşılık aynı PI değerini elde edebilmek için %5 CR kullanılması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bunun yanı sıra %2 azaltılan SBS içeriğine karşılık aynı PI değerini elde edebilmek için %7 CR, %3 azaltılan SBS içeriğine karşılık %8 CR kullanılması gerekmektedir.

Tablo 1. Bağlayıcıların geleneksel deney sonuçları.

	Penetrasyon (1/100 mm)	Yumuşama Noktası (°C)	PI	Viskozite (cP)	
				135 °C	165 °C
Saf bağlayıcı	190	41,4	0,323	237,5	87,5
SBS içeriği (%)					
2	128	47,8	0,922	500	175
3	97	53,8	1,576	825	250
4	82	58,2	2,047	1188	375
5	64	62,7	2,219	1613	487,5
CR içeriği (%)					
3	116	46,4	0,130	475	162,5
6	100	52,0	1,222	912,5	287,5
9	81	56,3	1,585	2000	625
12	62	62,2	2,032	4300	1350
SBS – CR içeriği (%)					
4-2	73	59,8	2,027	1700	525
4-3	70	61,2	2,187	2200	662,5
4-4	64	62,9	2,258	2750	800
4-5	58	65,5	2,462	3350	975
4-6	55	66,6	2,512	4363	1263
3-3	72	58,5	1,712	1675	525
3-4	69	60,1	1,921	2163	637,5
3-5	67	61,0	2,018	2438	725
3-6	66	62,3	2,231	2900	887,5
3-7	63	64,1	2,439	3900	1138
2-4	87	54,6	1,413	1363	425
2-5	84	55,7	1,561	1700	512,5
2-6	81	57,5	1,854	2150	625
2-7	75	59,0	1,941	2513	762,5
2-8	71	61,9	2,368	3500	1050

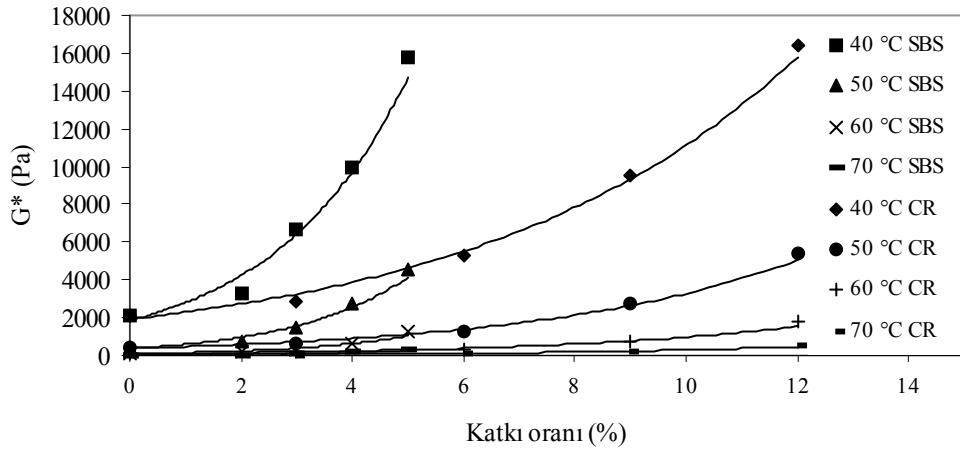
Saf ve modifiyeli bağlayıcılara 135°C ve 165 °C sıcaklıkta uygulanan dönel viskozimetre deneyleri sonucunda elde edilen değerler Tablo 1.'de verilmiştir. Penetrasyon ve yumuşama noktası deneyleriyle uyumlu olarak modifikasyondaki katkı oranı arttıkça viskozite değerlerinin arttığı dolayısıyla işlenebilirliklerinin azaldığı belirlenmiştir. Katkıların ayrı ayrı kullanılmaları durumunda viskoziteye etkileri Şekil 1'de verilmiştir. Burada %10 CR oranının üzerinde viskozite eğrilerinin üstel bir biçimde arttığı dolayısıyla yüksek oranda CR modifikasyonunun sertleştirme etkisi açıkça görülmektedir. SBS ve CR modifikasyonunda sırasıyla %6,7 ve %10,5 katkı oranında 135 °C deki viskozitelerinin 3000 cP değerine ulaştığı ve bu değerden daha büyük oranların işlenebilme ve pompalanabilme açısından uygun olmadığı tespit edilmiştir. Aynı karışım içerisinde katkıların birlikte kullanılmalarının viskoziteye etkileri incelendiğinde, %4 SBS ile en fazla %4 CR, %3 SBS ile en fazla %6, %2 SBS ile en fazla %7 CR kullanılabileceği görülmektedir. Her ne kadar CR modifikasyonunun viskoziteyi önemli derecede artırdığı görülsede bu durumun CR'ın SBS ile birlikte kullanılması halinde değiştiği tespit edilmiştir. Aynı karışım içerisinde SBS içeriğinin azalması ve aynı oranda CR içeriğinin artması ile viskozite değerinin azaldığı görülmektedir. %4SBS + %2 CR karışımının 135 °C'deki viskozite değeri 1700 cP iken aynı viskozite değerine SBS oranının %2 düşürülüp CR oranının %3 artırılması ile ulaşılabilmektedir (2-5 karışımı).



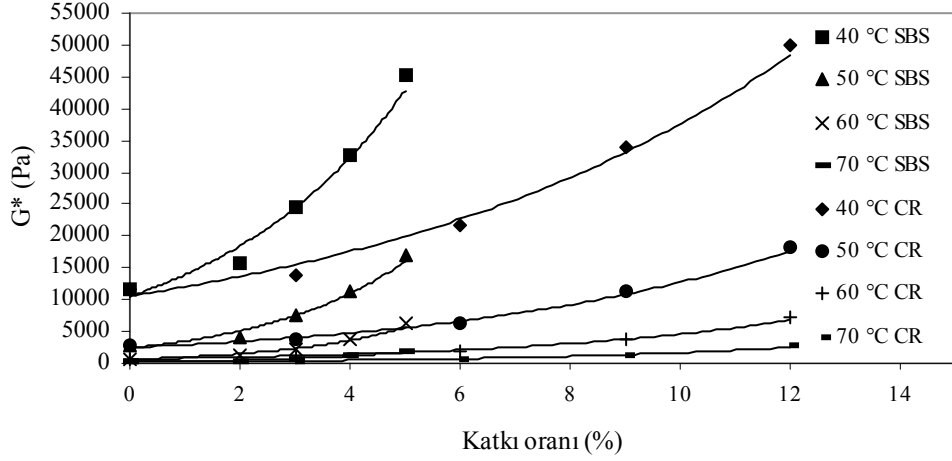
Şekil 1. Katkı oranı-viskozite ilişkisi.

Dinamik Kayma Reometresi Deney Sonuçları

Superpave sisteminde DSR deneyi, uygulama bölgesi sıcaklığına bağlı olarak belirlenen bir sıcaklıkta 1,59 devir/saniye'lik frekansta uygulanmasına rağmen katkıli bağlayıcıların reolojik davranışı üzerindeki etkisinin daha geniş bir aralıkta incelenmesi amacıyla çalışmada iki farklı frekansta (0,1-1) yükleme yapılmış ve dört farklı sıcaklıkta (40-70°C) deneyler uygulanmıştır. Sıcaklığın değişimi ile düşük ve yüksek frekansta modifiyeli bağlayıcıların kompleks modülünde meydana gelen değişim Şekil 2 ve Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 2. 0,1 Hz frekansta sıcaklık ve katkı oranının kompleks modülü üzerindeki etkisi.

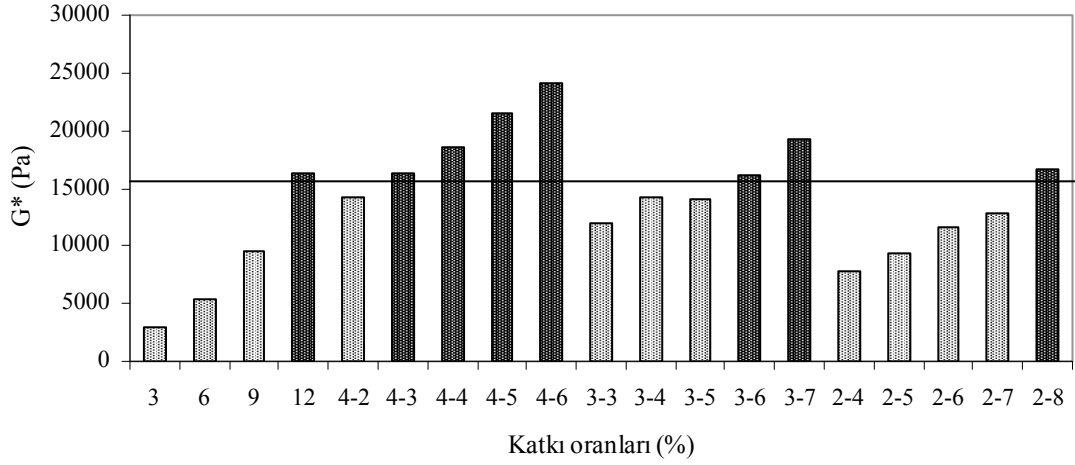


Şekil 3. 1 Hz frekansta sıcaklık ve katkı oranının kompleks modülü üzerindeki etkisi.

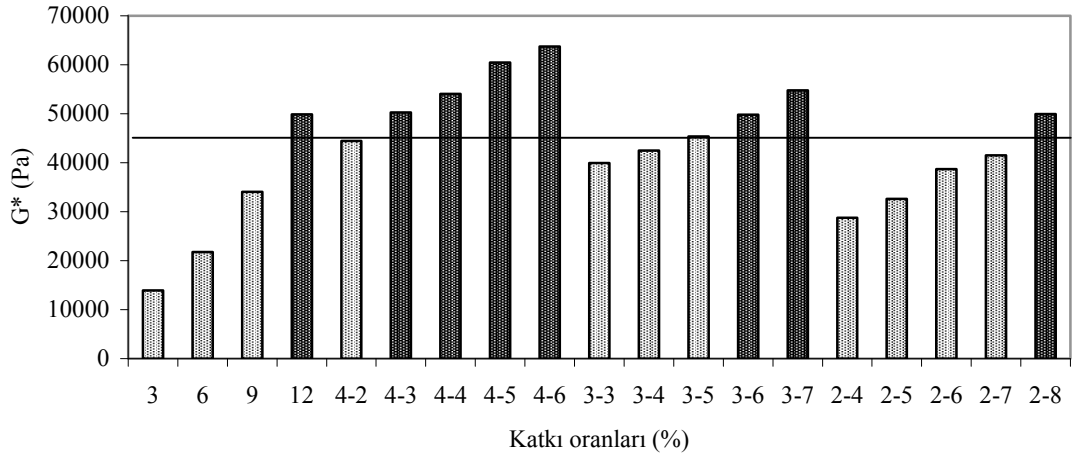
Şekil 2 ve 3'te düşük ve yüksek frekanslı yüklemelerde SBS modifikasyonunun kompleks modülü üzerinde atık lastik kauçuğuna göre çok daha etkili olduğu, atık lastik kauçuğu ile SBS modifikasyonundaki performansa ulaşılabilmesi için atık lastik kauçuğunun çok yüksek oranlarda kullanılması gerektiği görülmektedir. 40°C'de katkıların kompleks modülleri arasında çok önemli bir fark var iken bu fark sıcaklık artışı ile azalmaktadır.

Son zamanlarda asfalt üretim tesislerine kurulan modifiye sistemler ile modifiyeli karışım uygulamaları yaygın hale gelmektedir. Bu uygulamalarda çoğunlukla SBS modifikasyonu yapılmakta ve katkı oranı bitüm ağırlığına %4-%5 arasında seçilmektedir. Bu amaçla %5 SBS modifiyeli bağlayıcının düşük ve yüksek frekans ve sıcaklıktaki kompleks modülü değerleri referans alınarak bu değere eşit ve büyük değerlerin hangi tip modifikasyonla elde edilebileceği araştırılmış ve 19 değişik tipte üretilen modifiye bağlayıcıların kompleks modülleri Şekil 4-7'de grafiksel olarak sunulmuştur.

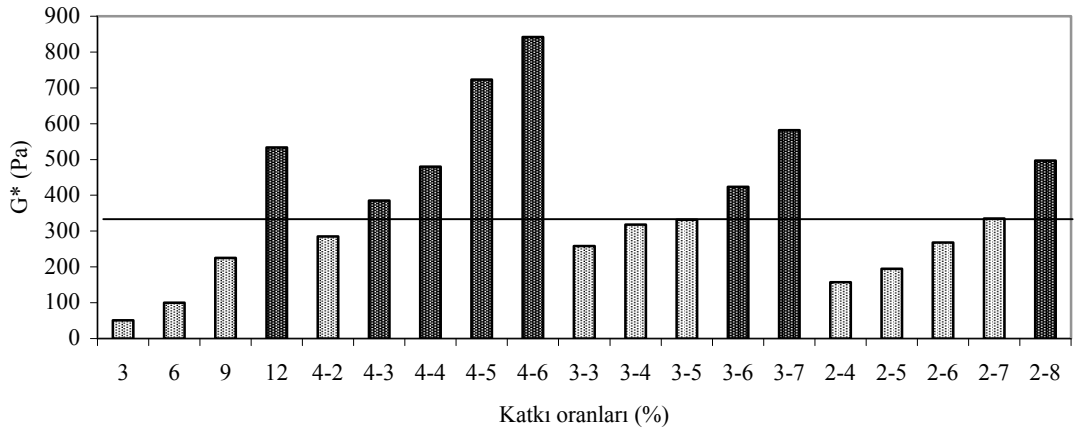
Şekil 4 - 7'de görüldüğü üzere düşük ve yüksek sıcaklık ve frekansta %5 SBS modifiyeli bağlayıcının kompleks modülü değerine sadece atık lastik kauçuğu modifikasyonu ile ulaşılabilmesi için ağırlıkça %9'dan fazla atık lastik kauçuğu gerekmektedir. Ancak bu orandan daha yüksek değerlerde modifiye edilen bağlayıcının pompalanabilme ve işlenebilme açısından uygun olmadığı dolayısıyla %5 SBS modifikasyonundaki performansın sadece atık lastik kauçuğu ile temin edilemeyeceği tespit edilmiştir.



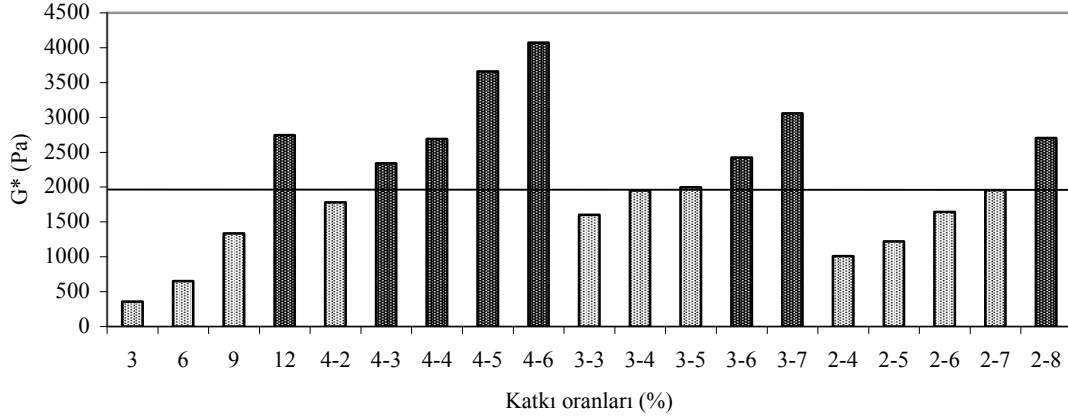
Şekil 4. 0,1 Hz frekansta ve 40 °C’de bağlayıcıların kompleks modülleri.



Şekil 5. 1 Hz frekansta ve 40 °C’de bağlayıcıların kompleks modülleri.



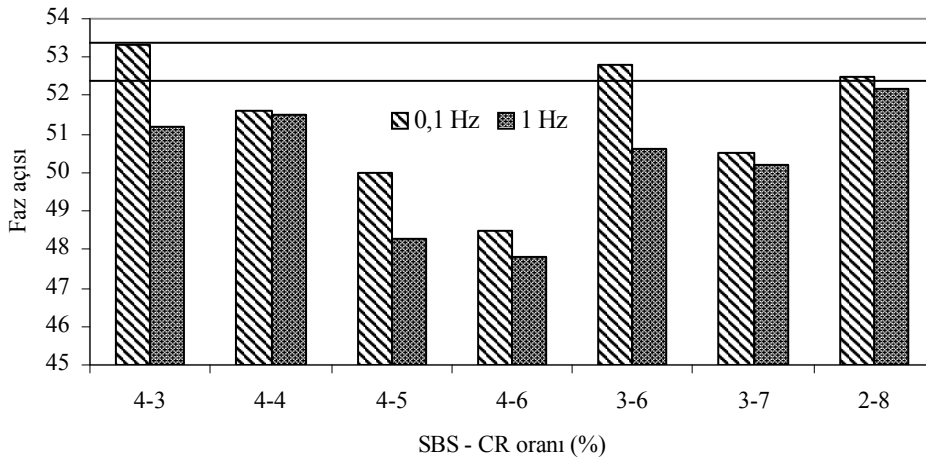
Şekil 6. 0,1 Hz frekansta ve 70 °C’de bağlayıcıların kompleks modülleri.



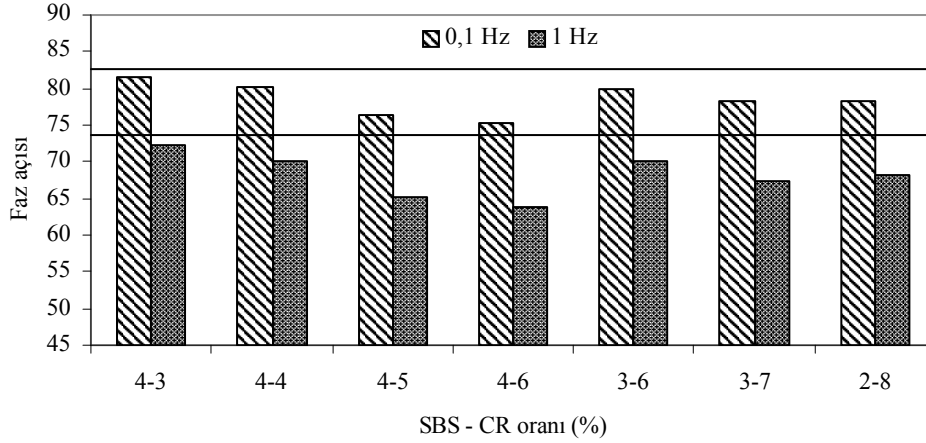
Şekil 7. 1 Hz frekansta ve 70 °C’de bağlayıcıların kompleks modülleri.

Düşük frekans yani yavaş yükleme durumunda ve orta sıcaklıkta %5 SBS içeriğinin azaltılan %1’lik kısmına karşın en az %3 atık lastik kauçuğu, SBS içeriğinin azaltılan %2’lik kısmına karşın en az %6 atık lastik kauçuğu ve SBS içeriğinin azaltılan %3’lik kısmına karşın en az %8 atık lastik kauçuğu ikamesinin, %5 SBS modifikasyonundaki kompleks modülü değerlerini aştığı belirlenmiştir. Yine aynı sıcaklık değerinde ancak yüksek frekansta yani hızlı yükleme durumunda %5 SBS modifikasyonundan azaltılan %1,2,3 SBS oranına karşılık sırasıyla %2,%5 ve %8’lik lastik kauçuğu oranlarının yeterli olduğu belirlenmiştir. Yüksek sıcaklıkta frekansın referans değerini yakalayan bağlayıcı tipleri arasında etkili olmadığı ve SBS oranı yerine ikame edilecek atık lastik kauçuğu oranının orta sıcaklık değerlerindekiinden daha az olduğu tespit edilmiştir. %5 SBS modifikasyonundan azaltılan %1,2,3 SBS oranına karşılık sırasıyla %3,%4 ve %7’lik lastik kauçuğu oranlarının yeterli olduğu görülmektedir.

Genel olarak %5 SBS modifikasyonundan azaltılan %1,2,3 SBS oranına karşılık sırasıyla en az %3, %6 ve %8 oranındaki atık lastik kauçuğu oranları her frekans ve sıcaklık durumunda referans değerden daha büyük değerler vermektedir. %5 SBS modifikasyonu ile aynı ve daha iyi performans sergileyen birleşik karışımların esnek davranışları hakkında bir yorumda bulunabilmek için Şekil 8 ve 9’da bu bağlayıcıların faz açısı değerleri karşılaştırılmıştır.



Şekil 8. 40 °C’de bağlayıcıların faz açısı değerleri.



Şekil 9. 70 °C’de bağlayıcıların faz açısı değerleri.

40°C’de birleşik modifiyeli bağlayıcıların faz açısı değerlerinin %5 SBS modifiyeli bağlayıcının, sırasıyla 0,1 Hz ve 1 Hz’deki faz açısı değeri olan 53,3° ve 52,5° değerlerinden; 70 °C’de ise birleşik modifiyeli bağlayıcıların faz açısı değerlerinin düşük ve yüksek frekansta referans değeri olan 82,2° ve 74,3° değerlerinden daha düşük olduğu, dolayısıyla kompleks modülü %5 SBS modifiyeli bağlayıcıdan büyük olan bu birleşik modifiyeli bağlayıcıların referans bağlayıcısına göre daha fazla elastik bileşen içerdiği ve düşük sıcaklıklarda daha esnek davranabileceği söylenebilir. Her sıcaklık ve frekans durumunda en düşük faz açısı değerini %4 SBS+%6 CR birleşik bağlayıcısı vermiş, ayrıca frekansın faz açısı üzerindeki etkisinin orta sıcaklıktan çok yüksek sıcaklıkta daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Sonuç

SBS ve CR içeriğinin artmasının penetrasyon değerini azalttığı ve yumuşama noktası değerini arttığı görülmüştür. Modifikasyondaki katkı oranı arttıkça bitümlerin penetrasyon indeksi (PI) değeri artmış dolayısıyla sıcaklığa karşı duyarlılıkları azalmıştır. Sadece SBS modifikasyonu ile elde edilen PI değerlerinin daha düşük SBS içerikli SBS+CR modifikasyonu ile elde edilebileceği ve en yüksek PI değerine %2SBS+%8CR ile ulaşıldığı tespit edilmiştir.

Viskozite deneyinden katkı oranı arttıkça viskozite değerlerinin arttığı dolayısıyla işlenebilirliklerinin azaldığı belirlenmiştir. SBS ve CR katkılarının ayrı modifikasyonunda sırasıyla %6,7 ve %10,5 katkı oranlarının işlenebilme ve pompalanabilme açısından maksimum değerler olduğu, CR modifikasyonunun viskoziteyi önemli ölçüde artırdığı ancak SBS ile birlikte kullanıldıklarında bu durumun değiştiği gözlenmiştir.

Dinamik kesme reometresi deneyine göre düşük ve yüksek frekanslı yüklemelerde SBS modifikasyonunun kompleks modülü üzerinde CR modifikasyonuna göre çok daha etkili olduğu, CR ile SBS modifikasyonundaki performansa ulaşılabilmesi için CR’ın çok yüksek oranlarda kullanılması gerektiği tespit edilmiştir. %5 SBS modifikasyonuna kadar bağlayıcının sahip olduğu kompleks modülü değerlerine viskozite açısından sorun olmayacak şekilde CR modifikasyonu ile ulaşılacağı ancak %5 ve daha fazla SBS modifikasyonunun performansına sadece CR modifikasyonu ile ulaşamayacağı tespit edilmiştir. Elastikliğin göstergesi olan faz açısı değerlerine göre her sıcaklık ve frekans durumunda en düşük faz açısı değerini %4SBS+%6CR birleşik bağlayıcısı vermiştir.

Uygulayıcılara yol gösterebilmesi, SBS ve CR etkileşiminin daha geniş bir perspektifte anlaşılabilmesi için bu çalışmanın yanı sıra bitümlü sıcak karışımlar üzerinde yapılması gerekenler, çalışmaya açık bir konudur.

Kaynaklar

- 1) Adhikari, B., De, D, Maiti, S. (2000) Reclamation and Recycling of Waste Rubber. Prog Polym Sci 25(7),pp.909–948
- 2) Bahia, H.U., and Davis, R. (1994) Effect of Crumb Rubber Modifiers (CRM) on Performance Related Properties of Asphalt Binders, Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, 63, pp.414-449.
- 3) Cao,W. (2007) Study on Properties of Recycled Tire Rubber Modified Asphalt Mixtures Using Dry Process. Construction and Building Materials 21,pp. 1011 –1015.
- 4) Ching,W,C., Wong, W. (2007) Effect of Crumb Rubber Modifiers on High Temperature Susceptibility of Wearing Course Mixtures. Construction and Building Materials 21, pp.1741–1745.
- 5) Lalwani, S., Abushihada, A., and Halsa, A. (1982) Reclaimed Rubber Asphalt Blends Measurement of Rheological Properties to Assess Toughness, Resiliency, Consistency and Temperature Sensitivity. Proc., Association Asphalt Paving Technologists, Kansas City, Kan., 51, pp.562-579.
- 6) Lu X, Isacson U., (1997) Rheological Characterization of Styrene–Butadiene–Styrene Copolymer Modified Bitumens. Construction and Building Materials, 11(1), pp. 23-32.
- 7) McGennis, R.B., Shuler, S., Bahia, H.U., (1994) Background of Superpave Asphalt Binder Test Methods, No. FHWA-SA-94-069, pp. 104.
- 8) Navarro, F.J., Partal, P., Marti´nez-Boza, F., Gallegos, C. (2004) Thermo-Rheological Behaviour and Storage Stability of Ground Tire Rubber-Modified Bitumens. Fuel, 83, pp.2041–2049.
- 9) Oliver, J.W.H. (2000) Rutting and Fatigue Properties of Crumb Rubber Hot Mix Asphalts. Proceedings of the Asphalt Rubber 2000 Conference, pp.221-240, Vilamoura, Portugal
- 10) Sugözü, İ., Mutlu, İ. (2009) Atık Taşıtların Lastikleri ve Değerlendirme Yöntemleri. Taşıtların Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 1, No: 1, pp.35-46.
- 11) TMMOB, (1994) Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, Lastik Sanayi ve Petrol, Sektörel Rapor Dizisi: 6 Aralık Ankara.
- 12) Xiao F., Serji N.A., Shen,J., Putman B. (2009) Influences of Crumb Rubber Size and Type on Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) Mixtures. Construction and Building Materials 23, pp.1028–1034.

- 13) Xiao F., Serji N.A., Shen,J., Putman B. (2009) Influences of Crumb Rubber Size and Type on Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) Mixtures. *Construction and Building Materials* 23, pp.1028–1034.
- 14) Yeşilata, B., Bulut, H., Turgut, P., Demir, F. (2007) Atık Taşıt Lastiklerinin Geri Kazanımı ve Yalıtım Amaçlı Kullanımı, *MMO Tesisat Mühendisliği Dergisi* 102, 64-72.
- 15) Zaniewski, J.P., Pumphrey, M.E., (2004) Evaluation of Performance Graded Asphalt Binder Equipment and Testing Protocol. *Asphalt Technology Program*, pp. 107.

Mekansal Çok Ölçütlü Karar Analizi: Ulaştırma İçin Güzergah Seçenekleri

Doğukan TORAMAN, Hande DEMİREL
İstanbul Teknik Üniversitesi Geomatik Mühendisliği
dtoraman@gmail.com, hande.demirel@itu.edu.tr

Özet

Çalışma kapsamında ulaşım ağının arazi kullanımıyla etkileşiminin çok ölçütlü karar analizi ile belirlenmesi üzerinde durulmuştur. Bu süreçte karar destek sistemi temelinde çok ölçütlü karar analizi geliştirilmesi konusu ele alınmıştır. Buna göre ulaşım ağına yeni bir güzergah eklenmesi, yöneticilerin bakış açısının yanısıra mekansal bilgi teknolojileri ile gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada tasarlanan güzergah örnek olarak İstanbul kentinin Anadolu Yakasında yapılması planlanan üçüncü çevreyolu seçilmiştir. Çalışma sürecinde ulaşımın etkilerinin belirlenmesi ve uygun güzergahın geçirilmesi adımları karar destek sistemi yardımıyla izlenmiştir. Mekansal ve tarihsel analizleri gerçekleştirmek için altlık olarak uydu görüntüleri kullanılmış ve diğer veriler yardımıyla coğrafi analizler gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Çok Ölçütlü Karar Analizi, Ulaşım Planlaması, Arazi Kullanımı

Summary

In content of the study, determination of effects of transportation network on land use by multi criteria decision analysis was considered. In this process, development of multi criteria decision analysis based on decision support system was examined. Therefore, that appending a new route to transportation network was implemented with spatial information technologies beside view of managers. In this study, a highway in Anatolian Side of İstanbul city was designed. In process of the study, steps of determining effects of transportation and producing transportation route were followed by decision support system. Satellite images were utilized as reference in order to achieve spatial and historical analyse and geographic analysis was executed with regard to other data.

Key Words: Multi Criteria Decision Analysis, Transportation Planning, Land Use

1. Giriş

Büyük kentlerde gelişmenin kontrol edilebilmesi, yönetimin verdiği kararların çok yönlü olmasına bağlıdır. Kentin yerleşim alanlarının düzenli şekilde büyümesi, altyapı ihtiyaçlarının uygun yerlere yönlendirilmesiyle gerçekleşir. Diğer yandan ulaşım ağının çevresini birçok yönden etkilediği görülmektedir. Bu nedenle kentsel alanların ulaşım güzergahına ihtiyaç duyması halinde, bunun yeni alanlar oluşmasını sağlayacağı göz önünde tutulmalıdır. Ulaşım güzergahının planlanması türünde çalışmalar çoğunlukla, işi yürüten kurumun bakış açısına bağlı ve ekonomik yönü ağır basan çözümleri ortaya koymaktadır. Bunlara örnek olarak İstanbul'da D-100 ve E-80 karayolları verilebilir. D-100 karayolu güzergahı incelendiğinde, bunun çevresinde sosyal yönden dengesiz bir yapı olduğu görülmektedir. E-80 karayolu güzergahı incelendiğindeyse, bunun çevresinde çevresel yönden önemli bir tahribata yol açtığı görülmektedir. Bu çalışma yeni bir karayolu

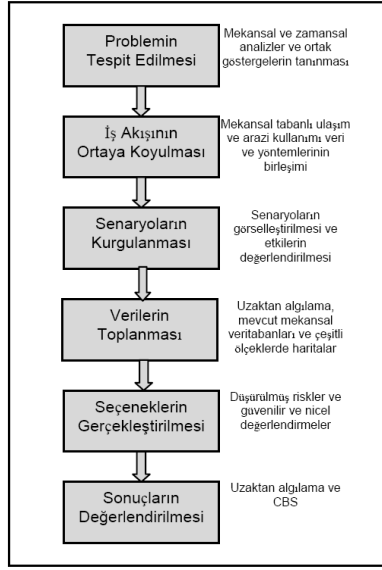
planlanırken, bu tür olumsuzluklara yer verilmemesi ve daha duyarlı bir anlayış sergilenmesini sağlayacaktır.

Ulaştırma planları kent planlarının ayrılmaz ve çok önemli bir ögesidir ve kent planları ile birlikte geliştirilmelidir. Gelecekte ulaşım sistemi üzerinde ortaya çıkması beklenen ulaşım talepleri öncelikle, gelecek için öngörülen arazi kullanım kararlarına göre oluşacak kent yapısına bağlıdır. Öte yandan yeni bir ulaşım projesi ile belirli bölgelere ulaşılabilirliğin sağlanması, orta ve uzun dönemde o bölgelerin arazi kullanım yapısını da etkilemektedir. (Ulaşım Daire Başkanlığı, 2002) Bu çalışmada ulaşım planlamasının mekansal bilgi teknolojileri yardımıyla gerçekleştirilmesi için bir yöntem ortaya koyulmaktadır. Buna göre ulaşım güzergahının tasarlanması gerçekleştirilmektedir. Ulaşım güzergahının tasarlanmasında karayolunun yapısı, bölgenin durumu ve ilişkili konuların değerlendirilmesiyle daha uygun bir hattın geçirilmesi sağlanabilir. Bunun için sürdürülebilir ulaşımın göstergeleri olan bölgenin sosyal, çevresel ve ekonomik özellikleri ayrıntılı şekilde incelenmelidir.

Çalışma kapsamında ulaşım planlamasının mekansal bilgi teknolojileri yardımıyla gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır. Buna göre ulaşım güzergahının planlanması sahip olduğu bileşenlere bağlı olarak çok yönlü ele alınmaktadır. Bunun yanı sıra güzergahın planlanmasında bölgenin sosyal, çevresel ve ekonomik özelliklerine göre farklı seçenekler oluşturulmaktadır. Bu kapsamda sürdürülebilir ulaşım başlığı altında ulaşım planlamasının çok ölçütlü olarak ele alınması için gereken adımlar ortaya koyulmaktadır. Buna göre ulaşım güzergahının tasarlanmasında karar vericiler için mekansal bilgiye dayanan bir yöntem oluşturulmuştur. Bu yöntemde göre ulaşım güzergahının planlanmasında yalnız karayolunun yapısı değil, aynı zamanda bölgenin durumu da değerlendirilmelidir. Bunun için kentin mevcut durumu belirlenmeli ve bölgenin sosyal, çevresel ve ekonomik özelliklerinin dikkate alındığı bir güzergah geçirilmelidir. Çalışmada planlanan ulaşım güzergahının bu özelliklere bağlı olarak geçirilmesi için, bunların birarada değerlendirildiği çok ölçütlü karar verme (ÇÖKV) yöntemi kullanılmaktadır. Çalışmanın amacı ulaşım planlamasında karar vericilerin bütün ölçütleri birarada değerlendirecekleri analitik bir yöntem oluşturmak ve eğilimlerin sonuçlara daha fazla yansıtılmasını sağlamaktır.

2. Yöntem

Sürdürülebilir ulaşımda kullanıcılar gelecektekiler de dahil olmak üzere tüm sosyal ve dışsal maliyetleri öderler. Bu dışsal maliyetler kazalar, hava kirliliği, tıkanıklık, gürültü, doğal yaşama olan zarar, karbondioksit miktarındaki artış ve yakıt ithalatını kapsamaktadır. (Verbas, 2008) Ulaşım güzergahının tasarlanması sürecinde, bunun kentsel alanlarda sebep olacağı etkilerin belirlenebilmesi sürdürülebilirlik açısından önemlidir. Bölgenin sosyal, çevresel ve ekonomik yönden değişmesi bütünüyle ele alınarak, konuya daha geniş yaklaşım sağlanmalıdır. Sözü edilen etkilerin sahip olduğu önemi oranında değerlendirilmesi gerekir. Bundan dolayı etkilerin 'ölçüt' olarak alındığı çok ölçütlü karar verme yönteminden yararlanır. Çalışma kapsamında ortaya koyulan yöntemin işlem adımları aşağıdaki şekilde anlatılmaktadır. (Şekil 1)



Şekil 1. Akış Şeması (Toraman, 2009)

2.1. Çok Ölçütlü Karar Analizi

Mekansal problemler uygun seçenekler ve çok yönlü ölçütler içerdiği için pek çok mekansal kararda coğrafi bilgi sistemi (CBS) temelli ÇÖKA'ya ihtiyaç duyulur. CBS tekniklerinin karar verme problemlerini analiz etmede önemli bir rolü vardır. Çok ölçütlü karar analizi (ÇÖKA) ise karar verme problemlerini yapılandırma, tasarlama, değerlendirme ve karar seçeneklerini ayrıştırmada zengin teknikler sağlar. Diğer taraftan CBS-ÇÖKA karar vermede bilgi toplamak için coğrafi veriler ve değer ölçütlerini bir araya getiren süreç olarak görülebilir. (Malczewski, 2006) Çalışma sürecinde analiz yönteminin oluşturulması için ÇÖKV teknikleri arasından uygun olanı seçilir. Buna göre karar verme tekniklerinden daha çok kullanılan çok öznitelikli karar verme yöntemi ele alınmıştır. Bu yöntemin en çok bilinen tipleri basit toplamsal ağırlık (BTA) yöntemi ve analitik hiyerarşi süreci şeklindedir. (Malczewski, 1999) Mekansal ÇÖKA yöntemlerinden sıkça kullanılan BTA yöntemi, ağırlıklı doğrusal birleşme yöntemi olarak da geçer ve ağırlıklı ortalama düşüncesine dayanır. Buna göre karar verici doğrudan, her özniteliğe 'görelî önemi'nin ağırlıklarını tayin eder. Her özniteliğe tayin edilen önem ağırlığı ile özniteliğe seçenek için verilen değer çarpılır, bütün özniteliklerden çıkan değerler toplanarak, her seçenek için bir toplam puan elde edilir ve en yüksek toplam puana sahip seçenek seçilir.

$$A_i = \sum_j w_j x_{ij}$$

A_i seçenek,

w_j normalleştirilmiş ağırlık,

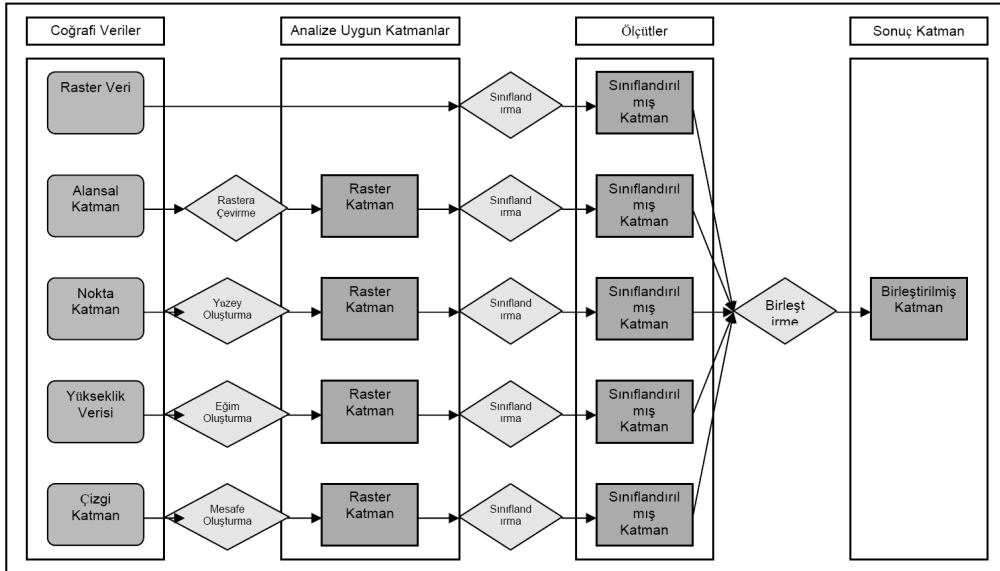
x_{ij} j. özniteliğe göre i. seçeneğin puanı.

Mekansal ÇÖKA yönteminin işlem adımlarının başında analizin ölçütlerini gösteren coğrafi veriler edinilir. Farklı formlarda olan veriler analizde kullanılan raster katmana çevirilir. Buna göre vektör veriler özelliğine bağlı olarak raster katmana dönüştürülür. Ardından herbir ölçütü gösteren katmanın özniteliğine bağlı olarak uygunluğu belirlenir. Buna göre katmanlar sınıflandırılarak özniteliği yerine uygunluk değeri atanır. Bundan sonra uygulamanın yaklaşımına bağlı olarak, ölçütlerin önemine göre ağırlığı belirlenir. Buna göre ölçütler ağırlıkları oranında birleştirilir. Bu esnada herbir ölçüt için atanan uygunluk değeri ile yaklaşıma göre belirlenen ağırlık çarpılarak,

sonuçlar üstüste çakıştırılıp ağırlıklı ölçüt haritası çıkarılır. (Şekil 2) BTA yöntemi çakıştırma yeteneğine sahip herhangi bir CBS programı kullanılarak uygulanabilir. Çakıştırma işlemi, değerlendirme ölçüt haritaları kullanılarak birleşik harita katmanlarının oluşturulmasına olanak sağlar. (Malczewski, 1999)

2.2. Analiz Yöntemi

Çalışma kapsamında ÇÖKA'nın gerçekleştirilmesi için, analizin ölçütlerini ifade eden coğrafi verilere ihtiyaç duyulur. Buna göre bölgenin yerleşim ve arazi modeli gibi çeşitli katmanları edinilir. Bu katmanlar farklı kullanım alanlarına ve mekansal özelliklere sahiptir. Ayrıca çeşitli dönemlerde elde edilen uydu görüntüleri kullanılarak, ulaşım altyapıları ve bunların çevreye etkilerinin gelişmesi kolayca izlenebilir. Analiz yönteminin işlem adımları doğrultusunda öncelikle analiz yönteminin ölçütlerine göre edinilen coğrafi veriler, bulunduğu formdan analize uygun katman şekline çevirilir. Bu ölçütlerin özelliğine bağlı olarak uygunluğu belirlenerek, ilgili katmanlar sabit değerler arasında sınıflandırılır. Uygulamanın yaklaşımına göre ölçütlerin önemi belirlenerek, ilgili katmanlar ağırlıkları oranında birleştirilir. Bütün ölçütlerden bir parça içeren seyahat katmanı, öngörülen yaklaşıma uygun alanları gösterir.



Şekil 2. Analizin Akış Şeması

3. Uygulama

Çalışma kapsamında ulaşım güzergahının planlanması amacıyla, konunun birçok yönüyle ele alındığı ve güzergah seçeneklerinin oluşturulduğu bir yöntem ortaya koyulmuştur. Buna bağlı olarak İstanbul'da yeni bir çevreyolunun geçirileceği güzergah belirlenmiştir.

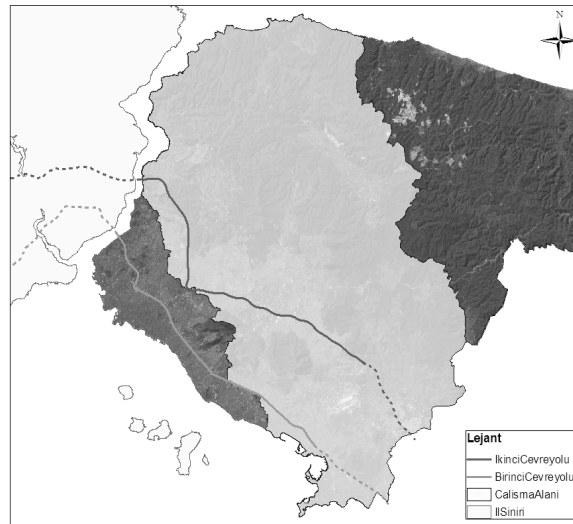
3.1. Çalışma Alanı

İstanbul kentinin ulaşım ağının büyük kısmını karayolu ulaşımı oluşturur. Ayrıca iki yaka arasında karayolu ulaşımı büyük oranda boğaz köprülerine dayalıdır. Her ne kadar birinci köprü kentiçi ulaşımına, ikinci köprü ulusal ulaşım ağına ayrılmış olsada, kentin yoğun trafiği bunların

kapasitesini aşmış durumdadır. Bu yüzden planlanan üçüncü köprü'nün ulusal ulaşımın yükünü kentin trafiğinden alması beklenmektedir. Buna göre karar vericiler tarafından üçüncü köprü'nün bağlanacağı çevreyolunun kentsel alanların uzağında kentin kuzeyinde yapılması öngörülmektedir. Diğer taraftan çevreyolunun ormanlardan geçmesi de, sivil inisiyatif tarafından doğal çevreyi tahrip etmesi açısından kabul görmemektedir. Alınan önlemlere rağmen üçüncü çevreyolunun çevresinde zamanla yerleşim alanlarının oluşması kaçınılmaz görünmektedir. Buda çevreyolunun kentin trafiğine katılmasını ve kentçi ulaşımının eski haline dönmesini sağlayacaktır.

Çalışma sürecinde önemli rol oynayan çalışma alanını kentsel alanların yanında kırsal alanlar içeren İstanbul kentinin Anadolu Yakası oluşturur. Çalışmada üzerinde durulan Anadolu Yakası kentin yaklaşık %35'ini kaplamaktadır. Kentin nüfusu ise 2000 yılındaki sayıma göre 10.019.000 olarak belirlenmiştir. Aynı dönemde kentteki araç sayısı ise 2.166.000 olarak belirlenmiştir. (İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2008) İstanbul'da arazi kullanımının 1945-2000 yılları arasında değişmesine göre, Avrupa yakasında konut alanları 5,7 katına çıkarken Asya yakasında 9,5 katına çıkmıştır. Ulaştırma altyapısı uzunluğu Avrupa'da 1,8 katına çıkarken Asya'da 2,9 katına çıkmıştır. (Kemper ve diğ., 2002)

İstanbul'da ulaşım ağının mevcut durumu araç kapasitesini karşılamamaktadır. Buna bağlı olarak merkezi yönetim, sorunların giderilmesi için üçüncü köprü'nün yapılmasına karar vermiştir. Ardından KGM tarafından üçüncü köprü geçişi için çeşitli seçenekler oluşturulmuştur. Bu çalışmada kentin kuzeyinden geçen seçenek üzerinde durulmuş, çalışma alanı bunun bağlandığı bölgeye göre belirlenmiştir. Buna göre üçüncü köprü'nün Anadolu Yakasında bağlanacağı öngörülen çevreyolunun planlanması üzerinde durulmuştur. Ancak beraberinde birçok tartışmayı getiren bu güzergah, yalnız yönleme konu olan açılardan ele alınmış ve değerlendirilmiştir. Bu kapsamda belirlenen çalışma alanı, Anadolu Yakasının güneyinde yer alan kentsel alanlar ve kuzeyinde yer alan orman alanları çıkarılarak elde edilen bölgedir. Çalışma alanı sekiz ilçe sınırına girmekte ve pekçok mahalle ve köy sınırını içermektedir. Ayrıca çalışma alanında bölgenin iki büyük karayolu olan D-100 adlı birinci çevreyolu ve E-80 adlı ikinci çevreyolu yer almaktadır. Bunun yanısıra çalışma alanının yüzölçümü 93.770 ha'dır. Anadolu Yakası boyunca uzanan alanın batısında İstanbul Boğazı, doğusunda ise Kocaeli kenti yer almaktadır. (Şekil 3)



Şekil 3. Çalışma Alanı

3.2. Güzergah Seçenekleri

Çalışma sürecinde ortaya koyulan yöntemle göre güzergah seçeneklerinin belirlenmesi için öngörülen yaklaşımlar, ilgili seçeneğin bu yönde oluşturulmasını sağlamaktadır. Bu noktada her bir kriter aynı amaca sahip ölçütlerle birlikte gruplanarak, benzer özellikleri bulunan katmanların birbirinden ayrılması sağlanır. Çalışmada planlanan üçüncü çevreyolu için belirlenen seçenekler ulaşım ağıyla uyumlu, yapım maliyeti düşük, çevreye zararı az olan ve eşit ağırlıklı güzergahlar olarak sıralanmıştır. Görüldüğü gibi belirlenen seçenekler üçüncü çevreyolu güzergahının ulaşım yeteneği, ekonomik ve çevreyi koruyan özelliklere sahip olmasını sağlamaktadır.

3.2.1. Ulaşım Ölçütleri

Ulaşım güzergahının planlanmasıyla ilişkili konulara göre ulaşım güzergahının çevresine etkileri beş başlıkta incelenir. Bunlar ulaşımın sosyal etkisi, çevresel etkisi, ekonomik etkisi, topografya etkisi ve ulaşım yeteneği etkisi şeklinde sıralanır. Ulaşımın sosyal etkisi arazi örtüsü, nüfus sayısı ve yerleşim niteliği gibi kentsel alanların niteliğine yönelik etkenlerdir. Ulaşımın çevresel etkisi hava kirliliği, jeolojik yapı ve risk analizi gibi çevrenin doğal yapısına yönelik etkenlerdir. Ulaşımın ekonomik etkisi arazi değeri ve elektrik tüketimine yakınlık gibi yapım maliyetine yönelik etkenlerdir. Ulaşımın topografya etkisi güzergahın araziye uygunluğu ve güzergahın hava koşullarına dayanıklılığı gibi inşaat işlerine yönelik etkenlerdir. Ulaşım yeteneği etkisi güzergahın yerleşim ve yol alanına yakınlığı gibi ulaşım ağına yönelik bir etkidir. Bu çalışmada ulaşım güzergahının çevresine etkileri ölçüt gruplarını oluşturur. Bunların gruplanmasının sebebi karar vericilerin ölçütleri gruplar halinde daha kolay ağırlıklandırabilmesidir. Aksi halde fazla sayıda ölçütün bir defada değerlendirilmesi, bazı detayların gözden kaçmasına sebep olmaktadır. (Belka, 2005) Çalışmada kullanılan etkilerin analizde değerlendirilmesi ölçütler yardımıyla yapılmaktadır.

3.2.2. Çalışma Verileri

Coğrafi verilerin çalışmanın yöntemine uygun şekilde saklanması gerekir. Çalışmada kullanılan verilerin özelliklerine bağlı olarak veritabanı oluşturulmuştur. Buna göre düzenlenen veritabanında yerleşim, kentsel kullanım, planlama, coğrafya ve yer bilimlerine ait veriler, bağımsız katmanlar ve yardımcı tablolar bulunur. Çalışma kapsamında gerek duyulan coğrafi veriler 2005 yılına aittir ve Anadolu Yakasını göstermektedir. Çalışma verilerinin edinildiği haritalar farklı koordinat sistemlerine sahiptir. Sözü edilen veriler aynı koordinat sistemine dönüştürülmüş, İstanbul kentine ait European Datum 1950 datumu, Universal Transformat Mercator projeksiyonu Zone 35 diliminde toplanmıştır. (Tablo 1) Ayrıca kullanılan verilerin bazılarında analizi olumsuz etkileyecek hatalar görülmüştür.

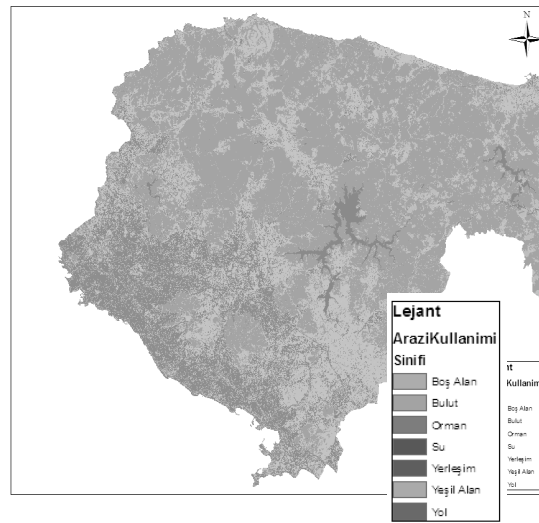
Tablo 1. Verilerin Özellikleri

Verilerin Özellikleri			
Adı	Tipi	Öznitelikleri	Ölçeği
Mahalle sınırı	Alan	Adı	1:1000
Köy sınırı	Alan	Adı	1:1000
Yapı adası	Alan	Adı, tipi	1:1000
Yapı	Alan	Adı, numarası, tipi, kullanımı	1:1000
Elektrik hattı	Çizgi	Numarası, kullanımı	1:1000
Karayolu	Çizgi	Adı, tipi	1:1000
Yerleşim niteliği	Alan	Tipi	1:5000
Yükseklik modeli	Raster	Değeri	1:5000
Jeolojik yapı	Alan	Adı, tipi, açıklaması, yaşı	1:5000
Hava kirliliği	Nokta	Açıklaması, değeri	1:25000
Arazi örtüsü	Raster	Sınıfı	1:100000
Risk analizi	Raster	Değeri	1:100000
Nüfus bilgisi	Tablo	Açıklaması, nüfusu	

3.3. Ulaşım Güzergahları

Uygulamada öncelikle analiz yönteminin ölçütlerine göre edinilen coğrafi veriler, bulunduğu biçimden analize uygun katman şekline çevirilir. Bu ölçütlerin özelliğine bağlı olarak uygunluğu belirlenerek, ilgili katmanlar sabit değerler arasında sınıflandırılır. Çalışmanın yaklaşımına göre ölçütlerin önemi belirlenerek, ilgili katmanlar ağırlıkları oranında birleştirilir. Bütün ölçütlerden bir parça içeren seyahat katmanı, öngörülen yaklaşıma uygun alanları gösterir. Ardından ulaşım güzergahının başladığı ve bittiği yerler seçilerek, oluşturulan katmanlar yardımıyla uygun hat geçirilir.

Bu çalışmada ArcGIS'deki farklı analiz araçları kullanılarak, mekansal planlama problemiyle ilgili bilgiler üretilmektedir. (Demsar ve Ahmed, 2003) Çalışmada belirlenen ölçütleri gösteren coğrafi veriler analize uygun katman olan raster şekline çevirilir. Arazi örtüsü ölçütünü gösteren arazi örtüsü katmanı düzenlenmiş ve buna göre arazi sınıfları oluşturulmuştur. Arazi örtüsü sınıfları boş alan, orman, su ve yerleşim gibi yeryüzünde bulunan bölgeleri temsil etmektedir. Diğer ölçütleri gösteren katmanlar da benzer şekilde düzenlenmiştir. (Şekil 4)



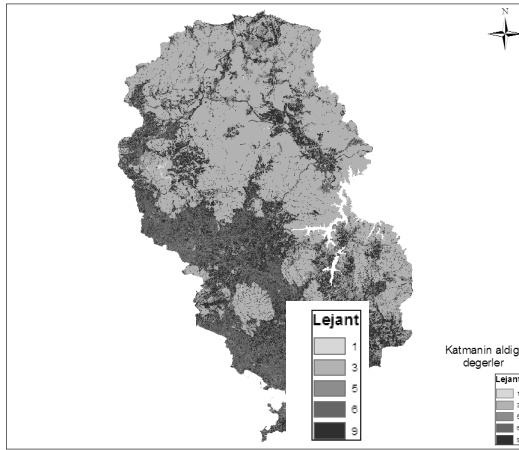
Şekil 4. Arazi Örtüsü Katmanı

3.3.1. Ulaşımın Etkileri

Çalışmada yöntem bölümünde anlatıldığı gibi öncelikle kullanılan katmanların özelliğine bağlı olarak uygunluğu belirlenir. Bunlar sabit değerler arasında sınıflandırılarak çalışma alanına göre kesilir. Arazi örtüsü katmanı sınıflandırılarak, arazi örtüsü sınıfları yerine uygunluk değerleri atanır ve buna göre arazi ölçütü hazırlanır. Arazi örtüsü sınıflarından boş alan gibi üstünden yol geçmesine elverişli olanlara yüksek puan, orman gibi kamusal açıdan elverişsiz olanlara düşük puan verilmiştir. Diğer katmanlar da sınıflandırılarak, içeriğindeki değerler yerine uygunluk değerleri atanır. Bunların özellikleri güzergahın geçirilmesinde teknik, idari ve sosyal açılardan değerlendirilmiş ve gerekli puanları almıştır. Ancak her bir katmanın aldığı değerlere bu sınırlı metinde yer verilmemiştir. Bütün katmanlar benzer şekilde 1 ile 9 arasında sınıflandırılır. (Tablo 2, Şekil 5) Çalışmada kullanılan ölçütlere bağlı olarak analize katılması uygun görülmeyen alanlar bulunmaktadır. Bunlar ilgili ölçütlerde kısıtlanarak uygunluk değeri almaması sağlanır. Sözü edilen katman ve ölçütler Toraman (2009) tarafından yapılan çalışmada ayrıntılı şekilde anlatılmıştır. Kullanılan katmanların sınıflandırılmasında her bir katman özneliğine göre, mensup olduğu ölçüt grubuna bağlı olarak değerlendirilir. Birbirinden ayrılması gereken alanları temsil eden öznelik değerleri, mümkün olduğunca farklı değerler alır. (Belka, 2005)

Tablo 2. Arazi Örtüsü Ölçütü

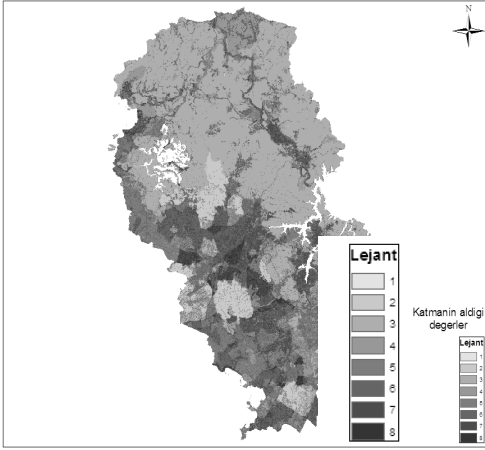
Katmanın aldığı değerler	
Sınıflar	Değerler
Su	1
Orman	3
Yol	6
Boş Alan	9
Yeşil Alan	5
Yerleşim	6



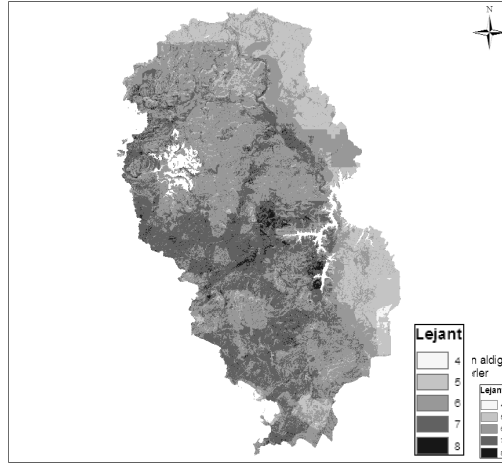
Şekil 5. Arazi Örtüsü Ölçütü

Uygulamanın devamında kullanılan ölçütlerin önemi belirlenerek, ilgili katmanlar ağırlıkları oranında birleştirilir. Sosyal etkinin içerdiği ölçütler aynı ağırlığa sahip olarak arazi örtüsü katmanı 0,34, nüfus sayısı katmanı 0,33 ve yerleşim niteliği katmanı 0,33 oranında birleştirilir ve buna göre sosyal ölçüt hazırlanır. (Şekil 6) Diğer etkilerin içerdiği ölçütler de aynı ağırlığa sahip olarak birleştirilmiştir. Söz konusu etkileri gösteren katmanlar yeniden ağırlıkları oranında birleştirilir. Daha önce belirtilen farklı yaklaşımların ortaya koyulması için ulaşımın etkileri her bir seçeneğe

göre ayrı hazırlanmaktadır. Eşit ağırlıklı seçeneğin oluşturulması için ulaşımın etkileri aynı ağırlığa sahip olarak gerekli oranlarda birleştirilir. (Şekil 7) Seçeneklerin ağırlıklandırılması Toraman (2009) tarafından yapıldığı şekilde düzenlenmiştir. Tabloda görüldüğü gibi ölçütler ağırlığına bağlı olarak, önce ölçüt grubu içinde sonra gruplar arasında birleştirilir. Dolayısıyla ölçütlerin tekil ağırlığı, kendi ağırlığı ve bulunduğu grubun ağırlığına bağlıdır. (Tablo 3)



Şekil 6. Sosyal Etki



Şekil 7. Seyahat Katmanı

3.3.2. Yeni Güzergahlar

Uygulamada bütün ölçütleri belirli oranda içeren seyahat katmanı, herbir seçenek için ayrı hazırlanmıştır. Buna bağlı olarak güzergahın belirlenmesi için uygun alanları gösteren seyahat katmanı üzerinde güzergahın başladığı ve bittiği yerler seçilir. Ulaşım güzergahının başladığı yer çalışma alanının üst kısmında Anadolu Kavağı çevresi ve bittiği yer alt kısmında Kurtköy bağlantı yolu olarak seçilir. Bunun yanında oluşturulan katmanlar yardımıyla bütün yaklaşımlar için uygun hatlar geçirilir. Bunlar **birinci seçenek** ulaşım ağıyla uyumlu güzergah, **ikinci seçenek** yapım maliyeti düşük güzergah, **üçüncü seçenek** çevreye zararı az olan güzergah ve **dördüncü seçenek** eşit ağırlıklı güzergah olmak üzere sunulmuştur. (Şekil 8) Bunlar arasında karar vericiler bütün ölçütleri aynı oranda ağırlıklandırdığı için gerçek hayatta karşılaşma ihtimali yüksek olan dördüncü seçenek üzerinde durulmuştur. Uygulamada güzergah seçeneklerinin geçirilmesinin ardından bunların karşılaştırılmasına geçilmiştir. Bu kapsamda seçeneklerin uzunlukları ortaya koyulmuştur. Bunlarda görüldüğü gibi bütün seçenekler 40km civarındayken, en kısa güzergah yapım maliyeti düşük seçenek çıkmıştır.

4. Sonuçlar

Kentlerin gelişmesinde önemli rol oynayan ulaşım ağının planlanması çok yönlü bir sürece sahiptir. Çalışma kapsamında ulaşım planlamasının sahip olduğu disiplinleri ifade eden bilgiler değerlendirilir. Söz konusu disiplinleri gösteren veriler farklı kaynaklardan elde edilmesine rağmen, mekansal özellikleri sayesinde bütünleştirilmiş ve analize uygun hale getirilmiştir. Çalışmada ulaşım planlaması konusuna mekansal bilgi teknolojileri yardımıyla çözümler sunulmuştur. Bu süreçte ortaya koyulan ulaşım planlamasına yönelik analiz yöntemi, üçüncü çevreyolunun tasarlanması amacıyla kullanılmıştır. Bu yöntem sayesinde karar vericiler ulaşım güzergahının tasarlanmasında konunun sosyal, çevresel ve ekonomik boyutlarını kararlarına yansıtılabilmektedir.

Kısaca ulaşım planlamasının boyutlarının biraraya getirilmesi ile analizin ölçütleri birleştirilmekte ve ilgili coğrafi veriler ortak yapıda buluşturulmaktadır. Buna göre analizde ulaşım planlamasının boyutlarının biraraya getirilmesi, karar vericilerin ölçütlerin birleştirilmesiyle ilgili görüşlerine bağlıdır.

Çalışma kapsamında ortaya koyulan yöntemin kullanılmasıyla, ulaşım güzergahının tasarlanması gerçekleştirilmektedir. Çalışmada kullanılan analiz yöntemi sayesinde karşıt görüşlerin yaklaşımları konuya eklenmektedir. Böylece çok yönlü ve doğrusal olmayan ulaşım kararlarının alınmasında, farklı yaklaşımların ortaya koyulmasını destekleyen bir yöntem oluşturulmuştur. Ulaşım güzergahının tasarlanmasında eksik görülen adımların düzenlenmesi ve yenilerinin eklenmesi için, yöntemin çeşitli çalışmalarda kullanılması gerekmektedir. Bu çalışmada üçüncü çevreyolunun tasarlanmasında, bunun yalnız Anadolu Yakasında yer alan kısmı ele alınmıştır. Bunun yanısıra çalışmada alınan sonuçların güvenilirliği, kullanılan verilerin doğruluğuna bağlıdır. Bunun için ilerideki çalışmalarda verilerin toplanması süreci daha ayrıntılı ele alınmalıdır. Diğer taraftan çalışmada kullanılan ölçütlerin önemi, konuyla ilgili disiplinden kişiler tarafından belirlenmelidir. Bunun için konuyla ilgili karar vericilerin katıldığı anket veya çalıştay yapılarak, ölçütlerin önemiyle ilgili daha güvenilir bilgiler edinilebilir.

Tablo 3. Ölçütlerin Birleştirilmesi

Ölçütlerin Birleştirilmesi										
Etkiler	Ağırlıklar (Seçeneklere göre)				Ölçütler	Ağırlıklar	Tekil Ağırlıklar (Seçeneklere göre)			
	I	II	III	IV			I	II	III	IV
Sosyal etki	0,18	0,18	0,18	0,27	Arazi örtüsü ölçütü	0,34	0,06	0,06	0,06	0,09
					Nüfus sayısı ölçütü	0,33	0,06	0,06	0,06	0,09
					Yerleşim niteliği ölçütü	0,33	0,06	0,06	0,06	0,09
Çevresel etki	0,18	0,18	0,51	0,27	Hava kirliliği ölçütü	0,34	0,06	0,06	0,17	0,09
					Jeolojik yapı ölçütü	0,33	0,06	0,06	0,17	0,09
					Risk analizi ölçütü	0,33	0,06	0,06	0,17	0,09
Ekonomik etki	0,12	0,45	0,12	0,18	Arazi değeri ölçütü	0,50	0,06	0,23	0,06	0,09
					Elektrik tüketimine yakınlık ölçütü	0,50	0,06	0,22	0,06	0,09
Topografya etkisi	0,12	0,12	0,12	0,18	Güzerghahın araziye uygunluğu ölçütü	0,50	0,06	0,06	0,06	0,09
					Güzerghahın hava koşullarına dayanıklılığı ölçütü	0,50	0,06	0,06	0,06	0,09
Ulaşım yeteneği etkisi	0,40	0,07	0,07	0,10	Güzerghahın yerleşim ve yol alanına yakınlığı ölçütü	1,00	0,40	0,07	0,07	0,10
Toplam	1,00	1,00	1,00	1,00		Toplam	1,00	1,00	1,00	1,00

Kaynaklar

1. Belka, K.M. (2005) Multicriteria Analysis and GIS Application in the Selection of Sustainable Motorway Corridor, Master's Thesis, Linkopings Universitet, Institutionen for Datavetenskap, Linkoping, Sweden.
2. Demirel, H., Çetin. M. and Musaoğlu, N. (2007) Impacts Assessment of Newly Constructed Highways via Spatial Information Sciences, International Conference on Environment: Survival & Sustainability, Nicosia, Northern Cyprus, February 2007.
3. Demsar, U. and Ahmed, K.I. (2003) Spatial Planning with GIS, Lecture Note, KTH Royal Institute of Technology, Department of Urban Planning and Environment, Stockholm, Sweden.
4. İstanbul Büyükşehir Belediyesi, (2008) Ulaşım İstatistikleri, www.ibb.gov.tr/tr/bilgihizmetleri/istatistikler/pages/ulasimanasayfa.
5. Kemper, G., Altan, O. and Çelikoyan, M. (2002) Monitoring Land Use Dynamics for the City of İstanbul, Joint Research Centre, European Commission.
6. Malczewski, J. (1999) GIS and Multicriteria Decision Analysis, John Wiley & Sons, Inc., New York, USA.
7. Malczewski, J. (2006) GIS Based Multicriteria Decision Analysis: A Survey of the Literature, International Journal of Geographical Information Science, 20, 703-726.
8. Sharifi, M.A., Boerboom, L., Shamsudin, K.B. and Veeramuthu, L. (2006) Spatial Multiple Criteria Decision Analysis in Integrated Planning for Public Transport and Land Use Development, ISPRS Technical Commission Symposium, Vienna, Austria, July 2006.
9. Toraman, D. (2009) Mekansal Çok Ölçütlü Karar Analizi: Ulaştırma için Güzergah Seçenekleri, Yüksek lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
10. Ulaşım Daire Başkanlığı (2002) İstanbul 1.Kentiçi Ulaşım Şurası, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İstanbul.
11. Ulaştırma ve Ulaşım Araçları Merkezi (2005) Ulaştırma Ana Planı Stratejisi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
12. Verbas, İ.Ö. (2008) İstanbul'da Ulaştırma Sisteminin Sürdürülebilirliğinin Değerlendirilmesi, Yüksek lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kent İçi Ulaşım Planlamasının Siyasallaşması Sorunu: Konya Kentinin Son 10 Yılına Damga Vuran Katlı Kavşaklar ve Yaya Üst Geçitleri

Yrd. Doç. Dr. Mehmet Çağlar MEŞHUR

Selçuk Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü
Tel: 0(332) 223 2172
mcmeshur@yahoo.com

Doç. Dr. Osman Nuri ÇELİK

Selçuk Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
Tel: 0(332) 223 2017
oncelik@selcuk.edu.tr

Öz

Bugün kentlerimizin –özellikle de büyükşehirlerin- yaşadığı belki de en ciddi sorun, kentlerin geleceğine yön verecek yatırımların belirlenmesi sürecinde yaşanan çarpıklıktır. Bu çarpıklık, kentlerin yaşadığı sorunların çözümüne yönelik kararların alınması aşamasında ortaya çıkan bir “öncelik değişimi” olarak da tanımlanabilir. Ancak, son yıllarda, kent planlaması ve kent planlama sürecinin en önemli parçalarından biri olan kent içi ulaşımın örgütlenmesine ilişkin tartışmalarda daha çok ürünlere/çıktılara odaklanan bir yöntem izlenmesi çarpıklığın gerçek nedenlerinin ortaya konması açısından yanıltıcı olmaktadır. Özellikle son 10 yıldır kent içi ulaşım planlamasının en önemli gündem maddelerinden biri haline getirilen katlı kavşaklar ve yaya üst geçitleri, ürünlere/çıktılara odaklanan ve buna bağlı olarak sorunun gerçek nedenlerini bulma adına tartışmanın doğru bir zemine oturtulmadığı konuların başında gelmektedir. Bugün, köprülülük kavşak uygulamalarının bireysel taşıt kullanımını özendirmesinin yanı sıra taşıtların hızlı ve kesintisiz hareketine fırsat vermesi açısından ciddi bir trafik güvenliği sorunu ortaya çıkardığı; yine bu süreçte ortaya çıkan yaya güvenliği sorununu çözmeyi hedefleyen yaya üst geçitlerinin, bir bakıma günah çıkarma anlamı taşıdığı herkesçe bilinmektedir. Dolayısıyla, burada tartışılması gereken temel konu, katlı kavşak ve yaya üst geçidi uygulamalarının ne tür sonuçlar ortaya çıkardığından çok, bu tür yatırım kararlarının neden alındığıdır.

Bu çerçevede, çalışmanın saha araştırmasının yapıldığı ve Ülkemizde ilk kent içi raylı sistem uygulamasının gerçekleştirildiği yerleşmelerden biri olan Konya, kent içi ulaşım planlamasında yaşanan “öncelik değişimini” derinden yaşayan kentlerden biridir. Bu sorundan hareketle yapılan çalışma kapsamında, son 10 yıl içerisinde yapılan katlı kavşak ve yaya üst geçitlerine ilişkin veriler ortaya konmuştur. Çalışma ile elde edilen bulgular, ulaşım planlamasının, uzun dönemli politikalar yerine, çabuk uygulanan ve kolay pazarlanabilen projeler üzerine kurgulandığını göstermenin yanı sıra, Konya kentinin uzun yıllardan beri biriktirdiği kurumsal-teknik bilgi birikiminin ve planlama deneyimlerinin neredeyse tamamen dışlandığını ortaya koyma adına da ilgi çekicidir.

Anahtar sözcükler: Kentiçi Ulaşım, Katlı Kavşak, Yaya Üst Geçidi, Konya.

Giriş

Kentler ekonomik, kültürel, sosyal ve idari faaliyetlerin yoğunlaştığı yaşam alanlarıdır. Bu faaliyetlerin gerçekleşebilmesi, öncelikli olarak kentteki insanların, ayrıca, üretilen mal ve hizmetlerin yer değiştirebilme ve hareket edebilme düzeyine bağlıdır. Bu anlamda, ulaşımın kent yaşamında önemli bir yeri ve işlevi vardır. (Benk, 2007). Kentsel ulaşım, kentsel yerleşmelerin doğuşuyla ortaya çıkmış ve önemini sürekli olarak korumuş bir kavramdır (DPT, 1991). Kentsel ulaşım açısından zaman içerisinde değişen tek şey, biçiminin ve niteliğinin farklılaşmaya uğramasıdır.

Başlangıçta kentlerin ölçeği ve yayıldıkları alanın büyüklüğü açısından belirleyici temel unsur “yürümeye” iken, özellikle 17.yüzyılın sonlarından itibaren konut ve işyerinin birbirinden ayrılması toplu taşımaya yönelik farklı ulaşım araçlarının ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır. Endüstri devrimiyle de hız kazanan ve işyeri-konut arasındaki ulaşım taleplerinin arttığı bu dönemde, omnibüslerle başlayan, atlı tramvay ve buharlı trenlerle devam eden bir gelişme gözlenmiştir. Teknolojik gelişmelere bağlı olarak elektriğin toplu taşıma araçlarında kullanımına olanak sağlayan yeniliklerin de ortaya çıktığı bu süreçte, kentin fiziksel yapısı ve ulaşım sistemi üzerinde en köklü etkiyi, 1900’lerin başından itibaren otomobil kullanımının kitleselleşmesi yaratmıştır (DPT, 1991). Otomobil kullanımına dayalı bireysel ulaşımın yaygınlaşması ile birlikte 1950’ler de dâhil olmak üzere, kentiçi ulaşım planlamasına taşıt trafiğine yönelik uygulamalar yön vermiştir. Ne var ki, 1960’lardan itibaren ortaya çıkan trafik sorunları, farklı toplu taşıma çözümlerinin tartışılmasını da beraberinde getirmiş, bireysel taşımacılığı temel kabul ederek kentiçi ulaşım çözümlerinin geliştirilmesini ve pahalılığına vurgu yapılmıştır (Acar, 1992). Bu süreçte, 1970’lerin önemli kırılma noktalarından biri olduğu kolaylıkla söylenebilir. Söz konusu dönemde yaşanan petrol krizinin de etkisiyle gelişen, kentsel kaynakların ve hizmetlerin kentliler arasında dengeli ve hakça dağıtılması kaygısı ile birlikte otomobile öncelik tanıyan yaklaşımlardan vazgeçilmiş; taşıtların değil, kişilerin ulaşımını amaçlayan bir anlayışla toplu taşımacılığı geliştirici ve özendirici politikalar üretilmiştir (DPT, 1991; Acar, 1992)

Otomobil Kullanımını Azaltmaya Yönelik Yaklaşımlar

Bugün, özellikle büyük kentlerdeki trafik yoğunluğunun artan otomobil sahipliğine bağlı olarak ortaya çıktığı herkesçe bilinmektedir. Ancak, ortaya çıkan trafik sorunundan daha önemlisi, sorunun çözümünün nerede arandığı ve önceliklerin neye göre belirlendiğidir. Konuya, benzer süreçleri yaşamış ülkelerin yaşadığı deneyimler açısından bakıldığında, trafik sorununun çözümüne yönelik en öncelikli müdahale biçiminin, toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesi ve bu doğrultuda özel araçların günlük ulaşım içerisindeki kullanılma oranının azaltılması yönünde olduğu görülmektedir.

Kentlerde ortaya çıkan trafik yoğunluğunun doğru yönetilebilmesine ilişkin güncel yaklaşımlar çerçevesinde, üzerinde en çok durulan kavramlardan biri ulaşım talep yönetimidir. Kentiçi ulaşım konusunun bir sistem anlayışı içerisinde ele alındığı yaklaşımlardan biri olan “ulaşım talep(trafik) yönetimi” çerçevesinde verimliliğin artırılması hedeflenmekte, ulaşım için alternatif türlerin, özellikle de toplu taşıma sistemlerinin ve işletmeciliğinin geliştirilmesi, yürümeye ve yaya alanlarının yaygınlaştırılması, özel otomobil kullanımının zorlaştıracak uygulamaların yanı sıra özel otomobil ile toplu taşıma bütünüleyici düzenlemelerin yapılması ve arazi kullanım kararları ile yolculuk taleplerinin yönetilmesi amaçlanmaktadır (Acar ve Gedizlioğlu, 1992; Şenbil ve Yetişkul, 2009).

Ulaşım taleplerinin doğru yönetilebilmesine ilişkin en temel gerekliliklerden biri, artan otomobil trafiğinin kentler üzerinde ortaya çıkardığı baskının azaltılmasına yönelik olarak, arazi kullanım planları ile ulaştırma arasındaki ilişkinin iyi kurgulanmasıdır. Bu planlama sürecinde yüksek ulaşım

taleplerinin karşılanabilmesi adına raylı toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesi gerekmekte, hepsinden önemlisi, kent-otomobil sarmalını çözme adına, artan otomobil sayısı karşısında daha fazla yol, daha fazla otopark, daha çok katlı kavşak, daha hızlı kent geçişleri yaparak kentleri otomobille- re uydurmanın değil, kullanımı olanaklı olduğu ölçüde kısıtlanarak, otomobillerin kentlere uydurulmasının yollarını aramak gerekmektedir (Gerçek, 2001).

Otomobil kullanımının günlük ulaşım içerisindeki payının azaltılmasının 1970'lerden itibaren bilimsel bir gerçeklik olarak kabul edildiği bu süreçte, Ülkemiz açısından vurgulanması gereken kritik noktalar vardır. Konunun ulusal bir gündem maddesi haline getirilmeye çalışılmasının en somut örneklerinden biri, IV.Beş Yıllık Kalkınma Planına (1979-1983) konan ve "kent içi taşıma" başlığı altında yer bulan ifadelerdir. Kalkınma planında, kent içi toplu taşıma projelerinin öncelikli olarak ele alınmasını ve özendirilmesini; özel otoların kentlerde yarattığı trafik ve otopark sorunlarının otomobil sahiplerinin katılacağı mali düzenlemelerle çözüme kavuşturulmasını; ayrıca, kent içi toplu taşımanın raylı sistemlere kaydırılmasını öngören yaklaşımlar, kentlerde ortaya çıkan ulaşım sorununa karşı yerinde ve zamanında tepki verildiğini açıkça ortaya koymaktadır (Keskin, 1992). Ülkemizde büyük oranda otomobiller üzerine kurgulanan ulaşım politikalarının sürdürülebilir hale getirilmesi adına, 2007 yılında yasalaşan 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve bu Kanunun 7.maddesine dayanılarak çıkartılan Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Arttırılmasına İlişkin Usul ve Esaslara Dair Yönetmeliğin de bu sürecin bir parçası olarak düşünülmesi mümkündür (Şenbil ve Yetişkul, 2009; Zorlu, 2009).

Noktasal Bir Çözüm Arayışı Olarak Katlı Kavşaklar ve Yaya Üst Geçitleri

Ulaşım kavramının ve bu sürecin planlanması ile ilgili yaklaşımların geçirdiği değişime karşın bugün birçok kentte sürecin katlı kavşaklar ve (aslında katlı kavşakların yapılmak zorunda bıraktığı) yaya üst geçitleri üzerine kurgulanması anlaşılması güç bir durumdur.

Aslında, noktasal çözüme odaklanan bu yaklaşımın, ulaşım ve trafik olgusunun milyonlarca insanı, binlerce aracı ilgilendiren ve kentteki ulaşımına dair her şeyin bir "sistem" olarak görülmemesinden kaynaklandığı kolaylıkla söylenebilir (Acar, 1996).

Katlı kavşaklar ve yaya üst geçitleri açısından asıl sorgulanması gereken ise yerel yönetimlerin bu yatırımları nasıl düşünce yapısı içerisinde gerçekleştirdiğidir. Gözle görülen ve algılanabilen ulaşım ve peyzaj projelerinin ön plana çıkması; planlanması ve gerçekleştirilmesi uzun süren proje ve yatırımların geri plana itilmesi ve bu anlamda kent planlamasına hakim olan yüzeysel teknokrat yaklaşımın varlığı vurgulanan anlayışa ilişkin en temel sorundur. Söz konusu sorun, tüm kenti ilgilendiren konuların parçacı ve günübirlik bir anlayış içerisinde ele alınmasına meşruiyet kazandıran bir durum ortaya çıkarması açısından da önemlidir (Şahin, 2003).

Son yıllarda ön plana çıkan katlı kavşak uygulamalarının, ulaşım sistem yönetimleri ya da raylı sistemler gibi önemli bir teknik bilgi birikimi ve uzmanlık gerektirmemesi, sadece yol projesinden anlayan inşaat şirketlerince gerçekleştirilebilmesi, bu yönüyle, kısa vadeli düşünen yerel yönetimlere politik riski olmayan bir malzeme oluşturması da yapılan yatırımların düşünce gerisini anlama adına önem taşımaktadır (Atak, 2005).

Konya'dan Yansıyanlar

Bu çalışma çerçevesinde Konya'nın vurgulanması gereken en dikkat çekici yönü, Türkiye'de planlama geleneği olan kentler arasında ifade edilmesi ve yine, Ülkemizde kentiçi raylı sistem uygulamasının ilk gerçekleştirildiği kentlerden biri olmasıdır. 1983 yılında hazırlanan Çevre Düzeni Planının bir öngörüsü olarak ortaya çıkan kuzey gelişme koridoru ile bütünleşen ve 1987 yılında fizibilite çalışmalarına başlanan raylı sistem hattının yapımı 1995 yılında tamamlanmıştır. Kent merkezi (Alaeddin Tepesi) ile kent makroformunun kuzey sınırındaki Selçuk Üniversitesi Kampusunu birbirine bağlayan hat (Bkz. Şekil 1), yatırım kararının alındığı ve yapımına başlandığı sırada birçok tartışmaya konu olmasına karşın, sonraki dönemlerde göreve gelen tüm yöneticilerce sahiplenilen bir yatırım olmuştur. 2010 yılı sonu verilerine göre anakent belediyesi sınırları içerisinde 1 milyon insanın yaşadığı Konya'da, günlük 100 binin üzerinde yolcu taşıyan hat, kentteki toplu taşımanın omurgasını oluşturmaktadır. Bu bağlamda, vurgulanması gerekir ki, (yaklaşık 25 yıl önce) ulaşım kurgusunun (üst ölçekli plan kararları ile de ilişkilendirerek) toplu taşıma üzerine temellendirilmesi kayda değerdir.

Ne var ki, kentin toplu taşıma yükünü çeken ve 15 yıldır kullanılan sisteme ilişkin, gerek teknolojisi gerekse işletme biçimi açısından köklü bir gözden geçirmeye ihtiyaç duyulmasına karşın, kentte özellikle son 10 yıldır yapılan ulaşım yatırımları da aynı ölçüde ilgi çekicidir. Öncelikle, kent içerisindeki kavşak noktalarında oluşan taşıt yoğunluğunu katlı kavşaklarla çözmeyi amaçlayan bu yaklaşımın, kente 25 yıl öncesinde yön veren anlayışla taban tabana zıt olduğunu vurgulamakta yarar vardır. Kamusal kaynakların kullanılma şeklinin yanı sıra, ortaya çıkardığı sorunlar açısından da sorgulanmaya muhtaç olan katlı kavşak uygulamalarının en çarpıcı tarafı ise üst ölçekli planlarla üretilen çözümleri tümüyle yadsıyan bir anlayışla üretilmiş olmalarıdır.

1960 yılında yapımı biten ve şehrin diline yerleşmiş olan “battı-çıkı” tanımlamasının da kaynağı olan Meram Yeni Yol Alt Geçidi, Konya kentinde, taşıt hareketini farklı yüzeyleri kullanarak çözmeye yönelik uygulamaların ilk örneğidir. Devlet Demir Yolları ile Belediyenin ortaklaşa yürüttüğü bir proje ile hayata geçen bu uygulamayı,(aradan geçen çeyrek asırdan daha fazla bir zaman sonra) 1988 yılında trafiğe açılan Sille Alt Geçidi ile Meram Eski Yol Üst Geçidi izlemiştir. Ancak vurgulamak gerekir ki, bu uygulamaların, bugünkü kavşak çözümlerinden temel farkı, kentin içerisinden geçen ulusal demiryolu ile kent içi yolların (hemzemin) çakışmasından kaynaklanan sorunların giderilmesidir. Kentiçi trafikte yaşanan vakit kayıplarını, daha da önemlisi can ve mal güvenliği ile ilgili riskleri ortadan kaldırmayı hedefleyen bu uygulamalar, Mayıs 2011'de seferlere başlayacak YHT (Yüksek Hızlı Tren) hattının yapımı ile eş zamanlı olarak gerçekleştirilen alt geçit uygulamaları ile aynı amaca hizmet etmektedir (Bkz. Tablo 1). Bu anlamda, kentin içerisinden geçen demiryolu hattına bağlı olarak bir zorunluluk çerçevesinde yapılan bu uygulamaların, özellikle son 10 yıl içerisinde yapılan ve sadece otomobil trafiğinin rahatlatılmasını amaçlayan kavşak düzenlemelerinden ayrı düşünülmesi gerekmektedir.

1997 yılından itibaren inşa edilen ve bir bakıma kentin otomobillere mahkûm edilmesi anlamı taşıyan kavşak uygulamaları ise hem kamusal kaynakların kullanılma biçimi, hem de ortaya çıkardığı sonuçlar açısından telafisi çok da olanaklı olmayan sorunlar doğurmuştur. Bu tartışmayı detaylandırmadan önce, tanımlama açısından herhangi bir yanlış anlamaya neden olunmaması adına, çalışma kapsamında “katlı kavşak” şeklinde nitelendirilen uygulamaların açıklanmasında yarar görülmektedir. Konya kentinde 25 farklı noktada uygulanmış olan kavşak çözümlerinin 17'si, 1960 yılında tamamlanan Meram Yeni Yol Alt Geçidi ile genel anlamda aynı karakterdedir. Bu uygulamaların ortak özelliği, bir yol güzergâhının diğer yol veya yolların altına alınarak projelendirilmiş olmasıdır. Diğer 8 kavşak ise yol güzergâhlarından birisinin, köprü veya viyadüklerle diğer yolların üzerinden geçirilmesi şeklinde uygulanmıştır. Burada tanımlama açısından ortaya çıkan sorun, ifade

edilen 8 kavşak uygulamasının yanı sıra, şehrin dilinde battı-çıkıtı olarak yerleşmiş taşıt alt geçitlerinin de, kimi zaman “köprülü kavşak” şeklinde tanımlanıyor olmasıdır. Bu anlamda, alt geçit veya köprülü kavşak şeklinde birbirinin yerine kullanılabilen farklı tanımlamalar yapmak yerine, kavşak çözümünde (altta veya üstte) farklı yüzeylerin kullanılmış olmasından hareketle, bu uygulamaların tümünün “katlı kavşak” şeklinde nitelendirilmesi daha doğru bulunmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Konya Kentinde Son 10 Yıl İçerisinde Yapılan Katlı Kavşak Uygulamaları

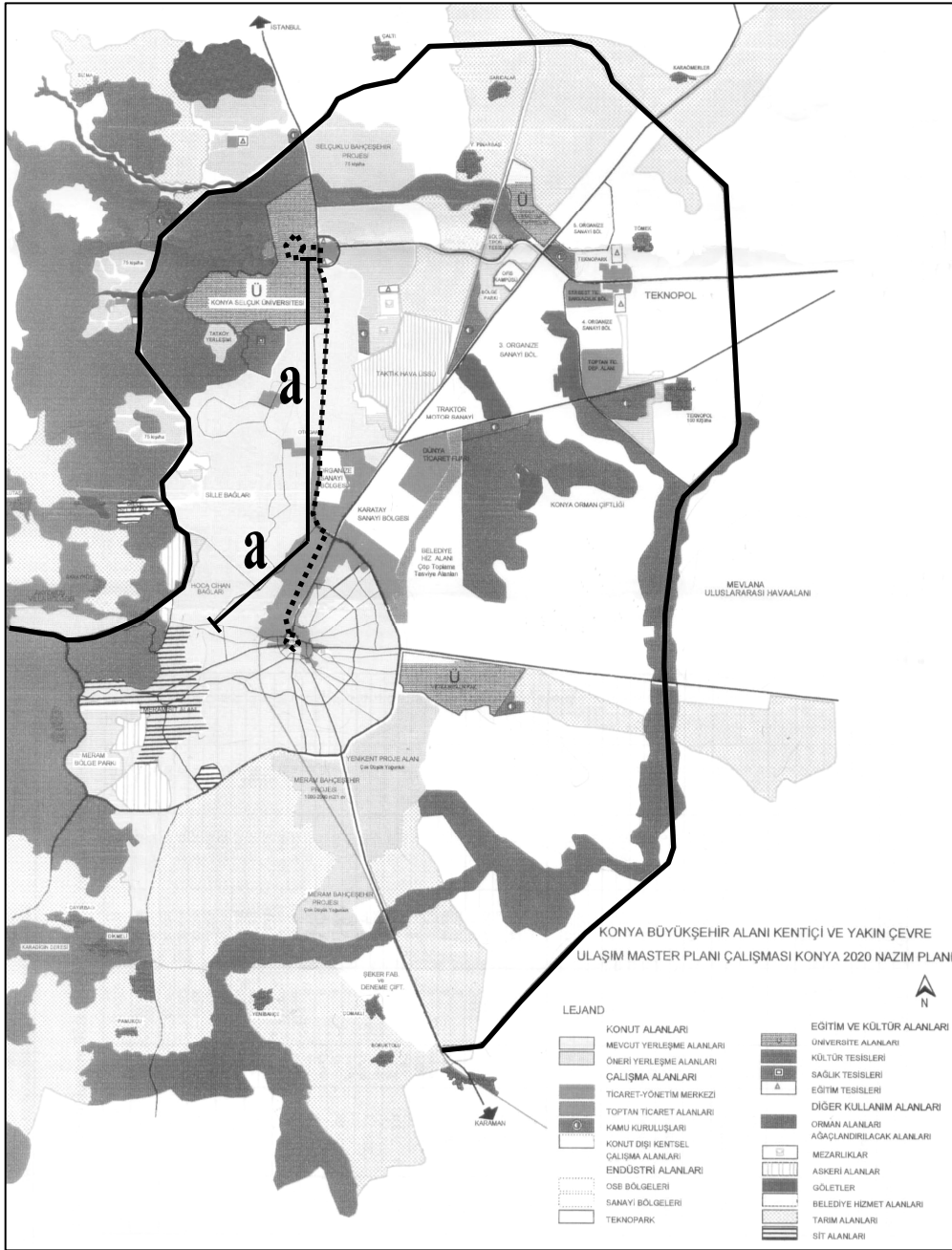
Aydınlıkevler	Aksaray Yolu Kavşağı**
Kunduracılar	Lamcı**
Uluyayla	Hoca Fakih Caddesi**
Ereğli Yolu Kavşağı	Beyşehir Caddesi**
Karaman Yolu Kavşağı	Büsan Hüdai Caddesi
Alâeddin Keykubad Kampusu	Büsan 1.Organize Sanayi Girişi**
Otogar Kavşağı	Ayakkabıcılar Kavşağı
Yenişehir **	Gülistan Caddesi**
Kipa Selçuklu	Sille Kavşağı
Mobilyacılar	
(**) Bu kavşak düzenlemeleri, YHT hattının inşasına bağlı olarak ortaya çıkan ve teknik zorunluluktan kaynaklanan uygulamalardır.	

Çalışma kapsamında, Yüksek Hızlı Tren (YHT) hattının yapımı sırasında zorunlu olarak yapılan kavşak düzenlemeleri dışındaki diğer uygulamalara getirilen eleştirinin temelinde, sorunun çözüme yönelik doğru bir yaklaşım ortaya konamaması; daha da kötüsü, yapılan katlı kavşak yatırımları ile kentin mevcut trafik işleyişinde yeni sorunlara neden olunması yatmaktadır. Konya kentinde katlı kavşak yatırımlarının yoğunlaştığı yollar açısından sorgulanması gereken temel husus, yaşanan trafik yoğunluğunun nedenidir. Konya kentinin şehirlerarası trafik güzergâhları açısından önemli bir geçiş noktası olması ve buna bağlı olarak özellikle ağır vasıta trafiği ile kent içi trafiğin çakışması, kentin önemli bir bölümünde yaşanan taşıt yoğunluğunun nedenini oluşturmaktadır ki, bu saptama, 1999 yılında 2020 yılı için üretilen KONPLAN kapsamında açıkça ortaya konmuştur. Ne var ki, 1983 planından sonra kentin gelişiminin ve ulaşım kurgusunun bütüncül bir biçimde ele alındığı süreçlerden biri olan 1999 planının öngörülerinde yer alan ve kent içi trafikle, ağır vasıta trafiğini birbirinden ayıracak alternatif güzergâhları geliştiren bu plan şemasının (Bkz. Şekil 1) önerileri göz önünde bulundurulmaksızın yapılan katlı kavşak uygulamaları kent için çözümü neredeyse olanaksız sorunlar ortaya çıkarmıştır (Meşhur, 2008).

Kentin ulaşım sorunlarını bütüncül bir anlayışla ele almak yerine, çözümü, çabuk gerçekleştirilebilen noktasal uygulamalarda arayan bu yaklaşımın ortaya çıkardığı en ciddi açmaz, katlı kavşak uygulamaları ile taşıt trafiğinin kesintisiz hale geldiği bölgelerde yaşanan yaya güvenliği sorunu olmuştur (Şekil 2). Başka bir ifade ile kentte kazandırıldığı iddia edilen yatırımlar, beraberinde yeni sorunlar doğurmuştur. 2004-2009 yılları arasında yapılan katlı kavşaklardan sonuncusu olan Kampus kavşağının temel atma töreninde, Konya Büyükşehir Belediyesi Başkanı'nın, “Konya’da 80 yılda 8 kavşak yapılmış, bizim dönemimizde ise 5 yılda 20.köprülü kavşağı yapıyoruz” sözleriyle [1], katlı kavşak uygulamalarını ve sayısını bir başarı ölçütü olarak ortaya koymasının ardından,

2009 yerel seçimlerini takip eden dönem “yaya üst geçitlerinin” reklamı ile başlamıştır [2]. Önceki dönemlerde gündeme getirilmeyen yaya üst geçitleri, ortaya çıkan yaya güvenliği sorununun bir bakıma kabul edilmesi anlamı taşıması açısından önemlidir. Ancak, sürecin asıl ilgi çeken yönü, 1999 planı öngörülerini dikkate almaksızın uygulanan ve neredeyse tamamı kentiçi niteliği kazanmış yollarda gerçekleştirilen katlı kavşak uygulamalarının ortaya çıkardığı yaya güvenliğini sorununun bir bakıma sonucu olan ve aslında gündeme getirilmek zorunda kalan yaya üst geçitlerinin de kente kazandırılan eserler olarak tanıtımının yapılmasıdır.

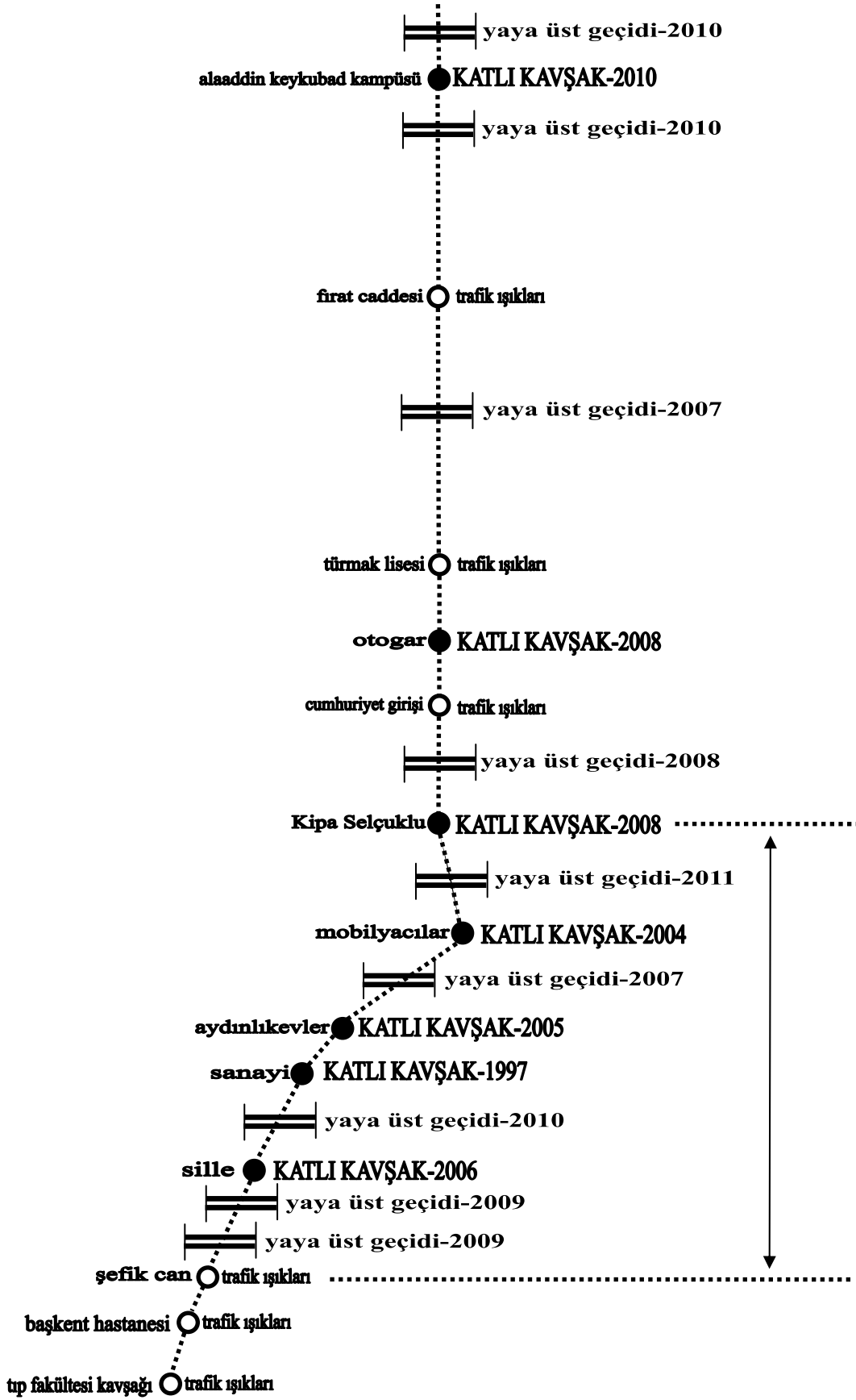
Taşıt trafiğinin rahatlatılmasını amaçlayan katlı kavşakların, yaya güvenliği açısından ciddi riskler doğurduğu savını somut bir biçimde doğrulaması açısından, Konya kentini Kuzey-Güney doğrultusunda geçen yaklaşık 20 km’lik yol irdelemeye değerdir (Bkz. Şekil 2). Son 10 yıl içerisinde uygulanan ve sadece taşıt trafiğini çözmeyi amaçlayan 12 katlı kavşaktan 6’sının yer aldığı bu güzergâh, 80’li yılların başına kadar ağırlıklı olarak şehirlerarası trafiğe hizmet eden bir yoldur. Ancak, Konya kentinin üst ölçekli plan kurgusuna bağlı olarak Kuzey ve Kuzey-Doğu yönünde gelişme göstermesi ile söz konusu yol 90’ların sonunda tamamen kentin içerisinde kalmıştır. Yaşanan bu süreçle birlikte, yukarıda da vurgulandığı üzere, şehirlerarası trafiğin kentin dışına alınmasına yönelik yolların planlanması gündeme gelmiştir. Ne var ki, üst ölçekli planlarda yer bulan ve trafik sıkışıklığının nedenlerini ortadan kaldıracak çözümlere öncelik vermek yerine, çabuk uygulanabilecek, noktasal uygulamalara odaklanılmıştır. Söz konusu yolla ilgili katlı kavşakların gündeme getirildiği dönemde, “yolun zaman içerisinde kent içi nitelik kazandığı, yakın çevresinde konut alanlarının, eğitim ve sağlık tesislerinin yer seçtiği ve bu karakterdeki bir yolda taşıt trafiğini kesintisiz hale getirmenin yaya güvenliği açısından ciddi riskler doğuracağı” yönündeki uyarılara karşın katlı kavşak uygulamaları hayata geçirilmiştir. Takip eden süreçte, Şekil 2’de dikey okla gösterilen ve katlı kavşak uygulamaları ile taşıt trafiğinin kesintisiz hale getirildiği 8 kilometrelik kısımda son 3 yıl içerisinde yaşanan 15 yaya ölümlü kaza, yapılan hataların bir bakıma telafi edilmesi anlamına gelen yaya üst geçitlerini gündeme getirmiştir. Katlı kavşak uygulamaları ile yaya üst geçitlerinin konumlarının ve yapılış yıllarının yer aldığı şekilden de izlenebileceği üzere, uygulayıcı idarenin iddia ettiğinin aksine, yaya üst geçitleri birer kamusal hizmet olmaktan çok, kamunun kaynakları kullanılarak yapılan ve insanların yaşamına mal olan hataların, yine kamunun kaynakları kullanılarak telafi edilmesinden başka bir şey değildir.



Şekil 1. 1999 KONPLAN Kent Makroformu Öngörüsü. (Konya Büyükşehir Belediyesi Arşivi, 2010)

Şekil Açıklamaları:

- Şekilde kesik çizgi ile belirtilen güzergâh, 1987 yılında çalışmaları başlayan ve 1995 yılında tamamlanan Alâeddin-Kampus Raylı Sistem Hattıdır.
- Şehiriçi trafikle, şehirlerarası trafiği birbirinden ayırmak için planla oluşturulan alternatif güzergâh koyu düz çizgi ile gösterilmiştir.
- Şekilde “a” harfi ile gösterilen yol, Şekil 2’de detaylandırılan güzergâhtır.



Şekil 2. Kampus-Meram Tıp Fakültesi Kavşağı Yolu

Özetle ortaya konan bu süreç açısından gözlemlenen temel sorun, ulaşım planlamasının uzun dönemli politikalara, teknik bilgi ve birikime dayalı bir alandan çok, kısa zamanda üretilen ve göreceli olarak daha az risk taşıyan projeler üzerine kurgulanmış bir alan olarak görülmesidir. Bilimsel ve teknik bilgiye göre şekillenmesi gereken bir sürecin, siyasi beklentilere göre biçimlendirilmesi anlamı da taşıyan bu yaklaşımın asıl korkutucu tarafı ise, kısa vadeli düşünen ve kentin geleceğine ilişkin ciddi sorumluluklar üstlenmek istemeyen yerel yönetimler için önemli bir hareket alanı olmaya devam etmesidir.

Sonuç

20 yıl önce Kentiçi Ulaşım Özel İhtisas Komisyonu Raporunda (DPT, 1991) ortaya konan, “Ülkemizde imar planlarının hazırlanması sürecinde ulaşım boyutunun yeterli düzeyde irdelenmediği, başka bir anlatımla arazi kullanım kararları ile ulaşım planlamasının bütünleştirilmediği” yönündeki tespitin bugün hala geçerliliğini koruyor olması ciddi bir sorundur. Bu durum, imar planlarına, ulaşım ile ilgili sorunların çözülebilmesi adına yapılan noktasal müdahalelerin de nedenini oluşturması açısından sorgulanmaya muhtaçtır.

Ulaşım planlamasının karayolu ve otomobilleri temel alan bir anlayışla tasarlanmasının sorgulanması gereken bir diğer yönü ortaya çıkardığı sosyal eşitsizliklerdir. Otomobil sahipleri ile otomobili olmayan kentliler arasındaki erişilebilirlik farkını derinleştiren bu çarpık yaklaşım içerisinde, dar gelirli toplu taşıma hizmeti sağlamak için kullanılması gereken kamusal kaynakların, kentte göreceli olarak daha avantajlı kesimler için kullanılması söz konusudur ve bu yaklaşım sosyal adalet açısından da başlı başına bir sorundur. Burada vurgulanması gerekir ki, ulaşım planlaması açısından kentleri gelişmiş kılan otomobil sayıları, katlı kavşaklar ya da yaya üst geçitleri değildir. Yine, kentiçi ulaşımın sürdürülebilir hale getirilmesi, otomobillerin ve taşıtların konforlu ve kesintisiz hareket edebilmesinden çok, yayaların ve bisikletlerin güvenli ve devamlı hareketini temel alan ve bunları toplu taşıma sistemleriyle bütünleştiren bir anlayışla olanaklı hale gelebileceği gözden uzak tutulmamalıdır (Öncü, 2009). Ayrıca, Konya’da son 10 yıla damga vuran ulaşım yatırımlarında gözlemlendiği üzere, taşıt yoğunluğunun yüksek olduğu kentiçi yollarda, katlı kavşaklarla trafiği kesintisiz hale getirmenin tam aksine, yoğunluğun kontrol altında tutulması, bu kontrolü sağlayacak kavşak noktalarının ve sinyalizasyon sistemlerin tasarlanması, bir başka ifade ile taşıt hareketliliği açısından planlı bir sıkışıklık yaratacak çözümlerin üretilmesi gerekmektedir (Acar, 1996). Ortaya konan tüm bu saptamalara karşın, Konya kentinde son yıllarda yaşanan ve ulaşım planlamasının doğruları ile tamamen çelişen bir yaklaşımın kente dayatılmasını, “siyasal beklentiler uğruna hem kamusal kaynakları hem de kentin geleceğini ipotek altına alma” şeklinde tanımlamaktan başka yol kalmamaktadır.

Kaynaklar

1. Acar, İ.H. (1992) Kentiçi Trafik Sorunlarının Hafifletilmesinde Güncel Yöntemler ve İstanbul’un Durumu. İstanbul 2.Kentiçi Ulaşım Kongresi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, Bildiriler Kitabı, s. 468-480, İstanbul.
2. Acar, İ.H. (1996) Politik Tercih Olarak Kenti Ulaşımında Katlı Kavşaklar ve Raylı Sistemler. Birinci Ulusal Ulaşım Sempozyumu, İETT Genel Müdürlüğü, Bildiriler Kitabı, s.191-203, İstanbul.

3. Acar, İ.H. ve Gedizlioğlu, E. (1992) Trafik Yönetimi Uygulamaları İle Kentiçi Trafik ve Ulaşım Sorunlarının Hafifletilmesi, İstanbul Örneği. İstanbul 2.Kentiçi Ulaşım Kongresi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, Bildiriler Kitabı, s. 339-362, İstanbul.
4. Atak, E. (2005) Bir Başkanın Araba Sevdası ve Ankara Ulaşımında Kayıp Yıllar, Planlama, TMMOB Şehir Plancıları Odası, Sayı:34, s. 102-111, Ankara.
5. Benk, S. (2007) Kentiçi Ulaşım Sonucu Oluşan Negatif Dışsallıklar ve Önleme Yolları, İktisadi Araştırmalar Vakfı, Ünal Aysal Tez Değerlendirme Yarışma Dizisi, İstanbul.
6. DPT (1991) VI.Beş Yıllık Kalkınma Planı, Kentiçi Ulaşım Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Yayın No: 2266, Ankara.
7. Gerçek, H. (2001) Büyük Kentlerde Hareketlilik, Otomobil Kullanımı ve Trafik Tıkanıklığı: İstanbul İçin Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme. İstanbul Kentiçi Ulaşım Sempozyumu, TMMOB İl Koordinasyon Kurulu, Bildiriler Kitabı, s. 19-28, İstanbul.
8. Keskin, A. (1992) Toplu Taşıma Sistemleri, İTÜ Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, İstanbul.
9. Meşhur, M.Ç. (2008) Popülist Belediyeciliğin Kente Yakıştırdıkları; Köprülü Kavşaklar ve Yaya Üst Geçitleri. Mimaran, TMMOB Mimarlar Odası Konya Şubesi, Yıl:2 Sayı:3, s.4-8, Konya.
10. Öncü, E. (2009) Kent Merkezlerini Ulaşımından Korumak İçin Ulaşım Önerileri. 8 Kasım Dünya Şehircilik Günü 33.Kolokyumu, TMMOB Şehir Plancıları Odası, Bildiriler Kitabı, s.383-402, Antalya.
11. Şahin, S.Z. (2003) Metropolitan Kentlerde Siyasal Mobilizasyon Aracıları Olarak Büyükşehir Belediye Başkanları ve Kent Planlaması: Kent Patronlarının Kentleri. 8 Kasım Dünya Şehircilik Günü 27.Kolokyumu, TMMOB Şehir Plancıları Odası, Bildiriler Kitabı, s.145-151, Mersin.
12. Şenbil, M. ve Yetişkul, E. (2009) Sürdürülebilir Ulaşım İçin Ulaşım Talep Yönetiminde Kent Planlamasının Rolü. 8 Kasım Dünya Şehircilik Günü 33.Kolokyumu, TMMOB Şehir Plancıları Odası, Bildiriler Kitabı, s.403-408, Antalya.
13. Zorlu, F. (2009) Fiziksel Planlamada Kentli Haklarını Savunmak, Kentsel Ulaşımında Kentsel Çevre Kalitesi ve Kentli Hakları. 8 Kasım Dünya Şehircilik Günü 33.Kolokyumu, TMMOB Şehir Plancıları Odası, Bildiriler Kitabı, s.409-422, Antalya.

İnternet Kaynakları

[1] <http://www.konajans.com/news/1084/20nci-koprulu-kavsak.html>

[2] http://www.belediyebulteni.com/yaya-ust-gecitleri-hayati-kolaylastiriyor_haberi_5174.html

Kentiçi Ulaşım Ağı Bağ Maliyet Fonksiyonlarının Geliştirilmesi

Halim CEYLAN*, **Hüseyin CEYLAN***, **Özgür BAŞKAN***
halimc@pau.edu.tr hceylan@pau.edu.tr obaskan@pau.edu.tr

Cenk OZAN*, **Soner HALDENBİLEN***
cozan@pau.edu.tr shaldenbilen@pau.edu.tr

* Pamukkale Üniversitesi Müh. Fak., İnş. Müh. Böl., Ulaştırma Anabilim Dalı,
Kınıklı Yerleşkesi, 20070, Denizli
Tel: (258) 296 33 51

Öz

Bağ trafik hacimleri ve maliyetleri arasındaki ilişki “*bağ maliyet fonksiyonu*” adı verilen fonksiyonlarla tanımlanır. Ulaşım ağında seyahat edenlerin güzergah seçimlerini etkileyen birçok faktör mevcuttur. Bunlardan en önemlileri arasında seyahat süresi, mesafe, dolaysız maliyetler (yakıt tüketimi, ücretlendirme giderleri, park ücretleri vs.), emniyet ve konfor sayılabilir. Bu faktörlerden bazıları örneğin; seyahat süresi, emniyet ve konfor trafik hacmi ile ilişkili iken diğer faktörler hacimle ilişkili değildir. Bu nedenle ulaşım planlamacıları ve trafik mühendisleri çoğu zaman bu faktörleri genelleştirilmiş maliyet fonksiyonu şeklinde gösterirler.

Bağ trafik hacimleri ve maliyetleri arasındaki ilişki doğrudan ölçümler ile belirlenmektedir ancak pratikte gözlemler yapılması zaman ve maliyet açısından birtakım problemleri de beraberinde getirmektedir.

Maliyet fonksiyonları deneysel ya da teorik olarak hacim ve maliyet arasındaki ilişki göz önüne alınarak geliştirilmekte ve maliyet kavramı bağlar için kullanılabilirliği gibi kavşaklar için de kullanılabilir. Bağlar bilindiği gibi ulaşım ağında caddelere karşılık gelirken düğümler ise kavşakları nitelendirmek için kullanılmaktadır. Trafik atama ve planlama çalışmalarında maliyet fonksiyonunun belirlenmesi ulaşım planlama sürecini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle maliyet fonksiyonları seçilirken genelleştirilmiş maliyet fonksiyonlarının yanında yerel maliyet fonksiyonlarının diğer bir deyişle bölge özelliklerini temsil edebilen maliyet fonksiyonlarının kullanılması oldukça önemlidir.

Bu çalışmada ulaşım ağ tasarımı probleminin çözümünde kullanılan bağ maliyet fonksiyonları tanımlanmış, ayrıca çalışma ağını temsil edecek maliyet fonksiyonunun belirlenmesi için yapılan saha ölçümleri verilmiş ve sonuçları irdelenmiştir. Bu kapsamda dört farklı bağ maliyet fonksiyonu geliştirilmiştir. Geliştirilen modeller Amerikan Karayolları Bürosu (BPR, 1964) fonksiyonu ile karşılaştırılmış ve ümit verici sonuçlara ulaşılmıştır. Sinyalize kavşakların yoğun olduğu ulaşım ağlarında sinyalizasyon parametrelerinin dahil edildiği bağ maliyet fonksiyonlarının BPR’e göre daha iyi sonuç vermesinden dolayı sinyalizasyon parametrelerini içeren modellerin kullanılmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir.

Anahtar sözcükler: *Bağ maliyet fonksiyonu, Ulaşım planlaması, Ulaşım modelleri.*

Giriş

Bağ trafik hacimleri ve maliyetleri arasındaki ilişki “*bağ maliyet fonksiyonu*” adı verilen fonksiyonla tanımlanmaktadır. Pratikte seyahat edenlerin rota seçimlerini etkileyen birçok faktör mevcuttur. Bunlardan en önemlileri arasında seyahat süresi, mesafe, yakıt tüketimi, ücretlendirme giderleri, park ücretleri, emniyet ve konfor sayılabilir. Bu faktörlerden bazıları seyahat süresi, emniyet ve konfor trafik hacmi ile ilişkili iken diğer faktörler trafik hacmi ile ilişkili değildir. Bu nedenle ulaşım planlamacıları ve trafik mühendisleri çoğu zaman bu faktörleri genelleştirilmiş maliyet fonksiyonu şeklinde göstermektedirler. Bu durum için genellikle Denklem (1)’de verilen doğrusal fonksiyon kullanılmaktadır;

$$l_j = a_{0j} + a_{1j}süre_j + a_{2j}ücret_j + \dots \quad (1)$$

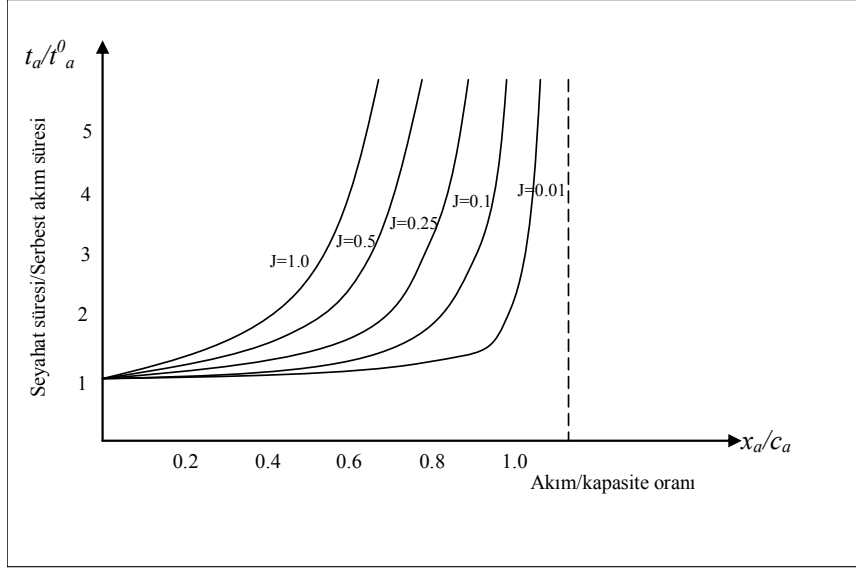
Burada; l_j j seçeneği için maliyet fonksiyonu modelini, $a_{0j}, a_{1j}, a_{2j}, \dots$ j seçeneği için denklem parametrelerinin model katsayılarını temsil etmektedir. Genel anlamda genelleştirilmiş maliyet fonksiyonunun trafik hacmi ile ilişkili en baskın bileşeni seyahat süresidir. Bağ maliyet fonksiyonları için basitleştirilmiş formların kullanımı trafik atama problemindeki matematiksel hesaplamalarda kolaylık sağlaması açısından önemlidir. Basitleştirilmiş maliyet fonksiyonu olarak literatürde genellikle Amerikan Karayolları (BPR, 1964) tarafından üretilen Denklem (2) kullanılmaktadır.

$$t_a = t_a^0 \left[1 + \alpha \left(\frac{x_a}{c_a} \right)^\beta \right] \quad (2)$$

Burada; t_a a bağı üzerindeki seyahat süresini, x_a bağ trafik hacmini, t_a^0 serbest akım seyahat süresini ve c_a a bağı üzerindeki pratik kapasite değerini vermektedir. α ve β parametreleri için literatürde sıklıkla kullanılan değerler sırasıyla 0,15 ve 4 değerleridir. Bu değerlerden anlaşılacağı üzere a bağı üzerindeki pratik kapasite, serbest akım seyahat süresinden %15 fazla seyahat süresine sahip akım değerine eşit olup aynı zamanda o bağ üzerindeki maksimum mümkün akıma eşittir. Trafik akım teorisine karşılık olarak BPR (1964) fonksiyonunun ürettiği maliyet fonksiyon eğrileri herhangi bir kapasite değerine asimptotik değildir. Kapasite akıma asimptotik olan fonksiyon, kuyruk teorisi şartları altında Davidson (1966) tarafından önerilmiş olup Denklem (3)’de verildiği gibi ifade edilebilir.

$$t_a = t_a^0 \left[1 + J \frac{x_a}{c_a - x_a} \right] \quad (3)$$

Burada c_a yol kapasitesi, J model parametresi olarak ifade edilmektedir. Genelleştirilmiş maliyet fonksiyonunda olduğu gibi t_a^0 değeri ise serbest akım seyahat süresini göstermektedir. Davidson (1966) tarafından önerilen bağ maliyet fonksiyonu arazi ölçümleri ile daha kolay olarak tahmin edilebilmektedir. J parametresi eğrinin eğimini kontrol etmekte olup etkisi Şekil 1’de görülmektedir. Parametre değeri azaldıkça eğri dikleşmekte ve asimptota yaklaşmaktadır.



Şekil 1. Bağ maliyet fonksiyonu (Davidson, 1966)

Şekil 1’de yatay eksen de verilen x_a/c_a oranı hacim/kapasite oranıdır. Düşey eksen a bağındaki seyahat süresinin serbest akım seyahat süresine oranı olarak gösterilmiştir. Kuramsal olarak kentçi yollardaki seyahat süresi, verilen bir akım değeri için ortalama hareket süresi ve kavşaklarda bekleme ile harcanan ortalama sürenin toplamı olarak karşımıza çıkmakta ve sıkışıklık etkisi çoğu zaman göz ardı edilmektedir. Bu nedenle bağ maliyet fonksiyonu elde edebilmek için seyahat süreleri kavşak gecikme formüllerine dâhil edilerek maliyet fonksiyonu elde edilir. Ayrıca sinyalizasyon kavşaktaki kapasite değeri $c_a \cdot (g/c)$ kadar olabilmektedir. Burada c_a kavşaktaki bağ kapasitesi, g/c ise bağıdaki yeşil sürenin devre süresine oranı olarak ifade edilmektedir. Bu nedenle kavşaklardaki sıkışıklık etkisinin bağ maliyet fonksiyonu üzerinde etkisi, ancak bağ kapasitesine erişilmeden önce olmaktadır. Bağ seyahat süreleri bilindiği gibi yol genişliğine yani diğer bir anlamda her bir yöndeki şerit sayısına bağlıdır. Bağ boyunca hareket eden araçlar diğer bağılardaki araçlarla ve aynı zamanda hız limitleri, park eden araçlar, taşıt kompozisyonu, yol kenarındaki yaya hareketleri ve trafik yavaşlatma uygulamaları vs. gibi birtakım yol şartları ile sürekli etkileşim halindedirler.

Maliyet fonksiyonları deneysel ya da teorik olarak trafik hacmi ve maliyet arasındaki ilişki göz önüne alınarak geliştirilebilir. Genel olarak maliyet kavramı bağlar için kullanılabilir gibi bunun yanında kavşaklar için de kullanılabilir. Bağlar bilindiği gibi ulaşım ağında caddelere karşılık gelirken düğümler ise kavşakları nitelendirmek için kullanılmaktadır. Trafik atama ve planlama çalışmalarında maliyet fonksiyonunun özellikleri yapılan çalışmayı oldukça etkilemekte ve uygulanan çözüm yöntemlerinin yakınsama özelliklerine büyük ölçüde etki yapmaktadır. Bu nedenle maliyet fonksiyonları seçilirken genelleştirilmiş maliyet fonksiyonlarının yanında yerel maliyet fonksiyonlarının yani bölge özelliklerini temsil edebilen maliyet fonksiyonlarının kullanılması oldukça önemlidir.

Maliyet fonksiyonunun rolü trafik atama sürecinde ortaya çıkmaktadır. Trafik atama problemini çözebilmek için çözüm algoritmaları kullanılmakta, Beckmann formülasyonu tabanlı Wardrop’un I. prensibi için uygulanan çözüm algoritmalarına maliyet fonksiyonu kolayca ve hızlıca entegre edilebilmelidir. BPR (1964) ve Campbell ve diğ. (1959) tarafından üretilen maliyet fonksiyonları bu iki isteğe de karşılık verebilmektedir. Çalışmanın amacı, ulaşım ağ tasarımı için kullanılacak olan literatürde mevcut bağ maliyet fonksiyonlarının irdelenmesi ve çalışma ağını temsil edebilecek bağ maliyet fonksiyonlarının geliştirilmesidir.

Önceki Çalışmalar

Bağ trafik hacimleri ve bağ maliyetleri arasındaki ilişki genellikle gözlemler ile elde edilebilmekte, ancak zaman ve maliyet açısından her bir bağ için maliyet fonksiyonlarının bulunması oldukça zor olabilmektedir. Bu yüzden genelleştirilmiş maliyet fonksiyonlarının zaman ve maliyet açısından daha sürdürülebilir olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte bağ maliyet fonksiyonlarını elde edebilmek için trafik teorileri ve analizleri kullanılmaktadır. Bunlar mikroskobik ve makroskobik gösterimler olarak ifade edilebilir. Mikroskobik gösterimde; trafik, birtakım basit kurallara sahip bireysel araç hareketleri olarak ifade edilip; sabit hızda seyahat, kuyruk oluşumu, öndeki aracı takip etme veya belirli bir yere rastgele varış gibi durumlar göz önüne alınmaktadır. Mikroskopik gösterim türü kavşak yakınındaki veya içindeki trafik tanımlaması için bağ üzerindeki trafik hareketlerinin tanımlanmasından daha uygundur. Makroskobik gösterimde ise trafik hidrodinamikte olduğu gibi sıkıştırılabilir akışkanlar mantığına uygun olarak ifade edilmeye çalışılır. Başka bir deyişle trafik, trafik hacmi, hız ve yoğunluk olarak tanımlanan üç değişkenle ifade edilmektedir.

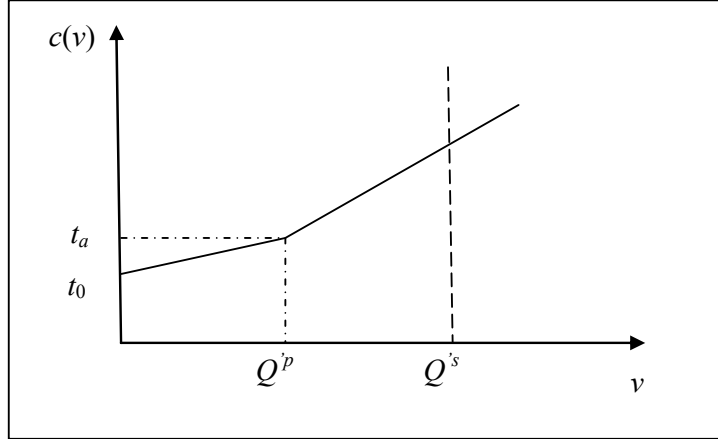
Branston (1976) maliyet fonksiyonları üzerinde araştırmalar yapmış ve bu fonksiyonların gözlem verileri üzerinde uygulanabilirliği konusunda çalışmıştır. Bağ maliyet fonksiyonları deneysel ve teorik olmak üzere iki kategoride incelenmiştir. Deneysel yöntemde, gözlem verileri üzerinden uygun maliyet fonksiyonlarının bulunması amaçlanmaktadır. Teorik yaklaşımda ise maliyet fonksiyonu, trafik hacmi ile seyahat süresi ve kavşak bekleme zamanlarının toplamından oluşan seyahat süresinin arasındaki ilişkiden faydalanılarak üretilmiştir. Genellikle uzunluk, genişlik, park kısıtlaması, dönüş hareketleri ve sinyal zamanları gibi fiziksel karakteristikler maliyet fonksiyonunun şeklini ve fonksiyon içindeki parametre değerlerini belirlemektedirler. Akçelik (1991), Branston (1976) tarafından önerilen fonksiyonun olumsuz yönlerini ortadan kaldıran bağ maliyet fonksiyonu önermiştir.

Karayolu Kapasite El Kitabında (HCM, 2000) kapasite; aşırı gecikmelere sebebiyet vermeyecek derecede trafik yoğunluğu olması ve hâkim yol ve trafik koşulları altında bağın belirlenen bir noktadan bir saat içinde geçebilecek maksimum taşıt sayısı olarak tanımlanmıştır. Diğer taraftan kararlı durum kapasitesi ise trafik akımının mikroskobik ve stokastik karakterlerinden dolayı oluşan dalgalanmaların göz ardı edildiği durumdaki kapasite olarak tanımlanmaktadır. Irwin ve diğ., (1961) Denklem (4) ve (5)'te görüldüğü gibi iki doğrusal kısımdan oluşan bir maliyet fonksiyonu önermişlerdir.

$$c(v) = t_a + \alpha_1(v' - Q'^p) \quad v' < Q'^p \quad (4)$$

$$c(v) = t_a + \alpha_2(v' - Q'^p) \quad v' \geq Q'^p \quad (5)$$

Burada $t_a = t_0 + \alpha_1 Q'^p$, t_0 serbest akım seyahat süresi, v' a bağı üzerindeki şerit başına akım, Q'^p a bağı üzerinde şerit başına pratik kapasite olarak ifade edilmiştir. Şekil 2'de önerilen maliyet fonksiyonunun grafiği görülmektedir.



Şekil 2. Maliyet fonksiyonu (Irwin ve diğ., 1961)

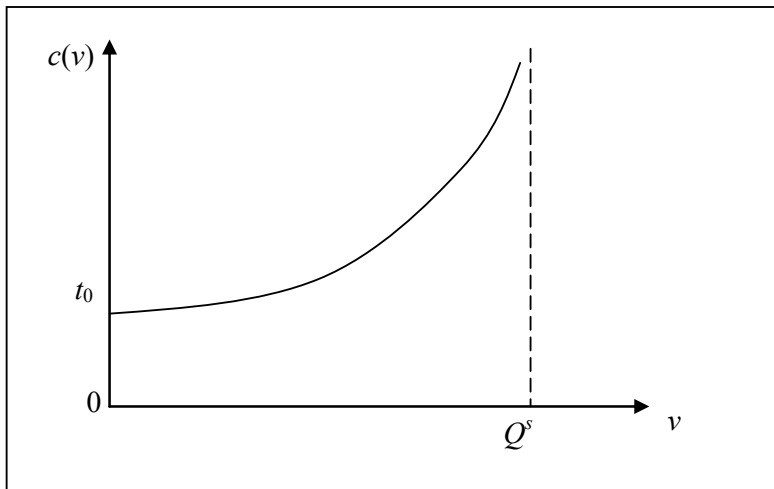
Smock (1962) tarafından önerilen maliyet fonksiyonu Detroit bölgesi ulaşım planlaması çalışmalarında kullanılmıştır. Önerilen maliyet fonksiyonu Denklem (6)'da verilmiştir.

$$c(v) = t_0 \exp(v/Q^s) \quad (6)$$

Uygulamada Q^s (kararlı durum) değeri her bir bağ için bağın başındaki ve sonundaki kavşakların kapasitelerinin ortalaması olarak tahmin edilmiştir. Önerilen fonksiyon, Michigan şehrinde kullanılmak üzere sezgisel iteratif kapasite kısıtlı atama modelinin içinde kullanılmıştır. Mosher (1963) tarafından önerilen logaritmik maliyet fonksiyonu Denklem (7)'de gösterilmiştir. Önerilen fonksiyonun $v = Q^s$ noktasında asimtotu mevcuttur.

$$c(v) = t_0 - \ln(1 - v/Q^s) \quad v < Q^s \quad (7)$$

Bununla birlikte gerçek ulaşım ağlarında seyahat maliyeti yol ağı kullanılamaz duruma gelmedikçe sınırlı olarak artar. İteratif atama modeli hesaplarında asimptotik fonksiyonun bu özelliği nedeni ile kapasitenin aşılması durumunda trafik hacimlerinin bağlar üzerine atanması durumunda maliyet fonksiyonunun hesaplanması zorlaşmaktadır. Şekil 3'de bağ trafik hacmi ve maliyet arasında belirlenen asimptotik maliyet fonksiyonu ilişkisi görülmektedir.



Şekil 3. Asimtotik bağ maliyet fonksiyonu (Mosher, 1963)

Soltman (1965) tarafından Pittsburgh bölgesi ulaşım planlaması çalışmaları için önerilen sıkışıklık fonksiyonu Denklem (8)'de verilmiştir.

$$c(v) = t_0 2^{v/Q^p} \quad v/Q^p \leq 2 \quad (8)$$

Tanımlanan maliyet fonksiyonu Pittsburgh şehri ulaşım planlama çalışmaları kapsamında atama modelinin içinde kullanılmıştır. Bu çalışmada gözlemlenen ve atanan trafik hacim değerleri arasında karşılaştırma örnekleri bulunmamaktadır. Bu durum, maliyet fonksiyonunun etkinliğinin ölçülmesinde birtakım eksiklikler olduğunu göstermektedir. Amerikan Trafik Araştırmaları Birliği (1966) tarafından Winnipeg bölgesi için yapılan çalışmalarda Denklem (9)'da verilen maliyet fonksiyonu kullanılmıştır. Denklem (9)'da belirtilen Bu maliyet fonksiyonunda mesafe başına seyahat maliyeti ile bağdaki şerit başına akım ilişkilendirilmiştir. Winnipeg şehrinin ulaşım ağındaki bağlar şerit başına pratik kapasiteleri ve hız limitlerine göre iki kategoriye ayrılmıştır. Her bir kategori için yüksek akım değerlerine ait az nokta bulunurken, düşük akım değerleri için çok daha fazla nokta tespit edilmiş olmasına rağmen yüksek akım değerleri için simülasyon yapılmıştır. Ardından maliyet fonksiyonu bu eğriye uydurulmuştur.

$$c(v) = \alpha_1 + \alpha_2(v' - \alpha_3) + \sqrt{\alpha_2^2(v' - \alpha_3)^2 + \alpha_4} \quad (9)$$

Teorik yaklaşımlarda bağ üzerindeki seyahat maliyeti ortalama hareket maliyeti ve kavşaklarda kuyruk oluşumlarında harcanan sürelerin toplamı olarak Denklem (10)'da verilmiştir.

$$c(v) = \frac{(t_r + t_q)}{D} \quad (10)$$

Burada t_r ve t_q hareket ve kuyruk bekleme harcanan seyahat maliyeti, D ise bağ uzunluğu olarak tanımlanacaktır. Campbell ve diğ. (1959) tarafından önerilen, Chicago bölgesindeki sinyalize arterlerde kullanılmak üzere hız ve hacim/kapasite oranının ilişkilendirildiği maliyet fonksiyonu Denklem (11)'de verilmiştir.

$$c(v) = \begin{cases} t_0 & (v/Q \leq 0.6) \\ t_0 + \alpha(v/Q - 0.6) & (v/Q > 0.6) \end{cases} \quad (11)$$

Wardrop (1968) tarafından geliştirilen maliyet fonksiyonu genel ortalama hız ile trafik hacmi arasındaki ilişkiyi ortaya koyan maliyet fonksiyonudur. Bağ bazında maliyet fonksiyonu oluşturmak yerine genel ulaşım ağı için maliyet fonksiyonu tanımlanmış ve Londra şehrinde uygulanmıştır. Bu fonksiyonda sinyalize kavşaklardaki kuyruk maliyeti ve sinyalize kavşaklar arasındaki hareket maliyeti fonksiyonun içine dâhil edilmiştir. Bu yöntem, Campbell ve diğ. (1959) tarafından önerilen kavşak gecikmelerinin hesaplanmasında kullanılan sezgisel yöntemden farklıdır. Diğer taraftan Wardrop (1968) tarafından geliştirilen, hem trafik uyarmalı hem de sabit sinyalize kavşaklar için ortalama gecikme ve trafik hacmi arasındaki ilişkiyi temsil eden yaklaşık formülasyon Denklem (12)'de verildiği gibidir.

$$c(v) = \frac{t_0}{(1 - v/Q)} + \frac{\alpha_2}{(1 - v/\alpha_1)D} \quad (12)$$

Tablo 1'de literatürde kullanılan maliyet fonksiyonlarının türleri ve zorluk dereceleri belirtilmiştir.

Tablo 1. Maliyet fonksiyonları karşılaştırması

Maliyet Fonksiyonu tipi	Tür	Zorluk derecesi
Irwin ve diğ. (1961)	Polinomial	Kolay
Smock (1962)	Exponansiyel	Oldukça kolay
Mosher (1963)	Logaritmik	Oldukça kolay
BPR (1964)	Polinomial	Kolay
Soltman (1965)	Polinomial	Kolay
Campbell ve diğ. (1959)	Polinomial	Kolay
Wardrop (1968)	Polinomial	Kolay

Geliştirilen Bağ Maliyet Fonksiyon Modelleri

Çalışmada ilk olarak bağ maliyet fonksiyonu geliştirmek için çalışma ağı üzerinde güzergahlar belirlenmiştir. Bu amaçla çalışılan ulaşım ağı ikiye bölünmüş, oluşturulan alt ağlar sabah ve akşam olmak üzere iki gün içinde sayılarak ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ölçümler binek araç kullanılarak mevcut akım koşullarında en az 2 tur atılarak gerçekleştirilmiştir. Şekil 4’de çalışma ağı ve ölçüm için yapılan güzergahlar görülmektedir. Ölçümlerde sürücünün yanında kronometre ile süre tutan yardımcı bir eleman kullanılmıştır. Yardımcı eleman kronometreyi turun başında sıfırlamış ve her bağın sonunda elde ettiği zaman değerini kayıt altına almıştır. Burada kavşaklardaki kesişmelerden dolayı oluşan gecikmeler bağ seyahat sürelerine dahil edilmiştir.

İlk gün 10 bağdan oluşan ve uzunluğu 4459 m olan güzergahta sabah 6 tur akşam 4 tur atılmak suretiyle toplam 10 turla sayım gerçekleştirilmiştir. Sayımların 5 adedi bir yönde kalanı ise diğer yönde gerçekleştirilmiştir. İkinci gün 7 bağdan oluşan ve uzunluğu 3365 m olan güzergahta sabah 6 akşam 5 tur atılarak toplam 11 turla sayım gerçekleştirilmiştir. Sayımların 7 adedi bir yönde, 4 adedi ise diğer yönde gerçekleştirilmiştir.

Ölçümler sonucunda çalışma ağının 1. güzergahında sabah ölçümlerinde 596-918 sn’lik, akşam ise 710-918 sn’lik değerler belirlenmiştir. 2. güzergahta ise sabah 340-494 sn’lik, akşam 510-548 sn’lik toplam seyahat süreleri elde edilmiştir. Kümülatif olarak yapılan ölçümler sonucunda her bağa ait seyahat süresi belirlenmiştir. Seyahat süresi ölçümlerinden elde edilen veriler yardımcı ile her bir bağın uzunluğuna bağlı olarak işletme hızları hesaplanmış ve Tablo 2 - 3’de verilmiştir (Ceylan, 2010).

Tablo 3. Ölçülen bağ işletme ve ortalama hızları (AKŞAM)

Bağ No	Ölçüm No			Ort.Hız (m/sn)
	1	2	3	
1	5,88	4,90		5,39
2	7,08	3,11		5,09
3	3,67	7,50		5,58
4	11,67	7,72		9,69
5	3,26	4,34		3,80
6	4,72	9,26		6,99
7	10,45	2,72		6,59
8	3,50	3,47		3,48
9	5,18	3,70		4,44
10	1,88	4,23		3,05
11	10,13	6,84		8,49
12	8,13	7,22	7,88	7,74
13	9,01	7,22	4,76	7,00
1(1)	3,65	2,54		3,09
21	3,24	7,54		5,39
31	5,32	2,29		3,81
41	7,39	9,55		8,47
51	8,44	7,13		7,78
61	5,32	8,06		6,69
71	8,21	2,76		5,49
81	14,09	9,12		11,60
91	4,58	5,18		4,88
101	8,82	6,12	5,77	6,91
111	3,70	4,51	6,96	5,06
121	2,63	8,13		5,38
131	5,55	4,95		5,25

Maliyet fonksiyonu oluşturulurken öncelikle Tablo 4’de verilen veri seti, Tablo 2 ve 3 kullanılarak oluşturulmuştur. Elde edilen veri setinde, her bir bağa ait uzunluk, ortalama işletme hızı, trafik hacmi, trafik hacminin trafik koşullarına göre belirlenmiş kapasiteye oranı, bağın ucundaki yeşil süre ve toplam devre süresi, yeşil sürenin devre süresine oranı, bağda ölçülen seyahat süresi ve serbest akım koşullarında bağ seyahat süresi bulunmaktadır. Trafik hacim kapasite oranları belirlenirken hâkim trafik koşulları dikkate alınmıştır. İnceleme yapılan ağda yol kısmen bölünmüş kısmen bölünmemiş 2*2=4 şeritli, şerit genişlikleri 2,75-3,25 m arasında değişen ve kapasiteyi azaltıcı çok sayıda kavşak ve yol içi parkı bulunmaktadır. Bu nedenle bir yön için kapasite değeri 900 taşıt/saat olarak alınmıştır. Yeşil süreler ve devre süreleri sahada yapılan ölçümlerle bulunmuş ve oranlanarak veri setine eklenmiştir. Bağlar için gözlemlenen seyahat süreleri ise yapılan ölçümlerde elde edilen değerler kullanılarak hesaplanmıştır.

Modelleme çalışmaları için öncelikle BPR (1964)’in önerdiği Denklem (2) ile verilen model parametreleri Microsoft Excel “çözücü” yardımı ile bulunmuş ve geliştirilen diğer modellerin başarıları amaç fonksiyonlarındaki iyileşme ve gözlem değerleri ile model değerleri arasındaki hataların ortalamalarının karşılaştırılması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Amaç fonksiyonu olarak hataların karelerinin toplamının minimize edilmesi ile elde edilen fonksiyon kullanılmıştır. Oluşturulan modeller

BPR (1964) modeline devre süresi ve yeşil süresi parametrelerinin çeşitli formlarda modellere eklenmesi ile gerçekleştirilmiştir.

Denklem (13)-(16)'da BPR(1964) ve geliştirilen modellerin yapıları görülmektedir. Model 1'de BPR (1964) modeline yeşil sürenin devre süresine oranı lineer olarak eklenmiştir. Model 2'de yeşil sürenin devre süresine oranı, hacim kapasite oranına ilave edilmiş ve üssel bir formda fonksiyon tanımlanmıştır. Model 3'de ise yeşil sürenin üstel formu ilave edilmiş ve üs olarak yeşil sürenin devre süresine oranı alınmıştır.

$$\text{Model BPR (1964)} \quad t = t_0 * (1 + \alpha (q / c)^\beta) \quad (13)$$

$$\text{Model 1} \quad t = t_0 * (1 + \alpha * (q / c)^\beta + \gamma * (g / C)) \quad (14)$$

$$\text{Model 2} \quad t = t_0 * (1 + \alpha * (q / c) + \beta * (g / C)^\gamma) \quad (15)$$

$$\text{Model 3} \quad t = t_0 * (1 + \alpha * (q / c)^\beta + \gamma * g^{(g / C)}) \quad (16)$$

Burada; t_0 serbest akım koşullarında seyahat süresi (sn), q/c hacim değerlerinin kapasiteye oranı, g bağ ucundaki yeşil süre (sn), C bağ ucundaki toplam devre süresi (sn), g/C bağ ucundaki yeşil sürenin devre süresine oranı, α , β , γ model parametreleridir.

Modelleme çalışmalarında ilk olarak Tablo 4'de verilen veri seti bütün olarak ele alınmıştır. Bu şekilde yapılan parametre tahminleri sonucunda elde edilen modellerin performansları oldukça düşük bulunmuştur. İkinci aşama olarak veri seti q/c oranları dikkate alınarak iki gruba ayrılmıştır. Eşik değer olarak 0,85 değeri seçilmiş ve fonksiyonların formu değiştirilmeden parçalı olarak tanımlanmış ve parametreler belirlenmiştir. Denklem (17)-(20)'de elde edilen bağıntılar ve parametreler verilmiştir (Ceylan, 2010).

$$\text{Model BPR (1964)} \quad t = t_0 * (1 + 0,58(q / c)^{0,12}) \quad (17)$$

$$\text{Model 1} \quad t = t_0 * (1 + 1,05 * (q / c)^{2,07} + 0,82 * (g / C)) \quad q/c < 0,85 \quad (18)$$

$$t = t_0 * (1 + 2,03 * (q / c)^{0,39} - 4,42 * (g / C)) \quad q/c > 0,85$$

$$\text{Model 2} \quad t = t_0 * (1 + 0,001 * (q / c) + 0,001 * (g / C))^{450,51\gamma} \quad q/c < 0,85 \quad (19)$$

$$t = t_0 * (1 + 13,04 * (q / c) - 31,97 * (g / C))^{0,22} \quad q/c > 0,85$$

$$\text{Model 3} \quad t = t_0 * (1 + 1,20 * (q / c)^{1,69} + 0,03 * g^{(g / C)}) \quad q/c < 0,85 \quad (20)$$

$$t = t_0 * (1 + 0,98 * (q / c)^{0,53} - 0,12 * g^{(g / C)}) \quad q/c > 0,85$$

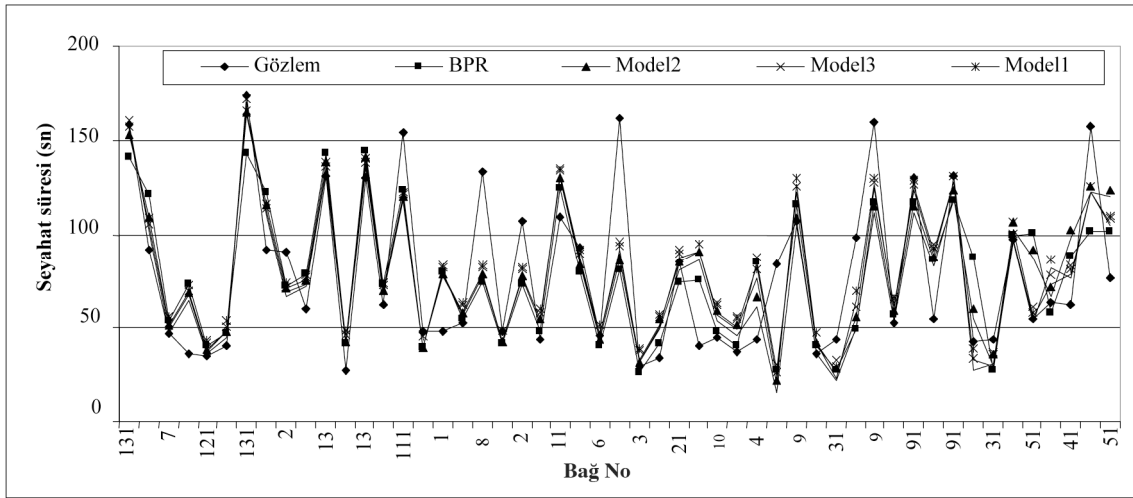
Tablo 4. Bağ maliyet fonksiyonu veri seti

Bağ No	Uzunluk (m)	Hız (m/sn)	q	q/c	Yeşil süre (sn)	Devre süresi (sn)	Oran	Gözlem (sn)	t_{θ}
131	910	5,74	252	0,28	60	85	0,71	158,54	93,60
111	780	8,51	324	0,36	22	100	0,22	91,66	80,23
7	345	7,4	351	0,39	31	100	0,31	46,62	35,49
8	465	12,93	367	0,41	30	100	0,30	35,96	47,83
121	260	7,53	367	0,41	23	88	0,26	34,53	26,74
101	300	7,36	377	0,42	40	88	0,45	40,76	30,86
131	910	5,25	378	0,42	60	85	0,71	173,33	93,60
11	780	8,49	402	0,45	22	88	0,25	91,87	80,23
2	460	5,09	414	0,46	30	100	0,30	90,33	47,31
1(1)	500	8,35	414	0,46	27	100	0,27	59,88	51,43
13	910	6,92	438	0,49	23	88	0,26	131,50	93,60
12	260	9,53	450	0,50	40	100	0,40	27,28	26,74
13	910	7,00	456	0,51	23	88	0,26	130,00	93,60
21	460	7,34	462	0,51	18	85	0,21	62,67	47,31
111	780	5,06	486	0,54	22	100	0,22	154,15	80,23
61	250	5,25	506	0,56	28	110	0,25	47,62	25,71
1	500	10,29	521	0,58	18	85	0,21	48,59	51,43
7	345	6,59	526	0,58	41	120	0,34	52,39	35,49
8	465	3,48	550	0,61	40	120	0,33	133,50	47,83
121	260	5,38	550	0,61	23	88	0,26	48,33	26,74
2	460	4,30	564	0,63	30	100	0,30	106,98	47,31
101	300	6,91	566	0,63	40	88	0,45	43,42	30,86
11	780	7,16	585	0,65	22	88	0,25	108,94	80,23
1	500	5,39	625	0,69	18	85	0,21	92,73	51,43
6	250	5,4	645	0,72	30	100	0,30	46,30	25,71
1(1)	500	3,09	663	0,74	27	120	0,23	161,61	51,43
3	165	5,58	675	0,75	47	110	0,43	29,55	16,97
12	260	7,74	675	0,75	50	120	0,42	33,59	26,74
21	460	5,39	699	0,78	18	85	0,21	85,34	47,31
81	465	11,60	704	0,78	40	120	0,33	40,07	47,83
10	300	6,67	729	0,81	20	100	0,20	44,98	30,86
61	250	6,69	759	0,84	28	120	0,23	37,36	25,71
4	525	11,99	828	0,92	35	100	0,35	43,79	54,00
3	165	1,96	915	1,02	47	110	0,43	84,18	16,97
9	710	6,63	942	1,05	30	100	0,30	107,09	73,03
6	250	6,99	967	1,07	40	120	0,33	35,78	25,71
31	165	3,77	1044	1,16	40	100	0,40	43,77	16,97
10	300	3,05	1094	1,22	30	120	0,25	98,36	30,86
9	710	4,44	1130	1,26	40	120	0,33	159,90	73,03
71	345	6,51	1148	1,28	35	100	0,35	53,00	35,49
91	710	5,46	1166	1,30	35	100	0,35	130,04	73,03
4	525	9,69	1242	1,38	45	120	0,38	54,16	54,00
91	710	5,44	1399	1,55	45	120	0,38	130,63	73,03
41	525	12,38	1411	1,57	70	110	0,64	42,41	54,00
31	165	3,81	1566	1,74	40	100	0,40	43,34	16,97
5	599	6,15	1589	1,77	49	110	0,45	97,40	61,61
51	599	10,96	1610	1,79	61	100	0,61	54,65	61,61
71	345	5,49	1722	1,91	35	120	0,29	62,87	35,49
41	525	8,47	2116	2,35	60	110	0,55	61,98	54,00
5	599	3,80	2383	2,65	49	110	0,45	157,71	61,61
51	599	7,78	2415	2,68	61	120	0,51	76,95	61,61

Geliştirilen maliyet fonksiyon modellerinin performansları Tablo 5’de, model sonuçları ile gözlem değerlerinin grafiksel gösterimi ise Şekil 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Modellerin amaç fonksiyonu değerleri ve ortalama hata yzdeleri

	Gözlem	BPR (1964)	Model1	Model2	Model3
Amaç Fonksiyonu		40946	30479	35587	30376
Ortalama Hata (%)		6	6	10	6
Hataların StdSp		0.47	0.56	0.73	0.48
Ortalama	78.99	77.77	78.56	78.06	78.33
StdSp	42.84	34.82	36.52	36.11	36.95



Şekil 5. Model ve gözlem değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 5 ve Şekil 5’den görüldüğü gibi amaç fonksiyonunu en iyileyen modeller 1 ve 3 no’lu modellerdir. BPR (1964) modeli geliştirilen modellere göre daha yüksek amaç fonksiyonu değeri vermiştir. Aynı zamanda model 1 ve 3’ün ortalama hatası model 2’ye göre daha azdır. Kentiçi ulaşım planlama çalışmaları yapılırken sinyalize kavşakların yoğun olduğu bölgelerde model 1 ve 3’ün kullanılmasının daha uygun olduğu düşünülmektedir.

Sonuçlar

Bu çalışmada, literatürde ulaşım planlaması çalışmalarında kullanılan bağ maliyet fonksiyonları tanımlanmıştır. Çalışma ağını temsil edecek maliyet fonksiyonun belirlenmesi için yapılan saha ölçümleri ve bunların sonuçları irdelenmiştir. Geliştirilen üç farklı modelin performansları değerlendirilmiş ve sinyalize kavşaklı ağlarda BPR (1964) modeline göre model 1 ve model 3’ün daha iyi sonuç vermesinden dolayı kullanılmasına karar verilmiştir. Geliştirilen modellerde ek olarak kullanılan yeşil ve toplam devre süresi parametrelerinin amaç fonksiyonu üzerinde iyileştirici etkisi olduğu belirlenmiştir. Sonraki çalışmalarda ölçülen parametre sayısı artırılarak ağ için performansı daha yüksek geliştirilmiş bir maliyet fonksiyonunun geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Kaynaklar

1. Akçelik, R. (1991) Travel time functions for transport planning purposes: Davidson's function, its time-dependent form and an alternative travel time function. Australian Road Research 21 (3), pp. 49–59.
2. Branston, D. (1976) Link capacity functions: a review. Transportation Research 10, pp. 223-236.
3. Ceylan, H. (2010) Genetik Algoritma ve Oyun Teorisi Yaklaşımları ile Şehir içi Trafik Yönetimi. Tübitak Araştırma Projesi Final Raporu, 104I119.
4. Campbell, E. W., Keefer, L. E. and Adams, R. W. (1959) A method for predicting speeds through signalized street sections. Highway Research Board Bulletin, 230, pp. 112-125.
5. Davidson, K. B. (1966) A flow-travel time relationship for use in transportation planning. Proceedings Australian Road Research Board, 3, pp. 183-194.
6. HCM, (2000) Highway Capacity Manual.
7. Irwin, N. A., Dodd, N., Von Cube, H. G. (1961) Capacity restraint in assignment programs. Highway Research Board Bulletin, 297, pp. 109-127.
8. Mosher, W. W. (1963) A capacity restraint algorithm for assigning flow to a transportation network. Institute of Transportation and Traffic Engineering, University of California, Los Angeles
9. Smock, R. J. (1962) An iterative assignment approach to capacity restraint on arterial networks. Highway Research Board Bulletin, 347, pp. 60-66.
10. Soltman, T. J. (1965) Effects of alternate loading sequences on results from Chicago trip distribution and assignment model. Highway Research Board Bulletin, 114, pp. 122-140.
11. U.S. Bureau of Public Roads (1964) Traffic Assignment Manual. U.S. Department of Commerce, Washington, D.C.
12. Wardrop, J. G. (1968) Journey speed and flow in central London. Traffic engineering control 9, pp. 528-532.

Sürdürülebilir Ulaşım Kavramı Üzerine Tartışmalar

Prof.Dr.Hermann KNOFLACHER

Vienna University of Technology, Vienna, AUSTRIA
e-posta: Hermann.Knoflacher@tuwien.ac.at

Dr. Ebru Vesile OÇALIR

Gazi Üniversitesi, Ankara
e-posta: ebruocalir@gazi.edu.tr

Öz

Bu çalışmada, sürdürülebilir ulaşım kavramı, planlamanın odağına insanı oturtarak yeniden tartışmaya açılmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramı, Aristoteles'in „kendi kendine yeten ev ekonomileri“ yaratmaya çalıştığı günlerden beri bilim ve felsefe dünyasının pekçok disiplininin ilgisini çekmiştir. Ne var ki sürdürülebilirlik popülerliğini özellikle 1980'li yıllardan sonra kazanmış ve sadece bilimsel tartışmalarda değil gündelik hayatta da sıklıkla kullanılır bir hale bürünmüştür. „Sürdürülebilir insan yerleşimleri“ ise, daha uzunca bir süre özellikle kent ve bölge planlamasıyla ilgili disiplinlerin gerçekleştirmeye çalıştığı bir vizyon olarak gündemdeki yerini koruyacaktır. Planlamanın her alanında olduğu gibi, ulaşım planlamasında da sürdürülebilirlik kavramının tartışıldığı ve eski-yeni tüm teorilerin bu çerçevede yeniden gözden geçirildiği bugünlerde, tartışmaların popülerliğinin de etkisiyle bazı kavramsal çelişkiler ile karşılaşmaktayız. Sürdürülebilirliğin genel çerçevesi içerisine oturmayan „sürdürülebilir ulaşım“ tanımlamaları sık sık dile getirilmektedir. Böylece aslında kafalarda zaten var olan ulaşım ile ilgili yapı ve beklentiler hiç değişmemekte, sürdürülebilirlik ise sadece sözde ve teoride kalmaktadır. Bunun sonucu olarak da aslında hiç de sürdürülebilir olmayan ulaşım tercihleri, ulaşım türleri ve buna bağlı arazi kullanım kararlarının yaygın şekilde kabullenildiğini görmekteyiz. Bugün gelinen noktada, sürdürülebilir ulaşım ile ilgili bir kavram temizlemesi yapılması zorunludur. Bu çerçevede, popüler sürdürülebilirlik tanımlarının geçerlilikleri ve modern uygulamaların sürdürülebilirlikle ilişkisi araştırılacaktır. Sonuç bölümünde ise, mevcut kentsel yapılarda sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için, ulaşım yapısında gerçekleştirilmesi gereken temel değişiklikler önerilecektir.

Anahtar sözcükler: sürdürülebilirlik, planlama

Giriş

Planlamanın her alanında olduğu gibi, ulaşım planlamasında da sürdürülebilirlik kavramının tartışıldığı ve eski-yeni tüm teorilerin bu çerçevede yeniden gözden geçirildiği bugünlerde, tartışmaların popülerliğinin de etkisiyle bazı kavramsal çelişkiler ile karşılaşmaktayız. Sürdürülebilirliğin genel çerçevesi içerisine oturmayan „sürdürülebilir ulaşım“ tanımlamaları sık sık dile getirilmektedir. Böylece aslında kafalarda zaten var olan ulaşım ile ilgili yapı ve beklentiler hiç değişmemekte, sürdürülebilirlik ise sadece sözde ve teoride kalmaktadır. Bunun sonucu olarak da aslında hiç de sürdürülebilir olmayan ulaşım tercihleri, ulaşım türleri ve buna bağlı arazi kullanım kararlarının yaygın şekilde kabullenildiğini görmekteyiz. Bugün gelinen noktada, sürdürülebilir ulaşım ile ilgili bir kavram temizlemesi yapılması zorunludur. Bu çalışmada, sürdürülebilir ulaşım kavramı, planlamanın odağına insanı oturtarak yeniden tartışmaya açılmaktadır.

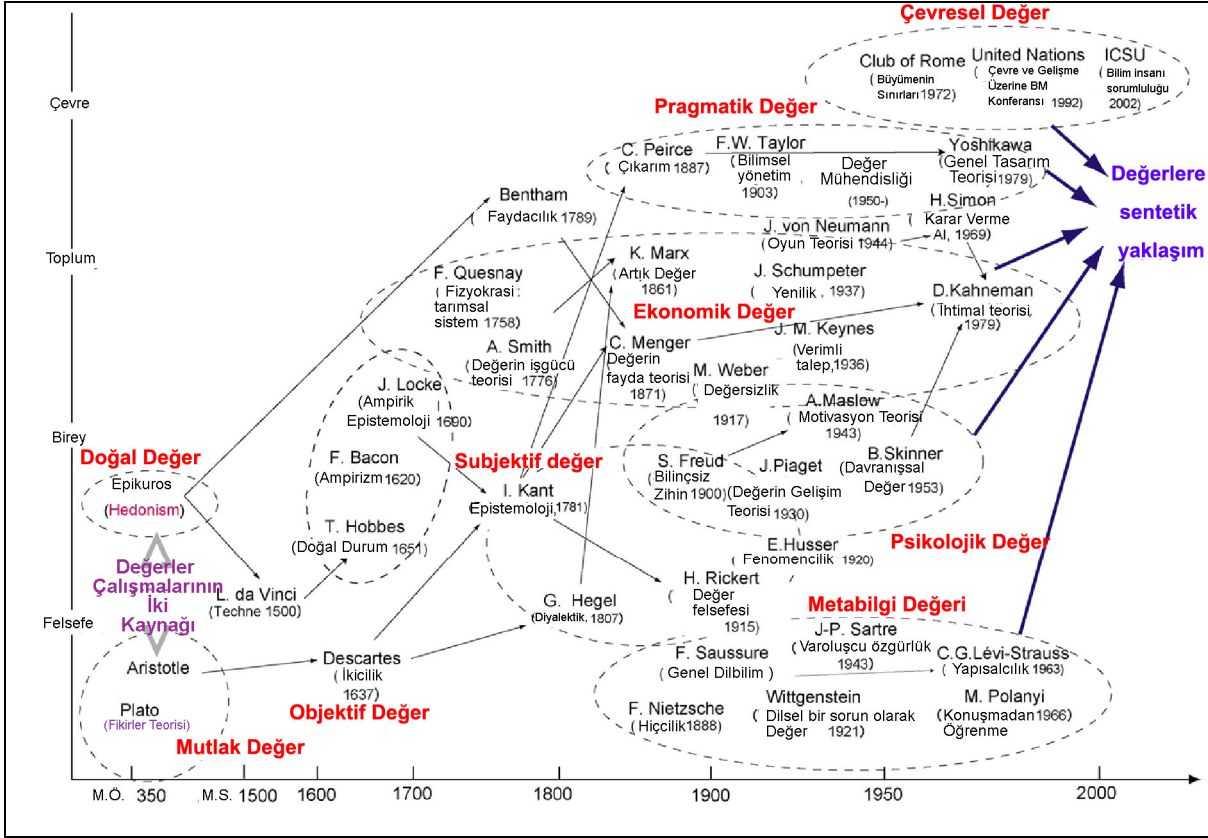
Sürdürülebilirliğin Kavramsal Temelleri

Sürdürülebilirlikle ilgili kavramsal tartışmalar, aslında “değerler” ile ilgili tartışmalarla benzerlik göstermektedir. Değerler kavramı pek çok filozofun ilgisini çekmiş ve ortaya çıkan değerlendirmeler günümüze kadar gelen etik tartışmalarının temelini oluşturmuştur. Bu tartışmaların hepsinde amaç insanların mutlak mutluluğu olmasına karşın bu amaca ulaşmada izlenecek yollar birbirinden farklılık göstermektedir. İnsan için en iyinin ne olduğu sorusuna örn: Hedonistler zevk, Kantçılar iyi niyet diye cevap verirler. Sürdürülebilirlik kavramı da zaman zaman hepsi de insanların refahını amaçlayan farklı bakış açılarından ele alınmaktadır. Bu bölümde sunulan ve sürdürülebilirliğe de temel olan bazı kavramsal tartışmalar, aslında gelecek nesillere bırakacağımız ulaşım yapısının günümüzde nasıl farklı yorumlandığına da açıklama getirmektedir.

Aksiyoloji

Değer felsefesi de denilen aksiyoloji, insanın yaşamı boyunca vardığı birçok yargının kaynağı olan değerler sistemiyle ilgilenir. Yaşamın almaya zorladığı kararlar ve insanları iyi ve kötüyü ayırt etmesi için zorlaması sonucu insanlar iyi, kötü, ayıp, güzel, çirkin ve benzeri bir takım yargılara varırlar. İşte felsefenin bu yargıların kaynağındaki değerlerin nasıl oluştuğu, niteliği, sınıflaması ve insanlık ilişkisi üzerinde duran alanına aksiyoloji denir. Aksiyoloji bireylerin davranışlarına temel teşkil eden değerleri araştırmaktadır. “Değerlerin kaynağı var mı?”, “değerler içimizde mi, dışımızda mı?”, “nesnel mi, öznel mi?”, “sabit mi, değişken mi?”, “her dönem toplumlar için mutlak değerler var mı?”, “bu değerler toplumdaki topluma, zamandan zamana değişim göstermekte mi?” gibi sorular sorar ve bu sorulara yanıtlar arar.

Antik Yunan’da MÖ 4.ve 3. yüzyıllarda aksiyolojinin iki önemli okulu ortaya çıktı (Ueda et.al, 2009). Bunlardan birincisi, Plato tarafından ortaya konan “Biçimler teorisi”dir (ya da Fikirler Teorisi). Bu düşünce daha sonra epistemolojiyi de etkilemiştir. Plato’nun teorisine göre değerler materialist dünyadan ve insanın algılamalarından bağımsız mutlak gerçeklerdir. Plato’nun öğrencisi olan Aristoteles bu okulu devam ettirmiştir (Stainton, 2001). Aksiyolojinin diğer okuluysa Epikuros tarafından ortaya konan “hedonizm”dir.



Şekil 1. Aksiyolojinin gelişimi
Kaynak: Ueda et.al, 2009

Aksiyolojinin gelişimi, pekçok filozofun felsefe, birey, toplum ve çevre konularındaki tartışmalarına temel olmuştur (Şekil 1). Günümüzün çevresel konularda ve sürdürülebilirlik kavramı üzerindeki tartışmaları da aslında insanlık için neyin en doğru olduğu sorusunun farklı yorumlarının ortaya konmasından ibarettir.

Aristoteles

Sürdürülebilirlik kavramı aslında tarih boyunca ünlü filozofların da üzerinde düşündüğü temel konulardan biridir. Aristoteles ünlü eseri Politika'da "kendi kendine yeten ev ekonomileri" yaratmaya çalışmaktadır. Aristoteles'e göre ev halkının gerek şimdi gerekse gelecekte yeterince yiyeceği olmasını sağlamak, ev yönetiminin parçasıdır. Yiyecek elde etmenin biçimlerini anlatırken "sürdürülebilirlik" şöyle tanımlanmaktadır:

[...].....insanların arasında da birçok yaşayış şekilleri vardır.....Öyleyse, geçim sağlamanın belli başlı yolları, yani ticaret ya da değiş tokuşa bağımlı olmayıp da kendi kendilerini sürdüren türler bunlardır: Göçebelik, tarımcılık, yağmalayıcılık, balıkçılık, avcılık. Birçoğları bunların bazılarını birinin sağlayamadıklarını ötekenden katıp tamamlayarak birleştirmekle yeterince mutlu bir yaşam sürerler; örneğin, göçebeliğin yağmcılıkla, tarımın avcılıkla birleştirilmesi, vb. Bu insanlar, düpedüz gereksinmelerinin onları zorladığı gibi yaşarlar. Bu kendi kendine bakmaya yetecek biçimde yaşama olanağını, doğa besbelli ki doğdukları anda olsun tam gelişkinlik çağlarında olsun tüm yaratıklarına vermiştir...[Aristoteles, Politika, Kitap 1, Bölüm 8.]

Hedonizm

Hedonizm (Yunanca “hedone”: zevk), felsefede, zevkin, yaşamdaki tek ya da temel iyi olduğunu söyleyen ve ideal davranış biçimini zevkin peşinde koşmakla açıklayan öğretilerdir. Eski Yunan’da iki önemli hedonist kuram ortaya atılmıştır:

Kyrene Okulu takipçileri ya da egoist hedonistler, bireyin o anki kişisel isteklerinin diğer insanları düşünmeksizin karşılanmasını varlığın gerçek temeli olarak açıklayan öğretiyi desteklemiştir. Onlara göre bilginin kökleri, anın geçici duyularında saklıdır ve bu yüzden, anlık zevk düşkünlüklerini gelecekte neden olabilecekleri acıya göre sorgulayan bir ahlaki değerler sistemi oluşturmaya çalışmanın hiçbir anlamı yoktur.

Epikuroscular ya da akılcı hedonistler ise, egoist hedonistlerin tersine, gerçek zevkin yalnızca akılla elde edilebileceğini ileri sürmüşlerdir. Epikuros, mutluluğun en yüce iyi olduğu konusunda Aristoteles ile hemfikiridir.

Epikuroscular kişisel bir ahlâk üzerinde yoğunlaşmışlar, siyasi ya da toplumsal düzenle ilgili problemlere pek az önem vermişlerdir. Bir tinsel bağımsızlık ve kendi kendine yetme idealini ön plana çıkartan akımın ahlâkı, fiziklerinin katkısız materyalizmini yansıtabilecek şekilde doğalcı ve ‘bu dünyacı’, yani içinde yaşadığımız dünyayla, bu dünyadaki yaşam ve değeri temele alan bir ahlâk anlayışıdır.

Zevk, insanların gerçek anlamda değer verdikleri için yaptıkları tek şeydir. Tüm aktiviteler, hatta açıkça kişisel bir fedakarlık olan ya da yalnızca bir erdem ya da asil bir davranış olduğu için yapılan aktiviteler bile, aslında kişinin zevk duyması için yapılmaktadır. Epikuros, tüm zevklerin iyi, tüm acıların da kötü olmasına rağmen, zevklerin tamamının tercih edilmeye layık olmadığını ya da acıların tamamından kaçınılması gerektiğini söyler. Bunun yerine kişi, uzun vadede çıkarına neyin uygun olacağını hesaplamalı ve eğer kısa vadede kendisine daha az zevk veren bir şeyden vazgeçmek uzun vadede daha fazla zevk sağlayacaksa, kısa vadedeki zevki bir yana bırakmalıdır.

Epikurosculuk’tan etkilenen Romalı şair Horatius’un Latince bir şiirindeki ünlü dizeleri şöyledir:

“*Carpe diem, quam minimum credula postero* – “
“*Günü yakala, geleceğe olabildiğince az güven* – “.

Hedonizmin iki öğretisi de değişmeden modern çağlara kadar pratikte varlığını korumuştur. 18. ve 19. yüzyıllarda Jeremy Bentham, James Mill ve John Stuart Mill gibi İngiliz felsefeciler, evrensel hedonizmi, daha yaygın olarak faydacılık diye bilinen öğretiyi savunmuşlardır. Bu kurama göre, insan davranışının temel kriteri, toplumun iyiliğidir ve kişisel ahlaki davranışın yönlendirici ilkesi, en çok sayıda insanın refahını sağlayacak ve yükseltecek olana sadakattir.

Aristoteles ve Epikuros

Aristoteles’in ve onun ölümünden sonra gelişen Epikurosculuk okulunun kurucusu olan Epikuros’un felsefeleri çoğu zaman birbirleriyle karşılaştırılmaktadır. İnsanın mutluluğa ulaşmak gibi bir temel hedefi olduğu konusunda tamamen hemfikir olan iki filozofun buna ulaşmada izlenecek yol konusunda düşünceleri birbirlerinden farklılık göstermektedir.

Aristoteles’e göre tüm muhakemelerde aksiyomlar kullanılmaktadır. Aristoteles’in maddeyi ve özünü açıklamadan önce başvurduğu temel prensipler, aksiyomlardır. Bu aksiyomlar, kendinden

ispata olan kanunlardır ve ayrıca ispata gereksinim yoktur. Bu nedenle, çelişkiye fırsat tanımama prensibinin üzerinde durmaktadır. Epikuros'un metafiziği ise Aristoteles'inkinden oldukça farklıdır. Epikuros metafiziği sadece var olan şeylerin geçerliliği ya da geçersizliğini kabul eder. Evren limitsizdir. Epikuros evrenin yapısını açıklarken Demokritos'un atom kuramını yeniden gündeme getirir. Evrendeki herşeyi yapan atomlar sonsuz bir devinim içindedirler. Bir şeyin aynı anda hem olması hem de olmamasının, ya da bir özelliğin aynı anda bir nesnede bulunması ya da bulunmamasının mümkün olmadığını altını çizmektedir (http://rebirthofreason.com/Articles/Wendling/Aristotle_and_Epicurus.shtml).

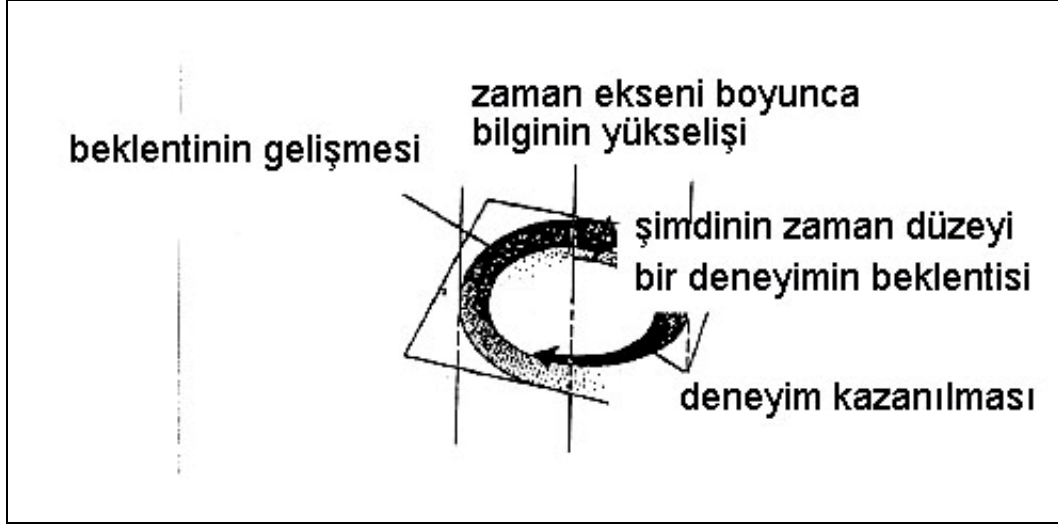
Evrenin sınırsız olmadığı ve sınırlarını uzun zamandır zorladığımız Prof.Meadows ve arkadaşlarının ünlü araştırması basıldığında daha iyi anlaşılmıştır. Roma Kulübü'nün (Club of Rome) bir raporu olan Büyümenin Sınırları (Limits to Growth) dünyadaki fiziksel belirleyicilerle insan aktivitelerinin etkilerini analiz etmektedir (Meadows et.al, 1972). Yazarlar, çalışmada hızla artan dünya nüfusu ve karşısındaki sonlu kaynakları modellemiştir. Sonuçlar, hiç bir tedbir alınmadığında toplumun kaynak tüketiminin dünyanın taşıma kapasitesini 21.yüzyılın başında aşacağını ve bu olana kadarki yaklaşık otuz yılda kentlerin gerekli tedbirleri oluşturma şansı olduğu iddia edilmiştir. Yazarlar, mevcut gelişme desenlerinin tersine çevrilebileceğine ve sürdürülebilir bir geri dönüş imkanı yakalanabileceğine inanmaktaydı. Ne var ki, otuz yıl geçtikten sonra kitabın revize edilmiş versiyonunda (Meadows et.al, 2004) yazarlar eğilimleri geri döndürmek konusunda zamanın verimli kullanılmadığını ve sınırların beklenenden önce aşıldığını ortaya koymuşlardır. Kitabın birinci baskısının en kötü senaryosunda bile, günümüz toplumunun kaynak tüketiminde ulaştığı düzey tahmin edilememiştir. Yazarlardan Prof. D. Meadows önümüzdeki yirmi yıldaki değişimin geçmiş yüz yıldan daha büyük olacağı konusunda bizleri uyarmaktadır.

Epistemoloji ve Riedl

Aristoteles'e göre bilgi dağarcığımızın sınırları vardır. Bilgi elde etmek için duyularımızı kullanırız ve deneyimlerimizi anı olarak saklarız. Bu anılar deneyimleri üretir, yani deneyimler öğreticidir (epistemoloji). Bazı şeylerin nedenlerini bilmemiz mümkün olmasa da, bunları bulmak için deneyimlerimizi kullanarak daha fazla bilgi toplarız. Bilgi dağarcığımız sınırlı da olsa, doğamız gereği öğrenme arzumuz bulunmaktadır.

Evrimsel epistemoloji epistemolojinin doğal seleksiyonu vurgulayan doğalcı bir yaklaşımdır. İki temel rol tanımlanmıştır: Birinci rolde seleksiyon duyularımızın ve kavramsal mekanizmalarımızın geçerliliğinin üreticisi ve tedarikçisidir. Aynı zamanda bu mekanizmalar ve dünya arasındaki bağlantıdır. İkinci rolde, deneme yanılma yoluyla öğrenme ve bilimsel teorilerin evrimi seleksiyon süreçleri olarak kullanılmaktadır.

İnsan aktiviteleri ne algıladıklarına karşı verdikleri tepkiyi temel alır ve bu algılanan her zaman gerçeğin kendisi olmamaktadır. Algılanan sahne değişirse, tepki olarak eylem de değişir. Benzer şekilde bilginin bilimsel olarak artışı da hipotez ve teşhis arasındaki ilişkiye benzer bir yol izler. İşlem, zaman içerisinde bir spirali andırır şekilde devam eder. Bu geri beslemeye benzer şekilde deneyim beklentilerin ve bu beklentilerin içeriğinin bir sonucudur. Öğrenme beklentilerin eylemler ve ortaya çıkan sonuçlarının karşılaştırılması ile oluşur. (Riedl, 1985). Beklentiyi, aktiviteyi ve sonucu olan deneyimi takip ederek öğrenmeyi gerçekleştiriyoruz. İnsanların yolculuk davranışları da farklı yolculuk amaçları için farklı düzeylerdeki öğrenme etkileriyle şekillenir (Knoflacher, 2007).



Şekil 2. Spiral şeklindeki döngü; Beklenti düzeyinin ve anın deneyimi dışında her yeni deneyim beklentiyi değiştirir ve her yeni beklenti yeni deneyim kaynaklarına öncülük eder.
Kaynak: Riedl, 1985

İnsan aktiviteleri gerçek ve meseleler arasındaki algılanan fark üzerine kuruludur. Algılanabilen bir gerçek varsa, sonuç gerçekten arzulanana doğru bir değişim olacaktır. Benzer şekilde bilginin bilimsel olarak yükselme döngüsü hipotez ile teşhis ve deneyim arasındaki ilişki gibi işler. Prosedür zaman düzeylerinde spiral bir süreci takip ederek ilerler (Şekil 2). Böyle bir geri beslemeye benzer şekilde deneyim kazanma, beklentinin içeriği ve deneyimin içeriğinin bir sonucudur. Beklentinin kendisini takip eden aktivite ve ortaya çıkan deneyimle karşılaştırılmasıyla öğrenme gerçekleşir. İnsan mobilitesi, pekçok yolculuk amacının yanısıra, farklı düzeylerdeki öğrenme etkileriyle yönlendirir (Riedl, 1985; Knoflacher, 2007).

Modern Zamanlarda Sürdürülebilirlik Kavramı

Sürdürülebilirliğin herkesçe bilinen ve Brundtland Komisyonu'nun yaptığı tanımı şöyledir:

[...]...şimdiki neslin gereksinimlerini karşılarken gelecek neslin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeyen gelişme ..[The Brundtland Report, 1987].

Bu tanıma ilave olarak, sürdürülebilir gelişmeye başka sorumluluklar yükleyen tanımlar da yapılmıştır, örn; çevresel değerler (Breheny, 1990) ve doğal kaynakların (May et.al, 2003) korunması, gelişmenin çevrenin asimilasyon kapasitesi içerisinde tutulması capacity (Daly, 1991; Asheim ve Brekke, 1997), ekonomik gelişmenin çevresel kalite korunarak sağlanması (<http://www.gdrc.org/sustdev/definitions.html>), hakkaniyetli bir toplumun teşvik edilmesi (McKenzie, 2004) ve sağlıklı ve yaşanabilir topluluklar yaratılması gibi.

Günümüz sürdürülebilirlik tartışmalarında ve özellikle ulaşım konusunda, asıl sorun belki de aslında neyi sürdürmek niyetinde olduğumuzla ilgilidir. Şu an "sürdürmek" istediğimiz yapı, aslında çoktan bozulmuş olan ve yukarıda sıralanan sorumlulukları taşıyamayacak bir yapıdır.

Sürdürülebilir ulaşım ile ilgili tartışmalarımız zaman zaman birbiriyle çelişen felsefeleri barındırmaktadır. Her yatırım insanın refahına hizmet etmesi amacıyla yapılıyor olsa da, bunların hepsinin sürdürülebilir diye takdim edilmesi tartışmaya açıktır (bu, deneysel deneyimin tüm yönlerdeki ve alanlardaki tüm geri beslemeleri ile birlikte karmaşık bir çevreye geçişi sırasındaki temel

sorundur). Bu yatırımların bazılarının bazı insanları daha mutlu ederken, bir çok insanın bunlardan dolayı mutsuz olmasının, ne Aristo ne de Epikuros felsefesinde yeri yoktur.

Bazıları sürdürülebilir bir yaklaşımın sadece geri dönüşümün artırılması, atıkların azaltılması ve yeşil ürünlerin azaltılması olduğunu düşünmektedir. Bunlar önemli adımlar olmasına karşın, temel sorunlara çözüm olmaktan uzaktır. Ekosistemler kendi yaşamı-sürdürme kapasitelerini kültürlerin artan taleplerine ya da dünyanın artan nüfusuna göre esnetip artırma yeteneğine sahip değildir. Bunun yerine daha sürdürülebilir yaşam biçimlerine geçmemiz gerekmektedir (May et.al, 2003). Benzer şekilde, kentsel alanın üzerinde yer seçtiği ekosistemin kendini yenilemesi için gereken koşulları ortadan kaldırdıktan sonra, enerji-tasarruflu araçlar, yeni toplu taşıma hatları ya da farklı trafik yönetimi yöntemleri sürdürülebilirliği sağlayamayacaktır.

Philip Sutton'un deyişiyle (2000);

[...]....Sürdürülebilirlik ekolojik, sosyal ve ekonomik çıkarımların entegrasyonu ya da bir şeyin geniş tabanlı bir müzakeresi ile ilgili değildir. Kavramı anlamak için, aslında ilgi odağının tanımlanması gerekir..[Sutton, 2000].

Ve ilgi odağı “değerler”dir. Sürdürülebilirliğin tanımları Aristo yaklaşımı bir düşünce biçimini yansıtmaktadır. Günümüzün ihtiyaçları karşılanırken, gelecek nesillerin ihtiyaçları da göz önüne alınmaktadır, tıpkı Aristo'nun hanehalkı yönetimi gibi. İnsanların mutluluklarını tamamlamak için yaşamın sürmesi düşüncesi başlı başına önemli bir rol üstlenmektedir. Epikuroscu düşüncede gelecek hakkında düşünmek yer almamakta ve insanların mümkün olan en fazlayı elde etmeye çalışması yapılabilecek en iyi şey olarak görülmektedir.

Modern Trafik ve Ulaşım Planlamasında Sürdürülebilirlik Tartışmaları

Sürdürülebilir toplum tartışmalarında çelişen iki tanım, toplum için değerler ve birey için değerlerin ortak noktada buluşması gerekmektedir. Toplum için değerler “olması gereken” bir dizi kavramken, birey kendi değerlerine zaten sahip çıkmakta ve vazgeçmek istememektedir. Bu tartışmaları çözmek için, insanın değerlerini değerlendirme mekanizmalarına, sosyal değerler sistemlerine ve pazar mekanizmalarına daha fazla dikkat etmek gerekmektedir.

Sürdürülebilirlik probleminin toplum için bir karar verme sorunu olması beklenmektedir. Ancak verilen koşullar altında- bütüne yönelik amaçlar ve -mevcut yapıların sınırları içerisinde- bireyin kendi mutluluğu arasındaki farklar karar vermenin kolay olmadığı çelişkili bir yapıyı getirmektedir.

Ulaşım planlaması düşünüldüğünde bireyin değerler sistemi ile toplumun değerler sistemi arasındaki fark her bir ulaşım türü için ayrı ayrı ortaya çıkmaktadır (örn; otomobil kullanımına karşın toplu taşıma ya da yaya bağlantıları). Bu nedenle, ekolojik değerler, pragmatik değerler, psikolojik değerler ve meta-bilgi değerlerini ulaşım planlamasına entegre etmeliyiz.

Petrolün yakıt olarak ulaşım araçlarında kullanılabilir olduğu 150 yıllık süreden önceki 7000 yıl boyunca insan yerleşimleri doğal çevreleriyle uyum içerisinde gelişmiştir. Günümüzde ekolojik (yöresel) ayakizi diye tanımladığımız prensip, varlığını sürdürmeyi başaran tüm toplulukların yaptığı uygulamadır. Bunu uygulamayan topluluklar ve yerleşimler tarih içerisinde yok olmuştur. Kent- sel yapıları biçimlendirmede fosil yakıtların kullanımı özellikle ulaşım yapısının biçimlenmesinde etkin rol üstlendiğinde ise doğa ile kurulan denge yok olmuştur.

Zaman ve mekanda fayda sağlayan ile kurban arasındaki mesafe yüzünden eylem ve etkileri arasındaki geri besleme artık sağlanamamaktadır. Ortaya çıkan ulaşım yapısı yüzünden eylemler ve etkileri birbirinden kopmuştur. Eğer ulaşım ile ilgili sürdürülebilir bir yapıdan söz etmek istiyorsak neyi sürdüreceğimizin de altını çizmemiz gerekir.

Günümüzün özel araç kullanımını teşvik eden yapısında, otomobil kullanmak kolay, eğlenceli ve kullanan için maliyeti düşüktür. Diğer taraftan iklim değişikliğinin etkileri herkesçe bilinmektedir. Bir tarafta özel otomobil kullanıcıları birçok faydayı kendilerine toplamakta, diğer tarafta ise dünyada her yıl 1,2 milyon kişi trafik kazalarına kurban gitmektedir.

Özel otomobil kullanıcısı hareket özgürlüğü kazanırken kentsel büyümede sınırlar kaybedilmiştir. Sonuçta ulaşılan ekolojik ayak izinin büyüklüğü, dünyanın kaldırma kapasitesinden 3 kat fazladır. Özel aracın çekiciliği sürdürülemeyen yapıların farkedilmesini engellemektedir. Roma Kulübü'nün raporları (Meadows et.al, 1972; Meadows et.al, 2004) bu gelişmenin artık sürdürülebilir olmadığını ortaya koymaktadır.

Modern ve hızlı ulaşım sistemleri ile kentsel yapılar, ekonomi, sosyal sistem ve toplumun ve bireylerin değerleri değişmiştir. Sistemde insan ve araç ilişkisi tam olarak kurulamamıştır. Günümüzün ulaşım sistemi, yaşam ve evrimin prensipleriyle çelişmektedir. Bu sistemin planlama ölçeği otomobile dönüşmüştür, artık insan değildir. Yeni mekansal yapı otomobile uygun şekilde gelişmiştir. Ne var ki, otomobil sürdürülebilir bir ulaşım türü değildir. Otomobil doğa ile çatışmakta ve uyumsuzluk göstermektedir. Otomobil kullanımı, trafik tıkanıklığı, kazalar gibi sistemin kendi içindeki sorunların yanısıra, gürültü, çevre kirliliği, partiküller, komşulukların birbirinden ayrılması gibi ulaşım sisteminin içinde kalmayan etkilere de yol açmaktadır. Bütün bunlar da sürdürülemeyen bir sistemin belirleyicileridir.

Çözüm

Planlama disiplini olarak toplumun bütününün refahını gözetmek durumundadır. Dolayısıyla kabul edilecek değerler sistemi evrensel olan ve sistem davranışını esas alandır. Birey bu sistem içinde planlamanın ölçeğini belirlemektedir. Sürdürülebilir bir ulaşım yapısı için planlamanın merkezine ölçek olarak insan yerleştirilmelidir.

Özel araç kullanımı bireylerin kendi değerler sisteminde tercih ettikleri ve vazgeçmek istemedikleri bir davranış olsa da bunun sonucu olarak aktiviteler arasındaki artan mesafeler enerji tüketimini de artırmaktadır ve özel araç kullanımı kentin enerji bütçesinin önemli kısmını gitgide artan oranlarda kullanmaktadır. Bireyin sürdürmek istediği yapı, toplum için sürdürülebilir olmayan sonuçlar getirmektedir. Bu nedenle, ulaşım sistemi oluşturulurken, kişisel keyifler değil sistem davranışının gerçekliğini temel alan değerler sistemi gözönüne alınmalıdır.

Planlamada yaşanabilir çevrelerin bir belirleyicisi olarak kabul edilen yaya dolaşımını destekleyici tedbirler alınmalıdır. Sokak tasarımında yayaların serbest hareketine karşı engeller ortadan kaldırılmalıdır. Ulaşım türlerinin;

1. Yaya
2. Bisikletli
3. Toplu taşıma
4. Otomobil (toplumun fiziksel ve finansal kontrolünde olmak kaydıyla)

şeklindeki öncelik sırasına göre ulaşım yapısı oluşturulmalıdır.

Mekan yapılarında temel bir değişikliğe giderek;

- Mekan ve garaj düzeninin değişmesi,
- Araçtan arındırılmış alanlar yaratılması,
- Araçların en azından toplu taşıma duraklarından daha uzakta garajlarda toplu şekilde park etmesi,

sağlanmalıdır.

Trafik akışıyla ilgili problemler sadece daha derinlerde yatan sebeplerin semptomlarıdır. Ulaşım ve kentsel yapılar toplumun sürdürülebilir bir şekilde faydası için bir sistem olarak en uygun hale getirilmemekte, bunun yerine otomobil kullanıcılarının bireysel olarak en iyi halde olacağı durum getirilmektedir. Kent ve ulaşım planlaması son 200 yıldır, 7000 yıllık insan yerleşimleri gelişimi boyunca birikmiş olan insan ölçeğinde kentlerin nasıl oluşturulacağı ile ilgili bilgi ve deneyimi bir kenara bırakarak bilimsel temelden uzaklaşmıştır.

Araçtan arındırılmış yerleşim uygulamaları, mekanı araç için tasarlanmış olmaktan çıkarıp, yeniden insan ölçeğine dönüştürmenin en önemli adımını teşkil etmektedir.

Kaynaklar

1. Aristotle (2009) *Politics A Treatise on Government*, Translated From The Greek of Aristotle by William Ellis (First Issue of This Edition 1912 Reprinted 1919, 1923, 1928), A.M., J M Dent & Sons Ltd. & In New York By E. P. Dutton & Co London & Toronto.(www.gutenberg.org).
2. Asheim, G., Brekke, K.A. (1997) *Sustainability when Capital Management has Stochastic Consequences*. Memorandum from Department of Economics, University of Oslo, no 9.
3. Brundtland Commission (World Commission on Environment and Development) (1987) *Our Common Future*. Oxford University Press, Oxford and New York.
4. Breheny, M. (1990) Strategic Planning and Urban Sustainability, Proceedings of the 1990 Town and Country Planning Association Annual Conference, London, TCPA.
5. Daly, H.E. (1991) *Steady State Economics*. Island press, Washington D.C.
6. http://rebirthofreason.com/Articles/Wendling/Aristotle_and_Epicurus.shtml.
7. Knoflacher, H. (2007). *Grundlagen der Verkehrs- und Siedlungsplanung. Verkehrsplanung*. Böhlau, Wien/Köln/Weimar.
8. May, A.D., Karlstrom A., Marler N., et al (2003) *Developing Sustainable Urban Land Use and Transport Strategies—A Decision Makers' Guidebook*, Institute for Transport Studies, University of Leeds, Leeds.
9. McKenzie, S. (2004) *Social Sustainability: Towards Some Definitions*, Hawke Research Institute Working Paper Series No 27, Hawke Research Institute, University of South Australia, Magill, South Australia.
10. Meadows, D., Meadows, D, Randers, J., Behrens, W.W. (1972). *The Limits to Growth*. Universe books, USA.

11. Meadows, D., Randers, J., Meadows, D. (2004). *Limits to Growth: The 30-Year Update*. Chelsea Green Publishing Company, USA.
12. Riedl, R.(1985). *Die Spaltung des Weltbildes- Biologische Grundlagen des Erklärens und Verstehens*, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
13. Stainton, T. (2001) Reason and Value: The Thought of Plato and Aristotle and the Construction of Intellectual Disability. *Mental Retardation* 39(6):452–46.
14. Sutton, P. (2000) Sustainability: What Does it Mean, Green Innovations website, <http://www.green-innovations.asn.au/sustblty.htm>.
15. Ueda, K., Takenaka, T., Vancza, J., Monostori, L. (2009) Value Creation and Decision-Making In Sustainable Society, *CIRP Annals - Manufacturing Technology* 58 (2009) 681–700.

Sürdürülebilir Ulaşım Politikalarının İnsanların Davranışına, Huzuruna Ve İlişkilerine Etkileri

Dr. İsmail Hakkı ACAR¹

Kadıköy, İstanbul
ismailacar@isnet.net.tr

Melodi Simay ACAR²

Kadıköy, İstanbul
melodiacar@gmail.com

Öz

Otomobil odaklı ulaşım yapısının sürdürülebilir olmadığı günümüzde kabul edilmiş bir gerçektir. Bu bildiriye taşıt trafiğinin neden olduğu kazalar ve çevre sorunlarının yanı sıra, insan psikolojisinde ve toplumsal yapıda meydana getirdiği olumsuz etkiler öne çıkartılmaktadır. Motorlu taşıtların çevre kirletici ögesinin insanlarda sağlık sorunları yaratmasının yanı sıra, insanların taşıtlar ile aynı ortamı paylaşması da kişilerin psikolojik yapılarını olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Taşıt trafiği kaynaklı gürültü, çevre kirliliği gibi unsurlar, bir yandan insan bünyesinde fiziki bozulmalar yaratırken, diğer taraftan da kişilerde gerilim kaynaklı olarak davranış bozuklukları, aşırı sinirlilik gibi psikolojik olumsuzlukları da ortaya çıkartmaktadır. Otomobile dayalı ulaşımın göre şekillenen yerleşimlerde sosyal ilişkiler zayıflamakta, insanlar asosyalleşmekte ve psikolojik olarak daha fazla gerilime girmektedirler.

Buna karşılık insanların erişimine göre şekillenen toplu ulaşım, bisiklet gibi çevre dostu ulaşım sistemleri ve yaya erişime bağımlı yerleşimlerde insanların daha sağlıklı, daha dingin ve huzurlu oldukları bilinmekte, bu yerleşimlerde komşuluk ilişkilerinin ve toplumsal bağların daha olumlu olduğu saptanmaktadır. Otomobilin yaşama girmesi ile kişiler toplumsal yaşamdan bireyselle geçmeye başlamışlardır. Otomobil toplumsal yaşam anlayışını zedeleyen öğelerden biridir.

Küçük ve büyük ölçekli yerleşimlerde insan odaklı olarak ortaya konulan sürdürülebilir erişim çözümlerinin insan sağlığını, psikolojisini iyileştirdiği, kentliler arasındaki sosyal ilişkileri olumlu yönde geliştirdiği, kişi davranışlarını sakinleştirici yönde etkilediği, kişilerde yaşamsal hazzı ve mutluluğu artırarak toplumsal huzuru sağladığı saptanmıştır.

Bu bildiriye, çok yönlü, çok sorunlu ve çok disiplinli olan ulaşımın sosyolojik, psikolojik boyutları hem küçük, hem de büyük ölçekli yerleşimlerde uygulanabilecek şekilde ele alınmaya çalışılmakta, insana öncelik veren sürdürülebilir ulaşım anlayışı içinde geliştirilen çözümlerin kişilerde yarattığı psikolojik ve sosyolojik etkiler incelenmektedir.

Anahtar Sözcükler: *Trafik psikolojisi, sürücü davranışları, taşıt-sürücü-yaya ilişkileri, sürdürülebilir hareketlilik, kamu mekânı.*

¹ İsmail Hakkı ACAR, İnşaat Yüksek Mühendisi (İTÜ, 1971), Şehir Yüksek Plancısı, Dr. (MSÜ, 2002)

² Melodi Simay ACAR, Mimar, Lisans (İTÜ, 2007), Yüksek Lisans (IYTE, 2011)

Giriş

Kişiler için “ulaşım hakkı”, çalışma, beslenme, barınma, eğitim gibi en temel haklar içinde yer alır. “Ulaşım” bir bakımdan da insanların diğer “hak”larına erişmesine aracılık eden temel unsurdur. Bu “hak” özel taşıtı olan-olmayan herkese tanınmıştır ve herkese ayırım gözetmeden rahat, erişilebilir, hesaplı ve konforlu ulaşım sağlamak da kamu yönetimlerinin önde gelen görevlerindedir. Ancak günümüzde otomobil-odaklı ulaşım politikaları kentlerimizi şekillendirmektedir. Kentler insanların erişim gereksinmelerini karşılamak yerine özel araç ile erişim esas alınarak planlanmakta, mekânsal düzenlemeler otomobil lehine yapılmaktadır. Bu planlama ile 18 yaş altı, yaşlılık, engellilik nedenleriyle kullanamayanlara, satın alma gücü nedeniyle sahip olamayanlara, ya da otomobil kullanmak istemeyenlere karşı ayrımcılık yapılmakta, kentlerde yaşayan büyük çoğunluk istemedikleri halde ekonomik, toplumsal ve çevresel maliyetlere katlanmak zorunda bırakılmaktadır. Bu durum toplumsal yaşamı etkileyen en önemli nedenlerdendir.

Planlama anlayışı içinde, “kentler insanlar içindir” ilkesinden yola çıkılarak kentlerin insanlar için planlanması, erişim aracı olan taşıtların kentsel dokuya uydurulması gerekirken, “otomobil kentleri” yaratılmakta, kentler öncelikle taşıtlar için planlanmakta, taşıtlar için bırakılan mekânlara insanlar uydurulmaktadır. “*Kentler otomobiller için planlanmakta, daha fazla otomobil kentlere doldurulmaktadır. Eğer kentler insanlar ve mekânlar için planlansa, kentlere insanlar ve mekânlar egemen olacaktır.*”³ (ARUP, 2009)

Kentlerde büyüyen ulaşım ve trafik sorununun temel nedeni “trafikçi yaklaşım”, yani “sınırlı çevrede otomobiller için daha fazla mekân yaratma çabası”dır. Bu gerçeğe rağmen hala kentlerde sürekli artan otomobilli yolculuk talebini karşılamak için yol altyapısının geliştirilmesine yönelik “beyhude çabalar” sarf edilmektedir. Taşıtlar için tüneller, katlı yollar ve katlı kavşaklar yapılırken insanlar göz ardı edilerek yaya kaldırımları yok edilmekte veya daraltılmaktadır. Bu yaklaşımla taşıtlar kentlere doldurulurken, insanların yaya olarak erişmesi, huzurlu şekilde dolaşması ve sosyal ilişkilerini sürdürmesi için gereken mekânlar düşünülmemekte, var olanlar ortadan kaldırılmaktadır. Bazı Amerika kentlerinde binaların dışında kalan alanların % 70’inin otomobillere yol ve otopark olarak ayrıldığı görülmektedir. Avrupa kentlerinde bile bu oran % 30-40’lar düzeyindedir. Otomobil kullanımına bırakılan alanları “kamu alanı” olarak nitelendirmek ne denli doğrudur? Bu alanlar bir anlamda özel kullanıma terk edilmiş koridorlardır. Her ne kadar herkese açık olarak tanımlansa bile yayalar, engelliler, bisikletliler taşıtların kullandıkları koridorlardan faydalanamaz. Sadece ve sadece otomobili olan özel bir kesim transit geçmek veya park etmek için yol mekânlarını kullanma hakkına sahiptir. Otomobil kullanmayan kentlilerin kullanım hakkı ise sadece ve sadece yol kenarında aydınlatma direkleri, çöp bidonları, taşıt kesişmeleri ile sürekliliği olmayan dar kaldırımlar ve yaya geçitleri ile sınırlı kalmaktadır.

Trafik Psikolojisi

Çaresizlik Duygusu

“Trafik”, insan, makine arasında, fiziki mekân ve sosyal ilişkilerinin, zaman ve hız öğelerinin iç içe girdiği, koşulların saniyeler içinde değiştiği dinamik bir sistemdir. Kentliler zamanlarının çoğunu bu ortamın içinde geçirmekte, duyuları, duyguları ve davranışları bu ortamdan sürekli etkilenmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda psikologlar, bu ortamı ister sürücü, ister yaya, isterse yolcu

³ www.pps.org/transportation/info/transportation_approach

olarak kullanan kişilerin farklı duygular yaşadıklarını, ancak “çaresizlik duygusu”nun egemen olduğunu saptamışlardır.⁴

Taşıt, Sürücü ve İnsan İlişkileri

İnsanda sahip olma dürtüsünün öne çıkması ile düşündüğü, hayal ettiği isteklere yönelmesi, güçsüz olma duygusunun, ezikliğin telafisi olarak görülmektedir. İnsan bir otomobile sahip olunca değerinin, statüsünün, çekicilik ve üstünlüğünün artacağını düşünmektedir. Bu düşünüşe göre otomobil ile kişi kendini topluma kabul ettirmiş olmaktadır. Taşıt kullanmak, taşıta kendi isteği doğrultusunda hız, hareket ve yön verebilmek, ona hükmetmek kişiyi farklı duygular içine sokmaktadır. Araç trafikte yol alırken, otomobil kişide bilmediği, daha önceleri hissetmediği dinamik duygu yaratmaktadır. İnsan kullandığı otomobil ile duygusal ilişki içine girince, onun cazibesine, çekiciliğine kapılmakta, onu fetişleştirmekte, onun gücünü kendi gücü gibi, kendini çevredekilerden daha üstün hissetmektedir. (Girgin ve Kocabıyık, 2002)

Sürücü olarak İnsan

Canlı türlerinin duyu organları, kendi fiziki güçleri ile hareket etmeye uyumlu şekilde yaratılmıştır. İnsan fiziki güçleri ile hareket etmeye başladığında duyu organları dış çevreyi izlemeye başlar. Yürürken veya koşarken ayakları ile bastığı ve basacağı yerleri, gideceği yönde ilerideki yerlere ait bilgileri duyu organları ile devamlı almak ve yorumlamak zorundadır. İnsanın fiziki yapısı yürürken saatte 4-5 km., koşarken 8-9 km. hız yapabilecek güçtedir. Fiziki bedeni de, bu doğal hızlarda kişiyi emniyetli şekilde yönetecek, kontrol edecek sinir sistemi ile donatılmıştır. İnsanın doğal hızı arttığında, koşmaya başladığında, dış uyaranları görme, duyma, algılama, karar verme ve uygulama hızı da bir eşiğe kadar artış gösterebilir. İnsan sürücü olarak taşıta oturduğunda bedenin doğal hızına kıyasla daha hızlı hareket etmeye başlar. Sürekli ve daha hızlı olarak yol, trafik, çevre koşulları hakkında, kendisi, sürdüğü araç, diğer sürücü ve araçları izlemek, onlar hakkında bilgi edinmek, işlemek, yorumlamak karar vermek ve uygulamak zorundadır. Hızla birlikte bilgi alış hızı da arttığından, alınan görsel bilginin daha kısa sürede yorumlanması, karar verilmesi, uygun tepkinin verilmesi gerekir. Fiziki beden yüksek hızlara çıktığında, aşırı dış uyaranların etkisinde kalan zihnin dengesi bozulmakta, dış çevre ile uyum zorlaşmakta, çevre ile çatışma başlamaktadır. (Özkale, 1998)

Sürücü için trafik ortamı bir engellenme, çatışma ve zorlanma alanıdır. Gitmesi gereken yerlerin hepsine gidememesi, günün etkisi ile yorgun olması, taşıtı kullanırken yanındaki kişilerle ya da cep telefonu ile rahat konuşamaması, radyodaki haberlere dikkatini verememesi, yaşadığı veya yaşayacağı bir olayı otomobil kullanırken rahat düşünememesi, hayal edememesi, çözüm üretememesi içinde engellenme, zorlanma güdüsü doğurur. Üstesinden gelemeyeceği, kaldıramayacağı ağırlıkta dış uyaranlar kümesiyle karşı karşıya kalan benlik bu çatışma ortamından kurtulmak, girdiği bunalıya karşı savaş vermek zorunda kalır ki bu da kişide aşırı gerginlik ve saldırganlık duygusu yaratır. Yoğun trafik ortamında aracını kullanan bir sürücü diğer sürücülerin davranışlarından, trafik tıkanıklığından, hava koşullarından, ışık ve gürültü kirliliğinden, ortamda gördüğü ve duyduğu her şeyden aşırı etkilenir. Bu etkenler trafik içindeki sürücülerin hipofiz bezini uyararak böbreküstü bezinin adrenalin ve nöradrenalin salgısını artırır. Kandaki biyokimyasal değişiklikler fiziki bedende ve ruhsal yapıda değişimleri tetikler. Bu değişim ile fiziki olarak kişinin kalp atışı ve tansiyonu yükselir, nefes hızı artar, terleme başlar ve gözbebekleri büyür. Psikolojik olarak da kişi gerilmeye başlar, öfke, endişe, heyecan, sinirlilik, kızgınlık gibi olumsuz duyguların içine girer. Sürücünün kişiliğinin gelişmemiş olması halinde, kişinin istek ve arzularını algılayan kanalı kontrol dışında kalır, zamanla bilinçaltında çevresini tehdit edecek güdüler oluşabilir. (Özkale, 1998)

⁴ www.gencmekan.com/yetiskin-psikolojisi/12847-stres-ve-trafik-psikolojisi.html#post82372

ABD'de otomobil sürücüleri ile ilgili yapılan araştırmalarda, yoğun trafik tıkanıklıkları ile kalbin atış hızının, tansiyonun ve elektro-kardiyogram düzensizliklerinin artışı arasında belirgin ve doğru orantılı bir ilişkinin bulunduğu kaydedilmiştir. Yapılan araştırmalar, trafik tıkanıklığına uzun süre maruz kalan kişide saldırganlık duygularının ortaya çıktığını, gerilimli durumlara karşı tahammülün azaldığına, hatta sabırsız araba kullanma dürtüsünün öne çıktığını göstermiştir. Norveç'te yapılan araştırmada da trafik tıkanıklığında zayıf kişilikli sürücülerde rekabetçilik duyguları tetiklenerek, kişilerde alışılmamış bir acımasızlığın ortaya çıktığı saptanmıştır. Araştırmalar, günden güne artan trafik tıkanıklıklarının stresle birlikte sürücü ve yolcuların saldırganlık duygularını tetiklediğini, mütecaviz davranışları ortaya çıkarttığını göstermektedir. (Freund ve Martin 1996)

Yaya olarak İnsan

Taşıta göre planlanan, otomobilin egemen olduğu kamu alanında yaya dolaşan insanın şuuraltında taşıtlardan gelebilecek zarar duygusu sürekli olarak vardır ve insanlar bu yönde tetikte beklemektedir. Trafik kazalarından ortaya çıkan maddi ve manevi kayıplar kişilerin şuuraltına korku, üzüntü, sıkıntı, endişe ve karamsarlık duygularını işlemiştir. Örneğin taşıtların olmadığı bir ortamda dolaşan bir kimse güçlü bir sese daha sakin tepki verirken, taşıt ortamında bu tepki daha korku dolu, stresli olmaktadır.

İngiltere Ulaştırma Bakanlığı'nın yaya ve çocuklara yönelik yol güvenliğine ilişkin sloganlarından birinin "yanlış bir harekette ölürsün" şeklinde olması, bu korkunun çocukluktan itibaren kişilerin şuuruna psikolojik olarak işlenmesinin en tipik örneğidir. Trafikte yaya olarak dolaşan insan ortamdaki en çok zarar gören unsur olmaktadır. Çevre kirliliği hava ve gürültü kirliliği şeklinde en çok yayaları etkiler. Hava kirliliği insanın fiziki bedenini ölümcül derecede etkileyebilirken, gürültü kirliliği de kişiye sıkıntı veren, kişide olumsuz hisler uyandıran, stres üreten etkidir. Nice saldırganlık halleri gürültüye reaksiyon olarak ortaya çıkmaktadır. Gürültü, insanın beyin biyokimyasını etkilemekte, sürekli şuuraltında "tetikte olmak" durumu nedeniyle, aracı maddelerin beyinin omurilik sıvısındaki seviyesinde ve beyin dokusundaki miktarlarını kişiye olumsuz davranışlara sevk edecek şekilde değiştirebilmektedir.

Sürücü - Yaya İlişkisi

Bir sürücü aracına girince, çevresindeki insanlarla yüz yüze, göz göze ilişkisini kopartır. Sürücü ve yaya birbirlerini görmeden, duymadan, fiziksel varlıklarını ve ruhsal tesirlerini hissetmeden aynı ortamı paylaşmaya başlarlar. Sürücüler dış ortamdaki insanlara değil, diğer taşıtların hareketlerine, yani makinelere tepki vermeye başlarlar. Trafik ortamında sürücüler ve yayalar birbirlerini aynı mekânı paylaşan ortaklar gibi değil, birbirlerini rakip olarak görmeye başlarlar. Bu ortamda her taraf kendini haklı görür, hiçbir olayda kendisi suçlu değildir. O kadar ki, "kaldırım yayanın, yol sürücünün" kavramı bile zaman zaman geçerliliğini yitirir. Ancak güçlü taşıtın içindeki sürücü ağırlıklı olarak egemen, kazanan, yaya ise çoğunlukla kaybeden taraftır. Bu psikolojik baskı, insanın şuuraltında taşıta ve sürücüye karşı sürekli bir korunma içgüdüğü doğurmaktadır. İnsan davranışlarındaki en ilginç boyut ise, bir araç sahibinin yaya olarak dolaşırken dış olgulara verdiği tepki ile sürücü olarak trafikte verdiği tepkilerin taban tabana zıt olmasıdır.

Yolcu olarak İnsan

Yapılan araştırmalar, toplu ulaşım araçlarında yolculuk edenlerin kalp atışlarının özel otomobilde yolculuk edenlere kıyasla düşük olduğu, vücutlarındaki stres hormonu, kan şekeri ve kolesterol seviyelerinin normal düzeylerde kaldığına göstermiştir.

Taşıt Trafığı ve Sosyal Etkileri

Otomobil öncesi dönemlerde sokaklar “evin uzantısı”, “kentsel avlu” olarak algılanmakta ve kullanılmakta, sosyal yaşamın filizlendiği, geliştiği, yaygınlaştığı alanlardı. Sokaklar kentlilere özgürlük sağlamakta, toplumsal ilişkileri pekiştirmekteydi. Otomobilin kentsel bölgelerde egemen olması ile sokak hayatında hareketlilik azalmaya başlamış, taşıtlara ayrılan “ölü” kamusal mekânlar insanların elindeki sosyal mekânları önemli ölçüde kısıtlamıştır. Sadece kısıtlama ile de kalmayarak taşıtların fiziksel varlığı insanları ürkütüp, onları buldukları ortamdan uzaklaştırmaya başlamış, böylece toplumsal ilişkiler zedelenmiş ve kopmuştur. Sokaktaki taşıt trafiğinin, o yörenin sosyal yapısına etki ettiği, kişiler arasında “kopukluk” yarattığı, komşuluk ilişkilerini koparttığı tespit edilmiştir. Yapılan araştırmalar, bir kişinin mahallede sahip olduğu arkadaş adedi, sokaktaki trafik hızı ve sesine bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Sosyolog Donald Appleyard’ın araştırması, hafif trafiği olan (günde 2.000 araç) bir sokak sakininin bölgede yaklaşık 10 arkadaş ve tanıdığı varken, yoğun trafiğe sahip (günde 16.000 araç) bir sokak sakininin sadece 0,9 arkadaşı ve 4 tanıdığı olduğunu göstermiştir. (Hyatt, 2006)

Sosyal ilişkiler gerek tek tek bireylerin, gerekse toplumun sağlık ve refahı için önemlidir. Otomobil ile erişimin egemen olduğu toplumlarda kişisel ilişkiler kopmaktadır. Aksine, yaya erişime ve toplu ulaşımaya kolaylık sağlayan, halka açık alanların bol olduğu toplumlarda kişisel ilişkiler, toplumsal canlılığın daha yüksek olduğu görülmektedir.

Sürdürülebilir Hareketlilik

Sürdürülebilir Kentte Yaşam ve Ekonomi

Toplum bilimci ve ulaşım uzmanı David Engwicht “*Bilgi, daha iyi makineleri üretebilir ya da daha uzun yaşamamıza yardım edebilir. Fakat daha uygar ve daha sevecen bir toplum yaratmamıza yardımcı olmaktan işe yaramaz. Bunun için bilgeliğe gereksinim duyarız*” demektedir.⁵ Sürdürülebilirliğin ön koşulu kentlerde insanı öne çıkartmak, insana yönelik çözümler üretmektir. Bir kentin sürdürülebilirliği, o kentte yaşayanların hazzal doyumunu, mutluluğu ve refahı ile ölçülebilir. Bu unsurlar insanları içine alan çevresel öğeler ve yerel ekonomi ile sağlanabilir. Bir kentin hareketli, yaşam dolu olabilmesi ve mutlu insanları barındırabilmesi için kentsel yapıların nitelikli olması, kamusal, kültürel ve alışveriş alanlarının “insan” için tasarlanması, insanlar için en iyi yaşam koşulları sağlanması gerekir. (Hyatt 2006)

Bu bildiride “kamu alanı” terimi mülkiyet sınırları arasında kalan koridor ve meydanlar için kullanılmaktadır. Kamusal alanlar insan ilişkilerini sürdürülebilir kılan en önemli mekânlardır, insanlar bu mekânlarda karşılaştıklarında konuşur, bilgi paylaşır, kültürel etkinliklere katılır, alışveriş yaparlar. Bu iletişim insanlar arasındaki toplumsal bağları güçlendiren ilişkilerdir. Bu ağın genişlemesi kentlerin yaratıcı kapasitesini de arttırmaktadır. Kentlilere doyum ve mutluluk sağlayan, kente sosyal canlılık, refah ve ticari hareketlilik getiren sosyal mekânların, yaya alanlarının, geniş kaldırımların her yaş grubuna, her kültüre hitap edecek şekilde tasarlanması gerekmektedir.

Sürdürülebilir Hareketlilik ve Hedefler

Çevre dostu ulaşım sistemlerine ve yaya erişimine dayalı erişim çözümlerinin insan sağlığında ve toplumsal ilişkilerinde olumlu etkiler yarattığı görülmektedir. Otomobile dayalı ulaşımaya göre şekil-

⁵ <http://zofi.hu/dokumentumok/utmutato/sustainable-mobility-guide.pdf>

lenen yerleşimlerde sosyal ilişkiler zayıflamakta, insanlar her geçen gün daha asosyalleşmekte ve psikolojik olarak daha fazla gerilime (*strese*) girmektedir. Buna karşılık toplu ulaşım, bisiklet gibi çevre dostu ulaşım sistemlerine ve yaya erişimine dayalı yerleşimlerde insanların daha sağlıklı, daha dingin, daha huzurlu oldukları saptanmaktadır.

Sürdürülebilir hareketlilik kavramı, yalnızca trafik akışı ve ulaşım seçenekleri ile uğraşmanın ötesine gitmektedir. Bu konuları içermekle birlikte, kentte yaşayanları ve toplumsal ilişkileri de kapsayan daha geniş bir tanıımı vardır. Sürdürülebilir hareketliliğin temel hedefi, sürdürülebilir bir toplum yaratmaktır. Bu hedefe erişebilmek için kentiçi ulaşım konusunda temel ilkelerin konulması gerekmektedir. Bugün “*kentler otomobiller için planlandığından, kentleri daha fazla otomobil doldurmaktadır. Eğer kentler insanlara yönelik mekânlar için planlanırsa, insanlar kentlere ve mekânlara egemen olacaktır.*”⁶ Öyleyse kentlerde otomobil baskısını azaltmak için ilke olarak alternatif erişim türlerine olanak tanıyacak planlama yapılması ve insanlara yönelik daha fazla kentsel mekânın yaratılması gerekmektedir. (Hyatt, 2006)

Sürdürülebilir Hareketliliğe Yönelik Uygulamalar

Sürdürülebilir Uygulamalarda Etkin Güçler

Politikacılar ve Kamu

Kentler teknik gereksinimlerden ziyade kent yöneticisi politikacıların algılamaları doğrultusunda şekillenmektedir. Bogota Eski Belediye Başkanı Enrique Peñalosa'nın dediği gibi “*Kentiçi ulaşım teknik değil, politik bir konudur. Konunun teknik yönleri kolaydır. Zor olan, ortaya konan çözüm modellerinden kimin faydalanacağı yönündeki kararlardır.*”⁷ (ARUP, 2009) Bazı Belediye Başkanları'nın algılamaları sonucunda Einstein'ın dediği gibi “*ortadaki sorunlar, sorunları yaratan koşullar aynen korunarak çözülmeye çalışılmaktadır.*”⁸ Güçlü lobiler çözümlerde etkin rol oynarken, otomobil sahibi olmayan kitleler bile bu “beyhude çözümleri” bilgisizce olumlu karşılamaktadırlar.

Trafik Mühendisi - Mimar/Şehirci Çelişkisi

Kentlerin taşıtlarla işgalinde teknik olarak etkin grup “trafik mühendisleri” olmaktadır. “Karayolcu” yaklaşımı ile sürücü koltuğundan dışa bakan bu grup, kentlerin olabildiğince fazla ve geniş yolağı ile kaplanması yönünde yaklaşım sergilemektedirler. İnsana yönelik geniş mekânlar sağlama peşinde koşan mimarların aksine, her kamu alanı onlar için yol ve otopark olarak taşıt mekânıdır. Trafik mühendisleri için hedef “insanların erişimi”nden ziyade “taşıtların dolaşımı”dır. Trafik mühendisi mekân çözümlerine sürücü gözüyle bakarken taşıtın hızlı ve kesintisiz seyrini öne çıkarır. Bu nedenle çevreyi göz ardı ederek sade düzenlemeler ile olabildiğince geniş yolları, büyük kavşakları, geniş mekânları hedefler. Oysa bu çözümler insana yönelik geniş mekânlar yaratmayı hedefleyen mimarlar için ters yaklaşımdır. Sürücü için kamu mekânı üzerinden transit geçilen bir kent parçasıdır. Sürücüler için engelsiz, geniş açılı görülebilir bir mekân talebi varken, yolculuğunu yavaş hızda yapan yayalar için görme, koku alma, iştme ve dokunma gibi duyumlar öne çıkar. Karayolu tasarımlarında basitlik aranırken, yayaların duyumlarına cevap vermek için mimarlar değişik tasarımlar yaratmak zorunluluğundadırlar. Bu nedenle, sürücü taleplerine uygun bir çevre yayalar için son derece sıkıcıyken, yürüyen insana ilgi çekici gelen bir çevre, otomobilin içindeyken sürücüye karmaşık görünür. (Hamilton ve Jones, 2005)

⁶ www.pps.org/transportation/info/transportation_approach

⁷ www.pps.org/info/placemakingtools/placemakers/epenalosa

⁸ http://www.brainyquote.com/quotes/authors/a/albert_einstein.html

Kamu Alanında İnsanı Öne Çıkartan Uygulamalar

Yolculuklarda Araç yerine İnsanı Öne Çıkartan Kent Planlama

Otomobil, bugün kentlerin kontrol dışı büyümesinde önemli bir etken olarak öne çıkmakta, planlama yaklaşımlarında da etkin rol oynamaktadır. Ancak dünya kaynaklarının sınırlığı nedeniyle artık kentler teknolojik gelişim doğrultusunda değil de “insan ölçeğinde” planlanmalı, ulaşımı sağlamak için de “insan ölçeğinde” ve çevre dostu sistemler düşünülmelidir. Plan ve politikalarla kısa ve orta mesafeli seyahatlerin yaya ve bisiklet, uzun mesafeli yolculukların toplu ulaşım araçları ile yapılabilmesi yönlendirilmelidir. Bu yaklaşımın gerçekleşmesi için kentlerin kamu alanları yaya öncelikli tasarlanmalıdır. İnsanların yürüme ve bisiklet ile erişim sınırlarından oluşan alt bölgelerden itibaren bölgeler arası erişim kesintisiz ve öncelikli toplu ulaşım sistemleri ile sağlanmalıdır. Özellikle sürdürülebilirlik açısından, “insan ölçeğinde” olan yaya ve bisiklet ile erişim, plan yaklaşımlarında öncelikle yer almalıdır. (Aktan, 2006)

Sosyal Alan Tasarımlarında Öncelik Sıralaması

Kentsel mekânların otomobil ile işgal edildiği günümüzde, kamu alanlarının kullanımı yaklaşımlarında “dönüşüm” gerekmektedir. Mekân kullanımında insan lehine “ayırıcılık” yapılmalı, insanlara “öncelik” verilmelidir. Artık kentlerde ulaşım altyapısının planlanmasında aşağıdaki öncelik sıralaması öne çıkartılmalıdır:

- | | | | |
|----|-----------------------|----|------------------|
| 1. | Yürüme Yolları | 4. | Yük Araçları |
| 2. | Bisiklet Yolları | 5. | Otomobiller |
| 3. | Toplu Taşıma Araçları | 6. | Otopark Alanları |

Yaya ve Taşıt Yollarının Fiziki Olarak Ayrılması

Otomobil kullanımındaki aşırı artış sonucu artan trafik kazaları ve ortaya çıkan çevre kirliliği, insan varlığını tehdit eder boyutlara erişmiştir. Ancak bugün insanları otomobillerinden ayırmak imkânsız denilecek kadar zordur. Bu nedenle söz konusu tehdidi azaltmanın pratik yolu, insanlar ile otomobiller için ayrı mekânlar yaratılmasıdır. Mevcut durumda yayalar ile taşıtlar binalar arasındaki platformu yatayda taşıt yolu ve kaldırım olarak paylaşmaktadır. Ancak bu çözüm yayaları hava ve ses kirliliği içinde bırakmaktadır. Yanlarından geçen taşıtlar yayalar için daima bir tehlike kaynağıdır ve yayalar bu psikolojinin yarattığı stres içinde hareket etmektedirler. (Hamilton ve Jones, 2005)

Mevcut durumda rastlanan diğer çözüm ise, yayalar ile taşıtları dikeyde ayırmaktır. Sadece trafik güvenliği için uygun olan bu çözümde yaya alt- veya üst-geçitleri yapılarak insan ile taşıtların farklı platformları kullanmaları sağlanmaktadır. Bu yaklaşım içinde taşıtlar zorlanmadan dümdüz giderken yaşlı ve özürlüler dâhil insanların merdiven çıkıp inmek zorunda kalmalarının, engelleri aşmaya çalışmalarının doğru bir çözüm olmadığı kesindir. Gelişmiş ülkeler yaya üst geçidi yapmayı durdurmuşlar, yaya alt geçitlerini de çarşı veya toplu taşımacılığa dönük olarak metro istasyonları ile birleştirmektedirler. Günümüzde yeni yerleşim planlarında ve bazı oluşmuş kent merkezlerinde yayalara ve taşıtlara tümüyle ayrı koridorlar sağlama yoluna gidilmektedir. Kent merkezinin bir bölümü veya yerleşim alanlarının tamamı için geçerli olan bu tasarımlar, yayalar için huzurlu ortamlar yaratmaktadır. Bazı özel uygulamalarda yol mekânları yayalar ile taşıtlar arasında farklı zaman dilimlerinde kullanılmaktadır. Belirli zaman dilimlerinde yolu taşıt ve yayalar birlikte kullanırken, bazı zaman dilimlerinde yol sadece yayalara bırakılmaktadır. (Erpi, 1980)

Yollarda Sadece Toplu Taşıma ve Çevre Dostu Araçlara İzin Verilmesi

Tümüyle yayaya terk edilmiş yollarda erişimin sağlanabilmesi için sadece toplu taşıma ve bisiklet gibi çevre dostu araçların kullanımına izin verilmektedir. Özellikle tarihi dokuya sahip kentlerde eski dokular içindeki avlular kullanılarak yaya ve bisiklet koridorları oluşturmak, o durgun bölgelere canlılık sağlamaktadır. Bu yöndeki çözümlerde toplu taşıma yolcuları ve yayalar erişim için sürücü olmayarak huzura da kavuşmaktadırlar.

D. Engwicht “Yolunuzu Geri Almak” (Reclaiming Your Street) adlı kitabında “bir yolun mimarisinin değiştirilmesi için pahalı yöntemlere başvurmadan yerel sakinlerin katılımına izin verilerek ucuz ve renkli çözümlerin üretebileceği” yönünde görüşünü açıklamaktadır.

Sosyal Mekânlar ve “Kent Avluları” Yaratılması

Binalar arasında kalan koridorların yayalar ve çocuklar için güvenilir hale getirilmesi, oturma ve oyun alanları yaratılabilmesi için taşıt platformları daraltılmakta, ağaçlandırılmakta, bazı kesimlerinde otomobil geçişini önlemek veya araçları yavaşlatmak için engeller konulmaktadır. Hollanda’da “woonerf - canlı avlu” olarak adlandırılan bu yöndeki uygulamalar sadece taşıt trafiğini kontrol etmek, kısıtlamak amacıyla gündeme getirilmemiştir. Bu uygulamalar öncelikle yörenin yaşam kalitesini yükseltmek, sosyal mekânların insan lehine düzenlenmesi olarak ortaya konmuştur. Bu yöndeki uygulamalar taşıt trafiğini kısıtlamanın yanı sıra, süreç içinde yöredeki komşuluk ilişkilerinin yeniden canlanmasına da yardımcı olmaktadır. (Amano, 1990)

Yaya Yolları ve Yaya Alanlarının Yaygınlaştırılması

Yollar insanların buluştukları, komşuluk ilişkilerinin pekiştiği, çocukların ilk adım attıkları, oynadığı, toplumsal hareketlerin başladığı yerlerdir. Bu nedenle, yayalaştırma toplumsal hayatın niteliğini yükselten, kişilerin sağlıklı yaşamını sağlayan bir yaklaşımdır. Yaya alanları toplumun fertlerine yüz yüze karşılaşma, göz göze bakışma olanağı sağlayan alanlar olarak kentlilerin hayatına girmektedir. “Woonerf”in genişlemiş uygulamaları yaya alanları olarak ortaya çıkmaktadır. Tümüyle yayaya ayrılan bu yollarda insanlar için yüksek oranda huzur sağlanmaktadır. Alış-veriş alanlarında yapılan yayalaştırmalarda, önceleri dükkân sahiplerinden müşterilerinin ve satışlarının azalacağı gerekçesi ile büyük tepkiler gelmektedir. Ancak zaman içinde gerçeğin bu olmadığını gören dükkân sahipleri yaya alanlarının genişletilmesi ve yaygınlaştırması yönünde baskılara başladıkları saptanmıştır. Yayalaştırma uygulamaları ile yörede yaşayanlar rahat yürümek, dış ortamda oturmak, hava almak ve oynamak için daha geniş alanlara sahip olmaktadır. Hava ve gürültü kirliliğinin azalması, trafik güvenliğinin artması ile yörenin niteliği yükselmekte, bu mekânların ve yakın çevresinin değerleri artmaktadır. (Amano, 1990)

Yolların Taşıt Trafiğine Kapatılması

Bir yol kendi trafik kapasitesine eriştiğinde, genel yaklaşım alternatif bir yolun açılması veya varolan yolun genişletilmesidir. Bu yaklaşım bir süre için çözüm olsa da, bir süre sonra yoldaki tıkanıklık gene eski düzeye çıkmakta, hatta bazı koşullarda eskiye kıyasla tıkanmaların arttığı saptanmaktadır. Mevcut trafik akışını karşılayabilmek için yeni yollar açıldığında trafiğin daha da yoğunlaştığı bugün bilimsel olarak kanıtlanmıştır. Aksine uygulamalarda ise, yani bir bölgeye yönelen yollar kapatıldığında veya taşıt erişimi kısıtlandığında, taşıt trafiği önemli ölçüde azalmaktadır, ancak kişilerin erişiminde azalma olmadığı gözlemlenmektedir. Taşıt azalması, sadece kapanan bölgede değil, taşıtların yönlenmesi beklenen alternatif koridorlar için de geçerli olmakta, diğer bir deyişle “trafik buharlaşmakta”dır. Sürücüler farklı bir senaryoyla karşılaştıklarında veya değişen durumda farklı bir seçim yapmak zorunda bırakıldıklarında, değişik bir ulaşım

türüne yönelmektedirler. Değişen dolaşım sistemi sonucu otomobil ile erişimin rahatlığı rahatsızlığa dönüştüğünden, erişim süreleri arttığından, otomobil kullanıcılarında bu türle ulaşımın aslında hiç yapılmaması yönünde içsel tepki doğmaktadır. (DOT, 2007)

Taşıt Trafiğinin Yavaşlatılması

Taşıt trafiğinin yavaşlatılmasını hedefleyen “trafik sakinleştirici” uygulamalar da, yöresel trafik düzenlemelerinde yayalar, bisiklet sürücüleri ve toplu taşıma araçları lehine “ayırım” gözetmektir. Bu uygulamalar gelecekte kentlerde taşıtlardan, özellikle otomobillerden arınmış geniş bölgelerin kurulabileceğini göstermektedir. Belirli bir bölgede araçların hızını düşürmek ve bölgede araç sürüşünü caydırmak için birçok yöntem vardır. Hız kesici tümsekler bunlardan en çok bilinenidir. Ayrıca yollarda darboğazlar yaratmak için sokaklar daraltılmakta, yolun aksı kısa mesafelerde sağa sola şaşırtılmakta, yol kenarlarına yolda daraltma etkisi yapan engeller konulmakta, yolun ortasına ağaç veya çiçek dikilerek araçların yavaşlaması sağlanmaktadır. Trafiği yavaşlatmaya yönelik yapısal önlemler başlıca üç temel grupta toplanmaktadır: (i) dolambaçlı yollar, (ii) yol yüzeyinin dalgalı (*ondüleli*) hale getirilmesi, (iii) belli kesitlerde yolun daraltılması. “Trafik sakinleştirici” uygulamalar ile sürücü davranışlarının olumlu yönde etkilendiği, sürücü ve yayaların sakinleştiği araştırmalar ile kanıtlanmıştır. Taşıt hızının yaya hızına inmesi ile gelen güven ve huzur yöre halkının da olumlu tepkisini çekmekte ve bu yöndeki uygulamalar bölge halkı tarafından da desteklenir hale gelmektedir. (Yamanaka ve Odani, 1990)

Çıkma Sokaklar Oluşturulması

1970’lerde kent planlama yaklaşımları değişmeye başlamış ve birçok yerleşim biriminde “çıkma yol” (*cul-de-sac*) uygulamaları gündeme getirilmiştir. “Çıkma yola” dönüştürülerek sürekliliği kesilen yolları sadece orada ikamet edenler, ya da nadiren gelen ziyaretçiler kullanmaya başlamaktadır. Bu da yolu kullanan taşıt trafiğinde önemli azalma getirmekte, gürültü ve çevre kirliliği azalmakta, mahalle sakinlerinde güven, rahatlık ve huzur duygusu yaratılmaktadır. Bunun yanı sıra, çıkma yol haline getirilen yollarda kasis, baba gibi engeller yapılarak yolu kullanmak zorunda olan taşıtların hızları daha da düşürülmeye çalışılmaktadır. (DOT, 2007)

Sonuç

İnsan odaklı uygulamalar küçük ölçekli yerleşimlerde daha kolay gerçekleşmektedir. “Yavaş Kent” (*citta-slow*) gibi örneklerde ortaya konan ve yöreyi taşıt trafiğinden arındıran çözüm ve uygulamaların insan sağlığını ve psikolojisini iyileştirdiği, insanlara sükûnet ve huzur getirdiği, kentliler arasındaki ilişkileri olumlu yönde geliştirdiği, kişi davranışlarına sakinleştirici yönde etki ettiği, sonuçta da kişilerde yaşamsal haz ve mutluluğu arttırarak toplumsal huzuru sağladığı saptanmaktadır.

Büyük ölçekli yerleşimler de ise, otomobil odaklı ulaşım yapısının sürdürülebilir olmadığı günümüzde kabul edilmiş bir gerçektir. Otomobilin çevre kirlenici ögesinin getirdiği fiziki sağlık sorunlarının yanı sıra, otomobil odaklı ulaşım yapısının kişilerin ve toplumun psikolojik yapılarını da olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir. Taşıt trafiği kaynaklı gürültü, çevre kirliliği gibi unsurlar, bir yandan insan bünyesinde fiziki bozulmalar yaratırken, diğer taraftan da kişilerde gerilim kaynaklı davranış bozukluklarını, aşırı sinirlilik gibi psikolojik olumsuzlukları da ortaya çıkartmaktadır. Otomobil odaklı çözümler, kişisel bozuklukların yanı sıra tüm toplumlarda olması gereken insanlar arası sosyal ilişkileri de engellemekte, büyük ölçüde kopartmaktadır.

Günümüzün sürdürülebilirlik anlayışı içinde, çok yönlü, çok sorunlu ve çok disiplinli ulaşım sisteminde taşıt odaklı yaklaşımın terk edilmesi, yaşamın ve insanın sosyolojik, psikolojik boyutları da göz önüne alınarak insan odaklı yaklaşımın öne çıkartılması, kentlerde bu yönde geniş çapta operasyon, düzenlemelere yer verilmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

1. Aktan, E. Ö. A., (2006) Kent Biçimi - Ulaşım Etkileşimine İlişkin (Tarihsel ve Güncel) Yaklaşımlar ve İstanbul Örneği, YTÜ FBE Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı Şehir Planlama Programı, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul, Türkiye.
2. Amano, K., Siman, B., Kok-Seng, T. (1990) Discussion: Application of Woonerf and Other Traffic Restraint Concepts, The Wheel Extended - Toyota Quarterly Review Dergisi, Sayı 73, Sayfa 18-23, Tokyo, Japonya.
3. ARUP (2009) SlimCity, Urban Mobility, World Economic Forum Sunumu, Davos, İsviçre.
4. DOT, Department for Transport (2007) Manual for Streets, Thomas Telford Publishing, Londra, İngiltere.
5. Erpi F. (1980) A Handbook on Urban Traffic Planning, Middle East Technical University, Ankara, Türkiye.
6. Freund P., Martin G. (1996) Otomobil Ekolojisi, Ayrıntı Yayınları, İstanbul, Türkiye.
7. Girgin V., Kocabıyık A. (2002) Trafikte İnsan Davranışları, Düşünen Adam Dergisi, Sayı 15 (3), Sayfa 182-184, İstanbul, Türkiye.
8. Hamilton-Bailie, B., Jones, P. (2005) Improving Traffic Behaviour and Safety through Urban Design, Civil Engineering Magazine, Sayı 158, Sayfa 39-47, Londra, İngiltere.
9. Hyatt J. (2006) Sustainable Mobility Guide for Municipalities, The Hungarian Young Greens, Budapeşte, Macaristan.
10. Özkale E. (1998) İnsan ve Otomobil, Kişisel Yayın, İstanbul, Türkiye.
11. Yamanaka, H., Odani, M. (1990) Measures for Traffic Calming in Residential Areas, The Wheel Extended - Toyota Quarterly Review Dergisi, Sayı 73, Sayfa 24-32, Tokyo, Japonya.

Sakin Şehirlerde Ulaştırma Problemleri ve Çözümleri: Sürdürülebilirlik Bağlamında Seferihisar Örneği

Mustafa Sinan YARDIM

YTÜ İnşaat Müh. Böl. Davutpaşa
Kampüsü, 34210, Esenler-İstanbul
Tel: (212) 383 51 83
E-Posta: yardim@yildiz.edu.tr

M. Tunç SOYER

Seferihisar Belediyesi, Seferihisar,
İzmir
Tel: (232) 743 39 60
E-Posta: baskan@seferihisar.bel.tr

Bülent KÖSTEM

Seferihisar Belediyesi, Seferihisar,
İzmir
Tel: (232) 743 39 60
E-Posta: bkostem@seferihisar.bel.tr

Mustafa GÜR SOY

YTÜ İnşaat Müh. Böl. Davutpaşa
Kampüsü, 34210, Esenler-İstanbul
Tel: (212) 383 51 84
E-Posta: gursoy@yildiz.edu.tr

Öz

Son yıllarda sürdürülebilir ulaştırma çözümlerini destekleyen yeni yaklaşımların kabul gördüğü ve süratle yaygınlaştığı izlenmektedir. Sakin şehir (cittaslow) kavramı çerçevesinde ortaya çıkan yaklaşımlar, bu konudaki çabalara özgün örnekler sunmaktadır. Hayat kalitesini yükseltmeyi hedef alarak, şehrin gelişimini tekrar planlamak ve yavaş felsefesini kentsel boyuta taşımak amacıyla, belli ölçütlere sahip belediyelerin bir araya gelmesiyle Cittaslow Birliği kurulmuştur. Şehir sakinlerinin ve ziyaretçilerin sosyalleşebileceği, hayatın tadına varabilecekleri bir şehir olma amacıyla hareket eden sakin şehirler, bu çerçevede ulaştırmaya büyük önem vermektedirler. Bu bildiri de sakin şehir kavramı tanıttıldıktan sonra, sürdürülebilirlik bağlamında İzmir sınırları içindeki Seferihisar Belediyesi'nin kentsel ölçekte uyguladığı ve planladığı ulaştırma konusundaki yaklaşımlar sunulacaktır.

Anahtar sözcükler: Sakin şehir, cittaslow, sürdürülebilir ulaştırma, Seferihisar.

Giriş

Günümüzde pek çok konuda sıkça kullanılan sürdürülebilirlik kavramı, ana hatlarıyla “gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetini tehlikeye atmadan, bugünkü ihtiyaçların karşılanması” düşüncesine dayanmaktadır (WCED, 1987). İlk olarak çevre disiplini içinde ortaya atılan kavramın içeriği daha sonra sosyal, kültürel, politik, teknik ve ekonomik açılarından zenginleşerek genişlemiştir. Pek çok tanımla yapılmakla beraber, bir konunun sürdürülebilirlik çerçevesinde değerlendirilebilmesi için, yukarıdaki düşünceye dayanan bir yönünün olması gerekir. Bu bakımdan mesela, sürdürülebilir kalkınma, “gelecek nesillerin ihtiyaçlarını, bugünkü nesillerin ihtiyaçlarına fedâ etmeden karşılayabilen” bir kalkınma anlayışını temsil eder. Sürdürülebilir kalkınma süreci, bu anlayışın ekonomik, sosyal ve çevre boyutlarıyla ele alındığı bir süreçtir. Günümüzde kalkınma politikalarının “sürdürülebilir” olarak kabul edilmesi noktasında, kalkınma için gerekli doğal kaynakların, gelecek kuşaklara da aktarılmasını sağlayacak şekilde sistematik, verimli ve uzun vadeli kullanılması; ortaya çıkan her türlü atığın azaltılması, kaynakların tekrar kullanımı için yöntemler geliştirilmesi; toplumsal açıdan eşitlikçi, ahlâki açıdan dürüst ve kabul edilebilir, ekonomik açıdan verimli olması; ülkelerin çevre

kaynaklarını tahrip etmeden, ekonomik ve sosyal açıdan ilerlemelerini sağlaması, gibi özelliklere uygunluğu sorgulanmaktadır (Leal Filho, 2000):

Ulaştırma altyapılarının, makro ve mikro düzeylerde, sürdürülebilirliğe konu olan önemli çıktı ve etkileri vardır. **Ekonomik anlamda**, trafik tıkanıklığı, hareketliliğin ve erişimin engellenmesi, sistemin güvenliği, kazaların neden olduğu kayıplar, ulaştırma tesis maliyetleri, kullanıcı maliyetleri ve yenilenemeyen kaynakların tüketilmesi konuları; **sosyal anlamda**, eşitsizlik ve hakkaniyetsizliğin etkileri, hareket engellilerin durumları, insan sağlığı etkileri, toplumsal etkileşim, toplumsal yaşanabilirlik, kentsel mekândaki bozulma ve estetik konuları; **çevresel anlamda** da hava, su ve ses kirliliği, doğal yaşamın bozulması, hidrolojik etkiler ve yenilenemeyen kaynakların tüketilmesi konuları, sürdürülebilirlik perspektifinden değerlendirilmesi gereken ulaştırma problemlerini oluştururlar (Litman ve Burwell, 2003).

Son yıllarda sürdürülebilir ulaştırma çözümlerini destekleyen yeni yaklaşımlar hızla yaygınlaşmaktadır. Bu çerçevede gösterilen çabalardan biri de sakin şehir (cittaslow) kavramı içindeki yaklaşımlardır (Mayer ve Knox, 2006). Bildiride, sakin şehir kavramı tanıtıldıktan sonra, sakin şehirlerde ulaştırma konusundaki altyapı çalışmalarına değinilecektir. Konunun, ülkemizdeki ilk sakin şehir unvanına sahip olan Seferihisar örneğiyle dikkatlere sunulması amaçlanmaktadır.

Sakin Şehir Kavramı ve Gelişimi

Cittaslow kavramı, Slow Food (Yavaş Yemek) hareketinden doğmuş bir kavramdır. Bu bakımdan sakin şehir kavramını anlayabilmek için, öncelikle Slow Food hareketine değinilecektir.

Yavaş Yemek (Slow Food) Hareketi

Slow Food, 1986 yılında Roma'daki meşhur İspanyol Basamakları'nda bir ayak üstü yemek (fast food) dükkanı açılmasına tepki olarak Gazeteci Carlo Petrini liderliğinde başlayan bir harekettir (Cittaslow, 2010, Seferihisar Belediyesi, 2010). Hikâyesi ilginçtir: İtalya'nın simgesel mekânlarından birinde İtalyan kültüründen tamamen kopuk, uluslararası bir ayak üstü yemek zinciri dükkanının açılmasına tepki olarak, kent sakinleri, esnaf ve kanaat önderlerinin başlattığı protesto başarıya ulaşmış, bu dükkanın kapanmasına neden olduktan sonra, Slow Food hareketi doğar. Bu protesto zamanla yemek yemenin sadece karın doyurmak anlamına gelmediğini, tohum aşamasından tabağa gelene kadar iyi, adil ve temiz olması gerektiğini savunan bir sivil toplum örgütü haline gelir. Slow Food hareketinin resmen kurulmasıyla önce İtalya'da daha sonra bütün dünyada taraftar bulmuştur. Öncüsü Carlo Petrini, bu hareketin küreselleşmeye karşı olmadığını vurgulamış ve savunulana aslında "erdemli küreselleşme" olduğunu belirtmiştir. "Geleneksel lezzetlerin deniz aşırı yerlere gidebilmesi için dayanıklı olması, yani ileri teknolojinin kullanılması ve ürünün bilinirliğinin artması için deniz aşırı piyasalara ihtiyaç duyması, yani küresel anlamda tanınırlılığının sağlanması 'erdemli küreselleşmenin' önemli unsurlarıdır" (Mutdoğan, 2010). Günümüzde yaklaşık 150 ülkede, 100.000 üzerinde üyesi olan bu hareketin üyelerinden bir kısmı, 1999 yılında Slow Food felsefesinin şehir ölçeğine taşınması gerektiğini düşünerek, Cittaslow Birliği'ni kurmaya karar verirler.

Sakin Şehir (Cittaslow) Kavramının Doğuşu

İtalyanca citta (dilimizde "çitta" olarak telaffuz edilen bu kelime, şehir demektir) ve İngilizce slow (yavaş) kelimelerinden oluşan "cittaslow" kavramı "sakin şehir" anlamında kullanılmaktadır. 1999 yılında İtalya'nın Greve in Chianti kenti belediye başkanı Paolo Saturnini'nin önderliğinde Bra (Francesco Guida), Orvieto (Stefano Cimicchi) ve Positano (Domenico Marrone) belediyelerinin de katılımıyla Cittaslow hareketinin temeli atılmıştır. Hayat kalitesini yükseltmeyi hedef alarak kentin gelişimini tekrar planlamak ve "yavaş felsefesi"ni kentsel boyuta taşımak amacıyla, üyelerinin belli

kriterlere sahip belediyelerden oluştuğu bir birlik meydana getirmek amacıyla kurulan Cittaslow Birliği, İtalya'da hızla büyümüştür. Ancak ulusal bir birlik olarak kalmayarak farklı ülkelerden çeşitli üyeler de birliğe katılmıştır. Cittaslow ağı, küreselleşmenin şehirlerin dokusunu, sakinlerini ve yaşam tarzını standartlaştırmasını ve yerel özelliklerini ortadan kaldırmasını engellemek için Slow Food hareketinden ortaya çıkmış bir kentler birliğidir (Seferihisar Belediyesi, 2010).

“Yavaşlık” aslında yaşamın hızından dolayı oluşan genel bir tatminsizlik göstergesi ve hızın artmasından dolayı oluşan yaşam kalitesindeki düşüşe bir tepkidir (Radström, 2005). Yavaşlığı savunanlar, daha makul bir hızda çalışıldığı, üretildiği ve tüketildiği zaman, daha kaliteli ve keyifli yaşanabileceğini vurgulamaktadırlar. Nitekim, hızlı yaşanan bir hayat, ayrıntılar gözden kaçtığı ve aceleci olduğundan derinliği olmayan bir hayattır. Aceleci olduğunda ise, her şey göz önünden hızla akıp gitmekte, algılar zayıflamakta, üstün körü, sindirilmemiş bir yaşayışla bireyler çevrelerindeki ortam, nesnelere ve insanlarla gerçek bir iletişim ve bağ kuramamaktadırlar (Mutdoğan, 2010). Bu da kişileri “çevrelerinden kopuk” bir ruh haline hapsetmektedir.

Cittaslow hareketi, küreselleşmenin homojenleştirdiği birbirinin aynı kent mekânlarından biri olmak istemeyen; aksine yerel kimliğini ve özelliklerini koruyarak dünya sahnesinde yer almak isteyen kasabaların ve kentlerin katıldığı bir harekettir (Mayer ve Knox, 2006). Doğaya saygılı, kendi tarihine, esnafına, geleneklerine, göreneklerine ve özellikle yerel yemeklerine sahip çıkarak da kentlerin gelişebileceğine inanan kentlerin katıldığı bu birliğe üye olabilmenin ilk şartı, nüfusunun 50.000'in altında bulunması; ikincisi ise birliğin belirlediği aşağıdaki 59 adet ölçütü yerine getirmektir (Cittaslow, 2010, Seferihisar Belediyesi, 2010).

Sakin şehir ölçütleri

Cittaslow, kentleri birbirine benzetme değil aksine küreselleşmenin kentleri sıradanlaştırmasına ve standartlaştırmasına karşı olarak ortaya çıkmış bir harekettir. Bu açıdan, Cittaslow Tüzüğünde yer alan 59 ölçüt (Cittaslow, 2010), üye olmak isteyen kentlere yol gösteren genel kurallar ortaya koymaktadır. Cittaslow ölçütleri; çevre politikaları, altyapı politikaları, kentsel kalite için teknolojiler ve tesisler, yerel üretimi korumak, misafirperverlik, farkındalık, Slow Food faaliyetlerine ve projelerine destek şeklindeki aşağıdaki 7 başlık altında toplanmıştır (Seferihisar Belediyesi, 2010). Bunlara ek olarak olağanüstü gereklilikler başlığı altında ise 3 madde bulunmaktadır.

Çevre Politikaları:

1) Hava, su ve toprağın kalitesinin, yasa tarafından belirtilen parametrelerde olduğunun belgelenmesi, 2) Kentsel çöp ve özel atıkların ayrıştırılarak toplanmasının teşvik edilmesi ve yaygınlaştırılmasına yönelik projeler, 3) Endüstriyel ve evsel kompostlamanın yaygınlaştırılması ve teşvik edilmesi, 4) Kentsel ya da toplu kanalizasyon için, atık su arıtma tesisinin bulunması, 5) Özellikle alternatif enerji kaynaklarının kullanılması ve biyokütlelerden ısı üretilmesi yoluyla; enerji tasarrufu ile ilgili belediye projesi, 6) Genetiği değiştirilmiş ürünlerin (GDO) tarımda kullanılmasının yasaklanması, 7) Reklam grafikleri, panolar ve trafik işaretlerinin düzenlenmesine dair belediye planı, 8) Elektromanyetik kirliliği kontrol eden sistemler, 9) Gürültü kirliliğini kontrol etmek ve azaltmak için bir program, 10) Işık kirliliğini kontrol etmek için sistem ve programlar, 11) Çevre yönetimi sistemlerinin benimsenmesi (EMAS ve ECOLABEL ya da ISO 9001; ISO 14000, SA 8000 ve Gündem 21 projelerine katılım).

Altyapı Politikaları:

1) Tarihi merkezlerin ve/veya kültürel ve tarihi değer çalışmalarının geliştirilmesi ve ıslah edilmesi için planlar, 2) Güvenli ulaşım ve trafik için planlar, 3) Okulları ve kamu binalarını bağlayan bisiklet yolları, 4) Özel taşımacılık ve trafiğin toplu taşıma ve yaya alanları ile bütünleştirilmesi üzerinden, alternatif ulaşımı destekleyen planlar (toplu taşıma alanlarına bağlanan ilave kentsel taşıt park yerleri, bisiklet yolları, okullar ve işyerlerine erişim sağlayan yaya güzergâhları, vb), 5) Kamu alanlarının engelliler için erişilebilir olması, mimari engellerin kaldırılması ve teknolojilere erişimin sağlanmasının

garanti altına alınabilmesi için D.L. 503/’96 uygulanmasının ispatı, 6) Aile yaşantısını kolaylaştıran ve yerel aktivitelere imkân veren programların teşvik edilmesi (eğlence ve spor faaliyetleri, okul ve aile arasında bağ oluşturmayı amaçlayan aktiviteler, yaşlılar ve kronik hastalar için ev yardımı da dahil olmak üzere çeşitli yardımlar, sosyal tesisler, belediye çalışma saatlerinin düzenlenmesi, umumi tuvaletler), 7) Tıbbi yardım merkezi, 8) Vasıflı yeşil alanların, D.M. 1444/’68 doğrultusunda asgari teçhizata sahip olması ve hizmet altyapıları (yeşil alanların birbiriyle bağlantıları, oyun sahaları, vb), 9) Ticari malların dağıtımını ve “doğal ürünler için ticari merkezler” oluşturulması için plan, 10) Mağaza sahipleriyle, zor durumda olan vatandaşlarla ilgilenme ve yardım etme üzerine mutabakat: “Dost mağazalar”, 11) Bozulmakta olan kentsel alanların ve şehrin yeniden kullanılmasına yönelik projelerin iyileştirilmesi, 12) Kent tarzının yeniden yapılandırılması ve iyileştirmesi için bir program, 13) U.R.P. (Kentsel Yenilenme Programı) işlevlerinin, Cittaslow bilgi bürolarıyla bütünleştirilmesi.

Kentsel Kalite için Teknolojiler ve Tesisler:

1) Biyomimari için büro ve biyomimarının teşvik edilmesi yönündeki bilgilendirme projesi için görevlendirilen personelin eğitimi için programlar, 2) Şehri, fiber optik kablolar ve kablosuz sistemler için teçhiz etmek, 3) Elektromanyetik alanları gözlemlene sistemlerinin benimsenmesi, 4) Çevre ve manzarayla uyumlu çöp kutularının tedarik edilmesi ve çöplerin belirlenmiş zaman tablolarına göre kaldırılması, 5) Toplu ve özel alanlarda; önemli, çevresel olarak uygun bitkilerin, tercihen bahçe/peyzaj mimarisi ölçütlerine uygun çizgilerdeki yerel bitkilerin yetiştirilmesine yönelik teşvik ve programlar, 6) Vatandaşlara hizmet sağlamak için planlar (belediye hizmetlerinin internet üzerinden duyurulması, vatandaşlar için internet tabanlı bir belediye ağı oluşturulması ve vatandaşların bu ağı kullanmaları yönünde eğitilmeleri), 7) Özellikle gürültülü alanlarda gürültünün kontrol edilmesi için plan, 8) Renklerle ilgili plan, 9) Elektronik imkânlarla, evden çalışmanın (tele-work) teşvik edilmesi.

Yerel Üretimi Korumak:

1) Organik tarımcılığın geliştirilmesi için projeler, 2) Esnaf ve zanaatkârlar tarafından üretilen ürünlerin, eşya ve el işlerinin kalitesinin sertifikalandırılması, 3) Yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olan esnaf ve zanaatkârların ve/veya el işi ürünlerinin korunması ve himayesine yönelik programlar, 4) Yok olma riskiyle karşı karşıya olan geleneksel çalışma ve meslek yöntemlerinin himayesi, 5) Organik ve/veya yerel topraklarda üretilmiş ürünlerin kullanılması ve restoranlar, okul kafeteryaları ve himaye altındaki yapılarda yerel geleneklerin muhafaza edilmesi, 6) Slow Food organizasyonu ile işbirliği içerisinde, okullarda tat ve beslenme konusunda eğitim programları, 7) Yok olma riski altında olan içki ve gastronomik yavaş yemek çeşitleri için, aktivitelere destek olmak, 8) Tipik yerel ürünlerin sayımı ve bu ürünlerin ticarileşmesi için destek (marketlerin yerel ürünler için güncellenmesi, uygun alanların oluşturulması), 9) Şehirdeki ağaçların sayılması ve büyük ya da “tarihi ağaçların” değerinin artırılması, 10) Yerel kültürel etkinliklerin teşvik ve muhafaza edilmesi, 11) Kent ve okul bahçelerinin geleneksel yöntemlerle yetiştirilmiş yerel ekinler için geliştirilmesi.

Misafirperverlik:

1) Turist bilgisi ve nitelikli misafirperverlik için eğitim kursları, 2) Tarihsel merkezlerde, yol gösteren turist güzergâhları ile birlikte, turist işaretlerinde uluslar arası işaretlerin kullanılması, 3) Ziyaretçilerin şehre yaklaşmalarını ve bilgi ve hizmetlere erişimlerini kolaylaştırıcı karşılama/kabul yönergeleri ve projeleri (otopark, resmi kurumların açılış saatlerinin uzatılması/esnetilmesi, özellikle takvime bağlı etkinlikler için planlama), 4) Şehrin “yavaş” güzergâhlarının düzenlenerek ilan edilmesi (broşürler, internet siteleri, ana sayfalar vb), 5) Turistik işletmeciler ve mağaza sahiplerinin, ücret şeffaflığı ve fiyatların müessesenin dışında sergilenmesi gerekliliği konusunda bilinçlendirilmesi.

Farkındalık:

1) Vatandaşlara sakin şehir olmanın amaçları ve süreçleriyle ilgili bilgi sağlayan kampanyaların düzenlenmesi. Bu kampanyalar, yönetimin, sakin şehir olmakla ilgili niyetlerinin bilgisi önceliğinde yürütülmelidir, 2) “Yavaş” felsefesini kazanmada sosyal yapıların dâhil edilmesi için programlar ve sakin

şehir projelerinin uygulanması. Özellikle; eğitsel bahçe ve parklar, kitap basımı ve dağıtım hizmetleri ve bitkilerin tohumlarının korunması projesine katılım, 3) Sakin şehir ve Yavaş Yemek faaliyetlerinin yaygınlaştırılması için programlar.

Slow Food Faaliyetlerine ve Projelerine Destek:

1) Yerel bir Slow Food örgütlenmesinin oluşturulması, 2) Zorunlu ve ikincil okullar için, Slow Food organizasyonu ile işbirliği yaparak, tat ve beslenme üzerine eğitim programları düzenleme, 3) Slow Food organizasyonu ile işbirliği yaparak okul sebze bahçelerinin kurulması, 4) Arca veya Slow Food merkezlerinin, yok olma riski altında olan türlere veya ürünler için bir veya daha çok projelerini uygulamak, 5) Slow Food organizasyonu tarafından temin edilen yerel bölge ürünlerinin kullanılması ve beslenme geleneklerinin, katma yemek eğitim programlarıyla birlikte, müşterek yemek servisleri, himaye altındaki yapılar ve okul kantinleri içerisinde muhafaza edilmesi, 6) Slow Food organizasyonu ile işbirliği içerisinde, “Mercati della Terra”nın¹ yerine getirilmesiyle elde edilen tipik yerel bölge ürünlerinin desteklenmesi, 7) “Terra Madre”² projesinin ve yemek cemiyetlerinin ortak eşleştirme ile desteklenmesi.

Olağanüstü Gereklilikler:

1) Cittaslow’un “hareket/kimlik” kampanyası için, Cittaslow tarafından lanse edilen şartların karşılanması (zorunlu), 2) Slow Food Komitesinin oluşturulması ve desteklenmesi (liyakat notu), 3) Üye şehirlerin, doküman antetlerine Cittaslow ticari markasını eklemeleri ve internet sitelerine “yavaş” felsefesi içeriklerini koymaları gerekmektedir.

Dünyadaki sakin şehirler

Bugün dünya ölçeğinde 23 ülkeye yayılmış durumda 141 sakin şehir bulunmaktadır (Cittaslow, 2010). Bunların 69 tanesi Cittaslow’un beşiği İtalya’da olmak üzere 123 tanesi Avrupa’dadır. Cittaslow Birliği üyesi olan şehirlerin adları ülkelere göre şunlardır:

1. ABD’de (3 adet); Fairfax, Sebastopol, Sonoma.
2. Almanya’da (10 adet); Bad Schussenried, Deidesheim, Hersbruck, Lüdinghausen, Marihn, Nördlingen, Schwarzenbruck, Überlingen, Waldkirch, Wirsberg.
3. Avustralya’da (2 adet); Goolwa, Katoomba.
4. Avusturya’da (3 Adet); Enns, Hartberg, Horn.
5. Belçika’da (4 adet); Chaudfontaine, Enghien, Lens, Silly.
6. Çin’de (1 adet); Yaxi (Gaochun County).
7. Danimarka’da (1 adet); Svendborg.
8. Fransa’da (1 adet); Segonzac.
9. Güney Afrika’da (1 adet); Sedgfield.
10. Güney Kore’de (8 adet); Hadong (Akyang-myeon village), Damyang (Changpyeong-myeon village), Jangheung (Yuchi-myeon village), Jeonju City (Jeonju Hanok Village), Namyangju City (Joan-myeon), Sinan (jeung-do island), Wando (Cheongsando Island), Yesan (Daeheung & Eungbong villages).
11. Hollanda’da (3 adet); Alphen-Chaam, Borger-Odoorn, Midden-Delfland.
12. İngiltere’de (8 adet); Aylsham, Berwick upon Tweed, Cockermonth, Diss, Ludlow, LinlithgowMold, Perth, Sturminster Newton.
13. İspanya’da (6 adet); Begur, Bigastro, Lekeitio, Mungia, Pals, Rubielos de Mora.
14. İsveç’de (1 adet); Falköping.
15. İsviçre’de (1 adet); Mendrisio.
16. İtalya’da (69 adet); Abbiategrosso, Acqualagna, Acquapendente, Altomonte, Amalfi, Amelia, Anghiari, Asolo, Barga, Borgo Val di Taro, Bazzano Bra, Brisighella, Bucine, Caiazzo, Capal-

¹ Slow Food felsefesini takip esaslarına göre kurulmuş, çiftçi pazarları.

² Slow Food tarafından koordine edilen, sorumlu ve sürdürülebilir şekilde kaliteli gıda üretimi için oluşturulmuş bir ağ.

bio, Casalbeltrame, Castel San Pietro Terme, Castelnovo n  Monti, Castelnuovo Berardenga, Castiglione del Lago, Castiglione Olona, Cerreto Sannita, Chiavenna, Chiaverano, Cisternino, Citt  della Pieve, Citt  Sant'Angelo, Civitella in Val di Chiana, Fontanellato, Francavilla al Mare, Galeata, Giffoni Valle Piana, Giuliano Teatino, Greve in Chianti, Guardigliare, Levanto, Massa Marittima, Monte Castello di Vibio, Montefalco, Morimondo, Novellara, Orsara di Puglia, Orvieto, Pellegrino Parmense, Penne, Pianella, Piosasco, Pollica, Positano, Pratovecchio, Preci, San Daniele del Friuli, San Gemini, San Miniato, San Potito Sannitico, Santarcangelo di Romagna, San Vincenzo, Santa Sofia, Scandiano, Stia, Suvereto, Teglio, Tirano, Todi, Torgiano, Trani, Trevi, Zibello.

17. Kanada'da (2 adet); Cowichan Bay, Naramata.

18. Macaristan'da (1 adet); H dmez v s rhely.

19. Norveç'de (3 adet); Eidskog, Levanger, Sokndal.

20. Polonya'da (7 adet); Biskupiec, Bisztynek, Lidzbark Warminski, Murowana Go lina, Nowe Miasto Lubawskie, Reszel.

21. Portekiz'de (4 adet); Lagos, Sao Bras de Alportel, Silves, Tavira.

22. Türkiye'de (1 adet); Seferihisar.

23. Yeni Zelanda'da (1 adet); Matakana (Rodney District).

Sakin Şehirlerde Ulaştırma

Şehir sakinlerinin ve ziyaretçilerin sosyalleşebileceği, hayatın tadına varabilecekleri bir Şehir olma amacıyla hareket eden cittaslowlar, bu  er evde ulaştırmaya büyük önem vermektedir. Temel yaklaşım, yasakçı bir zihniyeti uygulamaktan çok, ulaŐtırmayı sürdürülebilir kılmaktır. Yavaş felsefesi ge-reği, acelecilik ve yüksek hızı destekleyen sunu eylemlerinden kaçınılmaktadır. Bu bakımdan mesela, hızlı ulaşımı destekleyen katlı kavşak  oz mlerine hiç rağbet edilmemektedir. Zaten kent nüfuslarının 50.000'den d Őuk olması Şartı, bu tip yapıların gereksizliğini de desteklemektedir. Altyapı politikaları başlığı altındaki Şu  c  l t , doğrudan kentin ulaştırma konuları ile ilgilidir: 1) Güvenli ulaşım ve trafik için planlar, 2) Okulları ve kamu binalarını bağlayan bisiklet yolları, 3)  zel taşımacılık ve tra-fiğin toplu taşıma ve yaya alanları ile bütünleştirilmesi üzerinden, alternatif ulaşımı destekleyen planlar (toplu taşıma alanlarına bağlanan ilave kentsel taşıt park yerleri, bisiklet yolları, okullar ve iŐyerle-rine erişim sağlayan yaya g zerg hleri, vb).

 evre politikaları başlığı altındaki, trafik işaretlerinin düzenlenmesine dair belediye planı oluŐturul-ması ve gürültü kirliliğini kontrol etmek ve azaltmak için bir program oluşturulması; misafirperverlik başlığı altındaki, tarihsel merkezlerde, yol gösteren turist g zerg hleri ile birlikte, turist işaretlerinde uluslar arası işaretlerin kullanılması, ziyaretçilerin Şehre yaklaşmalarını, bilgi ve hizmetlere eriŐimle-rini kolaylaştırıcı karşılama/kabul yönergeleri ve projelerin hazırlanması (otopark, resmi kurumların açılış saatlerinin uzatılması/esnetilmesi, özellikle takvime bağlı etkinlikler için planlama) konuları da dolaylı olarak ulaştırmaya yönelik gereklilikleri içermektedir.

Pek çok sakin Şehre bakıldığında, en yaygın uygulamaların yaya alanlarının arttırılarak, motorlu taşıt trafiğinin kent merkezi dışındaki çeperlerde tutulma çabasına yönelik olduğu görülmektedir. Bazen doğrudan yasaklama, bazen merkeze yürüme mesafesindeki 300-500 m çapında bir alanın dışında, kent  l eğine göre uydu denilebilecek otopark alanlarının hizmete sokulması ile bu sağlanmaktadır. Kent merkezindeki esnafın yük taşıma ihtiyaçları için de yayalaŐtırılmıŐ yollara giriş çıkıŐlara genel-likle gece saatlerinde izin verilmektedir. Kentsel hareketliliğin sağlanması, bisiklet kullanımının teşviki ve yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmalar önemli bir yer işgal etmektedir. Güvenli ve ergo-nomik bisiklet yolları, çevreyle uyumlu bisiklet parkları, özellikle düz bir topografik yapıya sahip yerleşimlerde, hareketliliğe önemli katkılar sağlamaktadır. Bir diğer konu da entegrasyondur. Sakin Şehirlerde gerek özel araçların, gerek toplu taşıma araçlarının, gerekse kamu hizmetleri veren araçla-

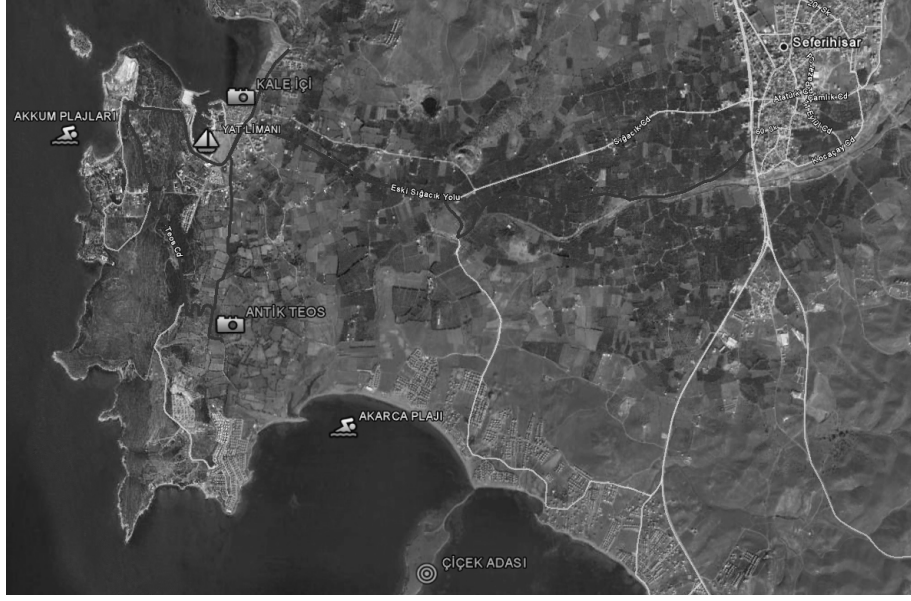
rın, kurlsız ve başı boş bir Şekilde ulaştırma ağını kullanmalarını engelleyici yönetim ve işletme planları desteklenmektedir. Böylelikle, evre politikaları başlığı altındaki yaşanabilir bir evre için emisyon, hava kirliliği, su kirliliği ve gürültü kontrolüne yönelik Őartlar da yerine getirilmektedir.

Sakin Şehir ltlerinin uygulanması yerel ve bölgesel Şartlara göre farklılık gösterebilmektedir. Bu durum ulaştırma problemlerinin çözümü konusundaki yaklaşımlarda da geçerlidir. Mesela, ulaşımda bisiklet kullanımının çok yaygın olduğu Hollanda'da yer alan Miden-Delfland belediyesi için bisiklet kullanımını teşvik etmek, çoğunluğun "bisikleti sadece çocukken kullanılan bir araç" olarak düşünen Türkiye'deki bir kente göre, çok daha kolay olmaktadır. Bu zihinsel farklılıklara, Hollanda gibi arazinin engebeli olmadığı düz alanlara kurulmuş kentlerle, dağlık alanlarda kurulan kentlerin aralarındaki coğrafi farklılıklar da eklenebilir. Bu durumda, Midden-Delfland kenti ulaşımda bisiklet kullanımını bir üst seviyeye çıkararak elektrikli bisikletleri teşvik ederken, Seferihisar Belediyesi bisiklet kullanımını bilincini geliştirici ve yaygınlaştırıcı çalışmalarda bulunmaktadır.

Sakin Şehir Seferihisar ve Ulaştırma Altyapısı

Seferihisar, İzmirden güneybatısında, il merkezine 45 km mesafede bir ilçedir. İlçenin batı ve güneyinde Ege denizine kıyısı vardır. Kent merkezinin denize uzaklığı 5 km olup, rakımı 18 m'dir. İlçenin yüz ölçümü ise 386 km²'dir. Seferihisar, kışın 30.000, yazın ise yaklaşık 100.000 nüfusa sahip bir ilçedir. Yeni beldelerin Seferihisar'a katılmasıyla kış ve yaz nfuslarındaki fark daha da büyümeye başlamıştır. Düzce, Sığacık, Doğanbey, Akarca ve rkmez gibi deniz kıyısı yerleşimlere ve Gdence, Çamtepe, Orhanlı gibi dağ köylerine sahiptir. İlçe merkezinde 6 mahalle vardır. Güçlü rüzgar koridorları ve geniş jeotermal kaynaklarıyla, yenilenebilir enerji kaynakları açısından da gelişme potansiyeli olan bir yerleşimdir. Bölgenin geçim kaynakları tarım (mandalina, zeytin, üzüm) ve turizm üzerine kuruludur.

Kentiçi ve kentlerarası ulaşım, karayolu ile sağlanmaktadır. İlçe merkezinden Kuzey-Güney doğrultusunda, bölünmüş tipteki 35-39 numaralı İl yolu geçmektedir (Şekil 1). Bu yolun 2009 yılı YOGT değeri 5853 tř/gün olup trafik kompozisyonu; 4373 otomobil, 750 hafif ticari araç, 384 otobüs, 341 kamyon ve 5 treylerden meydana gelmektedir (KGM, 2010). İlçenin İzmir-eşme otoyoluna uzaklığı 21 km'dir. İmara açık kentsel yerleşim alanları, ağırlıklı olarak İl yolunun doğusundadır. Bu yolla sahil arasındaki kuşak, mandalina bahçelerinden oluşan bir tarım alanıdır. Kent formunun ana omurgası tek merkezli olup, Atatürk Caddesi ve Belediye Parkı etrafında toplanan bir yapı arz etmektedir. Bu havali, aynı zamanda ilçenin arşısıdır. Yol ağı yapısı, yer yer radyal ve ızgara Şeklinde parçalar içermekle beraber, genel olarak karışıktır. İlçe merkezinde katlı kavşak olmayıp, İl yolunun Sığacık Caddesi- Atatürk Caddesi aksını kestiği noktada, dört kollu sinyalize edilmiş bir dönel kavşak bulunmaktadır. İlçe merkezindeki yollar, Atatürk Cad., İnönü Cad., Hkmet Cad., amlık Cad, Kocaçay Cad., 11 Eylül Cad. ve Pazar Cad. gibi caddeler dışında, genelde sokak formunda olduğu için, adalarla yönlendirilmiş eş düzey kavşaklar yok denecek kadar azdır. Merkezdeki caddeler genellikle 10-14,5 m, sokaklar ise 5-10 m genişliktedir. Bu özellikleriyle ulaştırma ağı ağırlıklı olarak yaya kullanımına uygundur. Ancak buna rağmen kent merkezindeki dar yollar ve çevresinde gün içinde, özellikle ilçe pazarı kurulduğu günlerde, belirgin bir otopark problemi söz konusudur.



Şekil 1. Seferihisar'ın konumu.

İzmir'e karayoluyla belediye otobüsü ve minibüs kullanılarak ulaşılmaktadır. 730 numaralı Fahretin Altay-Seferihisar hattında, hafta içi ve Cumartesi günleri 18 sefer, Pazar günleri 14 sefer yapılmaktadır. Otobüslerin sefer aralıkları düzenli değildir. Yine aynı hat üzerinde çalışan minibüslerle yapılan seferlerin aralıkları ise, otobüslere göre daha kısadır (10-30 dakika arasında değişken). Minibüslerle, hafta içi 67, hafta sonu 61 sefer yapılmaktadır. Seferihisar'dan Ürkmez'e yine benzer şekilde belediye otobüsü ve minibüs hatları kullanılmaktadır. Otobüslerin ve minibüslerin bulunduğu köylere ulaşım, özel araçlarla sağlanmaktadır.

İlçeden bir demiryolu hattı geçmemektedir. En yakın tren istasyonu 45 km mesafede İzmir merkezindedir. İlçe, Adnan Menderes Havaalanına ise 40 km mesafededir. İlçede yolcu ve yük taşımacılığına hizmet veren bir liman yoktur. Ancak, Sığacık'ta bir balıkçı barınağı ve 400 yat kapasiteli bir yat limanı vardır.

Seferihisar'da Ulaştırma Altyapısına Yönelik Faaliyetler

Seferihisar, 28 Kasım 2009 tarihinde Türkiye'nin ilk sakin şehri olarak Cittaslow Birliği'ne kabul edilmiştir. Cittaslow birliği tüzüğü gereği, bir ülkeden ilk kabul edilen üye kent, o ülkenin başkenti olurken, aynı ülkeden birliğe üye olmak isteyen kentlerin başvurularını değerlendirme ve merkezi İtalya'da bulunan Cittaslow Birliği'ne iletilmesi yetkisi bu kente verilmektedir. Seferihisar'ın Birliğe kabul tarihinden günümüze kadar, ulaştırma konusunda çeşitli çalışmalar, planlama ve uygulama düzeylerinde yapılmaya başlanmıştır.

Seferihisar'da uygulanması planlanan çözümleri kısa, orta ve uzun vadeli olarak üç grupta değerlendirmek mümkündür. Kısa vadeli olanlar mevcut kaynak ve imkânlarla uygulanmaya başlanmış, orta ve uzun vadeli olanlar üzerinde ise, çeşitli düzeylerde çalışmalar devam etmektedir.

Hayata geçirilen ve üzerinde çalışılan kısa vadeli çözümler

1. Motorlu taşıt trafiğinden arındırma ve yayalaştırma çalışmaları: Kent merkezinde taşıt trafiğinden arındırma ve yayalaştırmaya yönelik planlama çalışmalarına başlanmıştır. Bu çerçevede,

Atatürk Caddesinin 400 metrelik kesimi için bir düzenleme projesi hazırlanmış ve 25 Kasım 2010'da onaylanmıştır. Proje kapsamında Atatürk Caddesi üzerindeki binaların cephe düzenlemeleri de yapılacaktır. Bu çalışmalar için İller Bankası'na kredi başvurusu yapılmıştır. Kredi konusunda revizyon çalışmaları devam etmektedir. İnşaat işinin 2011 yılı içinde tamamlanması öngörülmektedir.

2. Bisiklet yollarının planlanması: Seferihisar'da bisiklet yolları kent merkezi ve kent çevresinde olmak üzere iki grup halinde planlanmaktadır. İlk aşamada, çeşitli kadastral yollar yeniden düzenlenerek bisiklet kullanımı için uygun hale getirilmiş olup, bu yollarda bisiklet kullanımı teşvik edilmektedir. Uzun vadede ise, merkez etrafında üç adet bisiklet parkuru planlanması düşünülmektedir.

3. Bisiklet parklarının yerlerinin belirlenip, düzenlenmesi: Bisikleti teşvik çalışmaları çerçevesinde çeşitli noktalarda bisiklet parkları planlanmıştır. Planlar aşamalı olarak uygulamaya konmuştur. İlk aşamada, Seferihisar merkezi, Sığacık ve Dokuz Eylül Üniversitesi MYO olmak üzere üç noktada bisiklet parkı yapılmıştır.

4. Bilgi işaretlerinin konulması: Ziyaretçilerin erişmek istedikleri noktalara rahat ve kolay bir şekilde yönlendirilmesine yardımcı işaretleme çalışmaları planlanmış ve uygulamaya geçilmiştir. Sığacık mahallesi başta olmak üzere, Seferihisar'ın geneli için uygulamalar halen devam etmektedir.

5. Şehir garajının merkez dışına alınması: Garajın taşınması için plan değişikliği yapılmıştır. İzmir Büyükşehir Belediyesi'ne sunulan değişiklik için onay beklenmektedir.

6. Merkez çeperine otopark inşası çalışmaları: Otopark yeri konusunda çalışmalara başlanmıştır. Proje hazırlıkları çerçevesinde, jeolojik etüdler yapılmaktadır.

Planlama çalışmaları devam eden orta vadeli çözümler

1. Tabela kirliliğine yol açmadan, düşey trafik işaretlerinin yeniden ve standart olarak düzenlenmesi konusunda Emniyet Müdürlüğü ve İzmir Büyükşehir Belediyesi ile birlikte çalışmalar devam etmektedir.

2. Tarihi yapıların etrafında, görüntü kirliliğini ortadan kaldırmaya yönelik trafik ve otopark düzenlemeleri konularında da Emniyet Müdürlüğü ve İzmir Büyükşehir Belediyesi ile birlikte çalışmalar devam etmektedir.

3. Toplu taşımının rehabilitasyonu konusu, fikir projesi bağlamında ele alınmış olup, henüz ayrıntılı planlama çalışmalarına geçilmemiştir.

4. Mevcut yaya yollarının engellilere göre rehabilitasyonu konusundaki çalışmalar, Atatürk Caddesi düzenleme projesiyle başlatılmıştır. Orta vadede kent genelinde yaygınlaştırmak üzere, çalışmalar yapılmaktadır.

5. İmar kararlarıyla uyumlu ve birbirini destekleyici "sakin şehir ulaştırma ana planı" hazırlama düşüncesi prensip olarak kabul edilmiştir. Seferihisar için yapılacak bir "sakin şehir ulaşım ana planı" ve bunun uygulanması ise, kentin yaşanabilirlik düzeyine önemli katkılar sağlayacaktır. Seferihisar üzerinden yapılacak bir ulaşım ana planının, verimli sonuçlar doğurması ise, sakin şehir olmak isteyen kentler için iyi bir örnek olacaktır.

Fikir projesi durumundaki uzun vadeli çözümler

1. Bisiklet yollarının planlanması: Merkez etrafında, bir taraftan şehir sakinlerinin kullanımı, diğer taraftan spor ve turizm amaçlı olarak üç adet bisiklet parkuru planlanması düşünülmektedir. Fikir projesi durumundaki bisiklet parkurları şunlardır: 1) Seferihisar (Merkez)-Sığacık-Akkum plajları-Antik Teos harabeleri, 2) Sığacık-Doğanbey-Akarca-Ürkmez, 3) Seferihisar (Merkez)- Beyler-Kavakdere-Seferihisar (Merkez). Konuya ilgi gösteren gruplar vardır. Ege Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü öğrencileri tarafından Seferihisar-Sığacık parkuru için, çevre analizi, tip enkesitler ve donatı elemanları detaylarının hazırlandığı bir avan proje çalışması yapılmıştır (Kaldırak ve diğ., 2010).
2. Festival, kutlama gibi özel programlara yönelik, acil trafik yönlendirme planları için önceden bir çerçevenin belirlenmesi düşünülmektedir. Söz konusu etkinlik programları öncesinde, belirlenen kriterlere göre trafik yönetimi yapılabilecektir.
3. Deprem ve afet acil ulaşım planının hazırlanması: Bir deprem veya doğal afet meydana geldiğinde, hangi ana yolların, ne şekilde kullanılacağı, olaylara müdahale edecek araçların ne şekilde yönlendirileceğine ait bir plan çalışması düşünülmektedir. Bu süreçte, görevli kişilere eğitim verilmesinin yanında, şehir sakinlerinin bilinçlendirilmesine yönelik çalışmaların da yapılması öngörülmektedir.
4. Kamu hizmeti veren araçların faaliyet saatlerinin yeniden planlanmasına yönelik çalışmaların yapılması düşünülmektedir. Hali hazırda ise, çöp toplama araçlarının GPS sistemiyle uzaktan takibi projesi hayata geçirilmiştir.
5. Küçük boyutta bir trafik kontrol/izleme merkezi kurularak, ana ulaşım akslarının denetlenmesine yönelik çalışmaların yapılması düşünülmektedir. Bilgi teknolojilerinin bu yönleriyle de kullanılmasıyla, sakin kent yaşam kalitesine katkı sağlanabilecektir.
6. Cittaslow Seferihisar tarafından, temiz enerji kullanımı çerçevesinde, bir “Güneş Enerjili Bisiklet Prototip Uygulaması” tamamlanmıştır. Bu bağlamda, prototip bisikletin seri üretiminin yapılması konusunda, istekli yatırımcılarla görüşmeler devam etmektedir.

Sonuç

Seferihisar’ın ülkemizdeki ilk sakin şehir tecrübesi olması, ilgililerin ulaştırma problemlerinin çözümü konusundaki sorumluluğunu arttırmaktadır. Seferihisar kısa, orta ve uzun vadede ulaştırma problemlerinin çözümü konusunda önemli adımlar atmıştır. Seferihisar için yapılacak bir “sakin şehir ulaşım ana planı” ve bunun uygulanması ise, kentin yaşanabilirlik düzeyine kısa zamanda önemli katkılar sağlayacaktır. Bu tür bir çalışmanın ülkemizde sakin şehir olmaya aday diğer yerleşimler için de, yararlı bir örnek teşkil etmesi mümkün görünmektedir. Nitekim Cittaslow şimdiden, Türkiye’de pek çok kent için bir yerel kalkınma modeli ve sürdürülebilir bir gelecek için yol haritası olmaya başlamıştır. Sakin şehirlere yönelik olarak hazırlanacak bir ulaşım ana planı çalışması, bundan sonra sakin şehir olmak isteyen kentler için de bir yol gösterici olacaktır.

Seferihisar Türkiye’nin ilk sakin şehri olması yanında, Türkiye’nin de Cittaslow Başkenti konumundadır. Bir ülkede, en az üç sakin şehir olması durumunda, Cittaslow ağında ulusal birlik kurma imkânı doğmaktadır. Nitekim, Uluslararası Cittaslow ağına dâhil olmayı hedefleyen Sakarya’nın Taraklı, Çanakkale’nin Gökçeada, Aydın’ın Yenipazar ilçeleri ve Muğla’nın Akyaka beldesi, Seferihisar’a yaptığı başvuruların ardından, hazırladıkları adaylık dosyaları İtalya Orvieto’da bulunan Cittaslow Birliği’ne

iletmiştir. Ülkeler oluşturdukları ulusal birliklerinde, yeni ölçütler getirip, bunları uygulayabilmekte-
dirler. Diğer taraftan günümüzde Cittaslow Örgütü'nün bilimsel komitesinde, yeni Cittaslow ölçütleri
üzerinde sıcak tartışmalar ve çalışmalar devam etmektedir. Seferihisar'da uygulanacak çözümlerin
ilgili komitelerde kabul görmesi ise, Cittaslow ölçütleri arasında, ulaştırma konularının daha ayrıntılı
bir şekilde tanımlanmasına katkı sağlayabilecektir. Belki de bu çerçevede, Seferihisar üzerinden yapı-
lacak bir ulaşım ana planının, ortaya verimli sonuçlar koyması, bundan sonra sakin şehir olmak isteyen
kentler için ulaşım ana planı hazırlanmasını zorunlu hale getirebilecektir.

Kaynaklar

1. Cittaslow (2010) [www.cittaslow.org/download/DocumentiUfficiali/2009/newcharter\[1\].pdf](http://www.cittaslow.org/download/DocumentiUfficiali/2009/newcharter[1].pdf).
2. Kaldırak, G., Elturun, Ş., Eniştekin, G., Çobanoğlu, Ç. ve Alvan, A. (2010) Seferihisar-Sığacık Yolu Bisiklet Yolu Projesi, Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Peyza Mimarlığı Böl. Projesi, İzmir.
3. KGM (2010) KGM 2. Bölge Müdürlüğü 2009 Yılı Ulaşım Etüdüleri Yıllığı, Planlama Başmühendisliği, İzmir.
4. Leal Filho, W. (2000) Dealing With Misconceptions On The Concept of Sustainability. International Journal of Sustainability in Higher Education, Vol. 1, Issue 1, pp. 9-19.
5. Litman, T. ve Burwell, D. (2003) Issues in Sustainable Transportation. VTPI. <http://www.vtpi.org>.
6. Mayer, H. ve Knox, P. L. (2006) Slow Cities: Sustainable Places in a Fast World, Journal of Urban Affairs, 28/4, pp. 321-334.
7. Mutdoğan, S. (2010) Seferihisar Örneğinde Sakin Şehir Hareketi, 1. Uluslararası Yeşilçağ Sempozyumu, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, 6-8 Aralık 2010, İstanbul.
8. Radström, S.J. (2005) An Urban Identity Movement Rooted in the Sustainability of Place: A Case Study of Slow Cities and Their Application in Rural Manitoba. Master of City Planning, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada.
9. Seferihisar Belediyesi (2010) www.cittaslowseferihisar.org.
10. WCED (World Commission on Environment and Development, Brundtland Commission) (1987) Our Common Future. Oxford University Pres.

Sürdürülebilir Ulaşım – Kent Biçimi İlişkisi

Ar. Gör. Dr. Esin Ö. AKTUĞLU AKTAN
Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi
Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Beşiktaş, İstanbul
Tel: 0 533 5166572
esinaktan@hotmail.com

Öz

Ulaşım sistemi önce yaya (insan) için daha sonra da mal, eşya, araç vb. için olmalıdır. Ulaşım sistemi kent ile bir bütündür ve aynı zamanda da kentin bir parçasıdır. Süreç içinde bakıldığında yaya ölçekli kentlerden yaygın, algılanamaz, erişilemez kentlere doğru bir gelişim söz konusudur. Bu durumun oluşmasında en büyük etkenlerden birinin otomobil olduğu söylenebilir.

Sürdürülebilir kentiçi ulaşımı ancak sürdürülebilir kent biçimi ile ilişkilendirildiğinde mümkün olabilir. Bu yazıda amaç, kent biçimlenişinin sorunun altyapısını oluşturduğu düşüncesiyle irdelenmesidir. Bu irdeme ile birlikte sürdürülebilir ulaşımın kent biçimine nasıl entegre edileceği tartışılacaktır.

Konuyu tartışırken kapsam içinde kent biçimine ilişkin kentsel yoğunluk, büyüklük ve kompakt kavramları sürdürülebilir ulaşım ile ilişkilendirilecektir.

Kentiçi ulaşımına bakıldığında yerleşmeler yaya erişme mesafesini geçmeyen lekeler olarak kaldığı sürece ulaşım konusu sorun olarak gündeme gelmemektedir. Yerleşme lekelerinin söz konusu sınırları aşmasıyla kentlerde erişme sorun haline gelmeye başlamaktadır.

Kentin kontrol dışı yayılması karşısındaki yaklaşım (dünya kentleri örnekleri doğrultusunda), kentlerin teknolojik gelişimi doğrultusunda değil de insan ölçeğinde sınırlandırılması yönündedir. Bu düşünce ile kentin yürünebilir bir biçime dönüşümü sağlanmalıdır. İnsanların yürüme mesafesi baz alınarak oluşturulan mahallelerin birleşmesinden oluşan alt bölgeler kent parçalarını oluştururken her aşamada toplu ulaşım sistemi öncelikli olmalıdır. İnsan gücüne dayalı bisiklet kullanımına da yaya bazlı/ağırlıklı yaklaşımda özellikle sürdürülebilirlik açısından yer ayrılmalıdır.

***Anahtar Kelimeler:** Sürdürülebilirlik, Kent biçimi, Kentiçi ulaşım, Kompakt*

Giriş

Dünyadaki kentsel nüfus oranının hızla artması, kentleşme ve sanayileşme süreçlerinde kaynakların denetimsiz kullanımı ve tüketimi, doğal çevre ve kentsel yaşam kalitesi üzerinde olumsuz sonuçlar yaratmaktadır. Bu olumsuzluklara çözüm arayışı şeklinde ortaya çıkan **sürdürülebilir kentleşme** olgusu kentleşmenin gündemindeki en önemli konulardan biridir.

Bu bildiride **sürdürülebilir ulaşım** konusu **sürdürülebilir kent biçimi** ile ilişkilendirilerek açıklanmıştır. Planlama ve ulaşım konuları bir bütündür ve ayrı ayrı düşünülemez, oluşturulamaz.

Başka bir deyişle ulaşım konusu kentin biçimlenişini kentin biçimlenişi de ulaşımın gelişimini etkilemektedir.

Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik daimi olma yeteneği olarak tanımlanabilir. Esas olarak sürdürülebilirlik ekonomik ve teknolojik gelişmelere paralel ortaya çıkan çevre sorunlarının önüne geçebilme ve doğanın (ekosistem) korunması üzerine odaklanmıştır.

Sürdürülebilirlik kavramı ilk kez, Dünya Doğayı Koruma Birliği (IUCN) tarafından 1982 yılında kabul edilen Dünya Doğa Şartı belgesinde yer almıştır. Buna göre insanların yararlandığı ekosistem, organizmalar, kara, deniz ve atmosfer kaynaklarının optimum sürdürülebilirliğini başarabilecek biçimde yönetilmeleri gerektiği ancak bunun ekosistemlerin ve türlerin bütünlüğünü tehlikeye atmayacak biçimde yapılması öngörülmektedir (Yazar, 2006). **Sürdürülebilir gelişme** kavramının bugünkü anlamıyla tanımlanması ise Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun 1987 yılında yayınladığı "Ortak Geleceğimiz" raporunda yapılmıştır. Rapora göre sürdürülebilir gelişme, bugünün ihtiyaçlarını, gelecek kuşakların da kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme olanağından ödün vermeksizin karşılamaktır. Ruşen Keleş sürdürülebilir gelişmeyi, sürekli ve dengeli gelişme olarak adlandırarak şu şekilde tanımlamaktadır; çevre değerlerinin ve doğal kaynakların savurganlığa yol açmayacak biçimde akılcı yöntemlerle, bugünkü ve gelecek kuşakların hak ve yararları da göz önünde bulundurularak kullanılması ilkesinden özveride bulunmaksızın ekonomik gelişmenin sağlanmasını amaçlayan çevreci bir dünya görüşüdür (Keleş, 1998).

Sürdürülebilir gelişme, bir başka deyişle, ekonomik büyüme ve refah seviyesini yükseltme çabalarını, çevreyi ve yeryüzündeki tüm insanların yaşam kalitesini koruyarak gerçekleştirme yöntemidir. Sürdürülebilir gelişme ancak mekana yansıdığında gerçekleşebilir. Bu nedenle sürdürülebilir gelişmenin sağlanabilmesi için **sürdürülebilir kentleşmeyi** oluşturacak politika ve uygulamaların gerçekleşmesi önem kazanmaktadır.

Sürdürülebilir gelişmenin ilk defa tartışıldığı 1972 Stockholm BM İnsan ve Çevresi Konferansının bildirgesinin 15. maddesinde, "çevreye olan olumsuz etkileri önlemek, maksimum sosyal, ekonomik ve çevre faydaları sağlamak için yerleşmelere ve kentlere planlama uygulanmalıdır" denilirken, 16. maddede de "temel insan haklarına ön yargısız olarak, ilgili hükümetlerce uygun bulunan demografi politikaları; çevre ve kalkınma üzerinde olumsuz etkileri olan nüfus artış hızı veya aşırı nüfus yığılımları ile düşük nüfus yoğunluğunun insan çevresinin gelişmesini veya kalkınmayı engelleyebileceği bölgelerde uygulanmalıdır" şeklindedir (Karakurt, 2009).

1992 Rio de Janeiro'da BM tarafından düzenlenen Çevre ve Gelişme Konferansının sonucunda kabul edilen "Günden 21"nin "Sürdürülebilir İnsan Yerleşimleri Gelişmesinin Desteklenmesi" bölümünde, insan yerleşimlerinin sosyal, ekonomik ve çevresel kalitesinin geliştirilmesi amacı güdülmüş ve bu temel amaca dönük olarak bazı programlar saptanmıştır. Herkes için yeterli barınma, insan yerleşimleri yönetiminin iyileştirilmesi, sürdürülebilir arazi kullanım planlaması ve yönetimi, bütünlük çevresel altyapı hizmetlerinin sağlanması, **sürdürülebilir enerji ve ulaşım sistemleri**, afetlere maruz alanlarda yerleşme planlaması, insan yerleşimlerinin gelişmesi için kapasite oluşturulması gibi başlıklarla (Tekeli, 1996) ele alınan bu programlar **sürdürülebilir kentleşmenin** hedeflerini oluşturmuştur.

1994 tarihinde Danimarka'nın Aalborg kentinde gerçekleştirilen Avrupa Sürdürülebilir Kent ve Kasabalar Konferansında oluşturulan Aalborg Şartında, sürdürülebilirlik, yerel karar verme sürecinin tüm alanlarını kapsayan denge arayışlı, yerel ve yaratıcı bir süreç olarak tanımlanır. Şart,

doğanın taşıma kapasitesine uygun yaşam koşulları, sosyal adalet, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik arayışlarında, sürdürülebilir gelişmenin, kentlere ve kasabalara önemli bir yol gösterici olduğunu işaret eder. Kent yönetimlerine bir eko-sistem yaklaşımını benimsetmeyi amaçlayan bu şart doğrultusunda sürdürülebilirlik açısından kentsel politikalar arasındaki **ulaşım**la ilgili olanları aşağıdaki gibidir;

- Ekonomik gelişmenin sınırlayıcı etkeninin doğal servet olduğu kabulü ile bu **servetin korunmasının gerekliliği** (su rezervlerinin, toprağın biyolojik çeşitliliğin korunması, **yenilenemez enerji kaynaklarının kullanımının azaltılması** vb.)
- Arazi kullanım ve imar planlamasında stratejik çevre etki değerlendirmesinin gerekliliği, kentsel gelişim sürecinde **mobilitayı azaltıcı** yönde bir işlevler karışımı oluşturulması gerekliliği,
- Erişilebilirliğin artırılarak toplumsal refahı ve şehirli hayat tarzının **daha az ulaşım doğuracak biçimde** yönlendirilmesinin gerekliliği
- **Yenilenebilir enerji kaynaklarının** yegane sürdürülebilir seçenek olduğu şeklindedir.

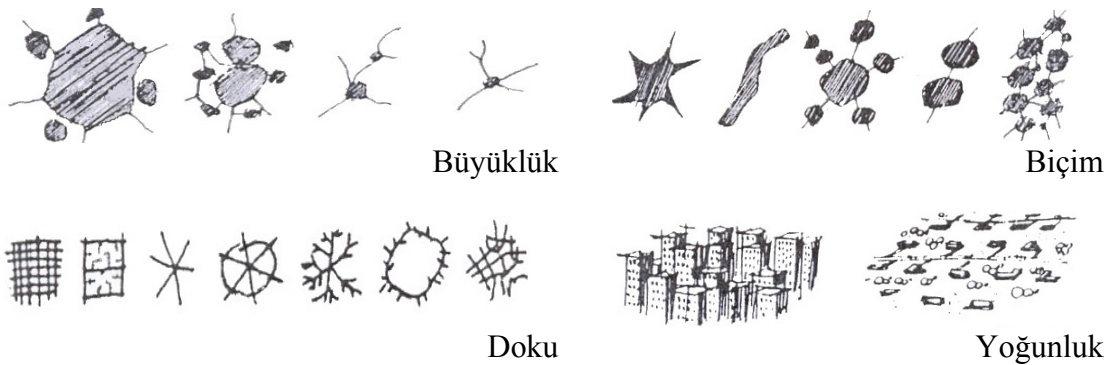
BM tarafından 1996'da İstanbul'da düzenlenen Habitat II İnsan Yerleşmeleri Konferansı'nda da sürdürülebilir yerleşme önemli bir hedef olarak ortaya konulmuştur.

Avrupa Konseyi'nin kentsel yaşam ve kentsel politikalarla ilgili olarak ortaya koyduğu Avrupa Kentsel Şartında “yerleşmelerde daha iyi yaşam” sloganıyla gelişmedeki niteliksel yönler önem verilmiştir. Metni imzalayanların yerel yönetimler olması önemlidir. Avrupa Kentsel Şartı **toplu taşıma** ve **yaya öncelikli** bir ulaşım sistemini vurgulamıştır.

Kent Biçimi

‘Mimari biçim’ mekan ve kütle arasındaki temas noktasıdır. Mimari biçimler, dokular, malzemeler, ışık ve gölge ayarı, renk mekanı biçimleyen bir niteliği ya da ruhu inceden inceye duyumsatmak için biraraya gelirler. Tasarımcı bu elemanları hem iç mekanda hem de binanın çevresindeki mekanlarda kullanarak ve birbirleri ile ilişkiye sokarak biçimi oluşturur.

Bir kentin ‘fiziksel biçimi’ coğrafi ve tarihsel etkenlerin karmaşık bir bileşiminden kaynaklanmaktadır; ekonomik, sosyal ve kültürel olayların sunduğundan daha farklı, oturmuş kavramsal kategorilere göre daha kolaylıkla izlenebilir bir düzen oluşturmaktadır (Benevolo, 1993). Bir kentin fiziksel biçimini anlatmak için bileşenlerinden yola çıkılarak tanımlama yapmak gerekir.



Şekil 1. Kent Biçiminin Bileşenleri (Spreiregen, 1965)

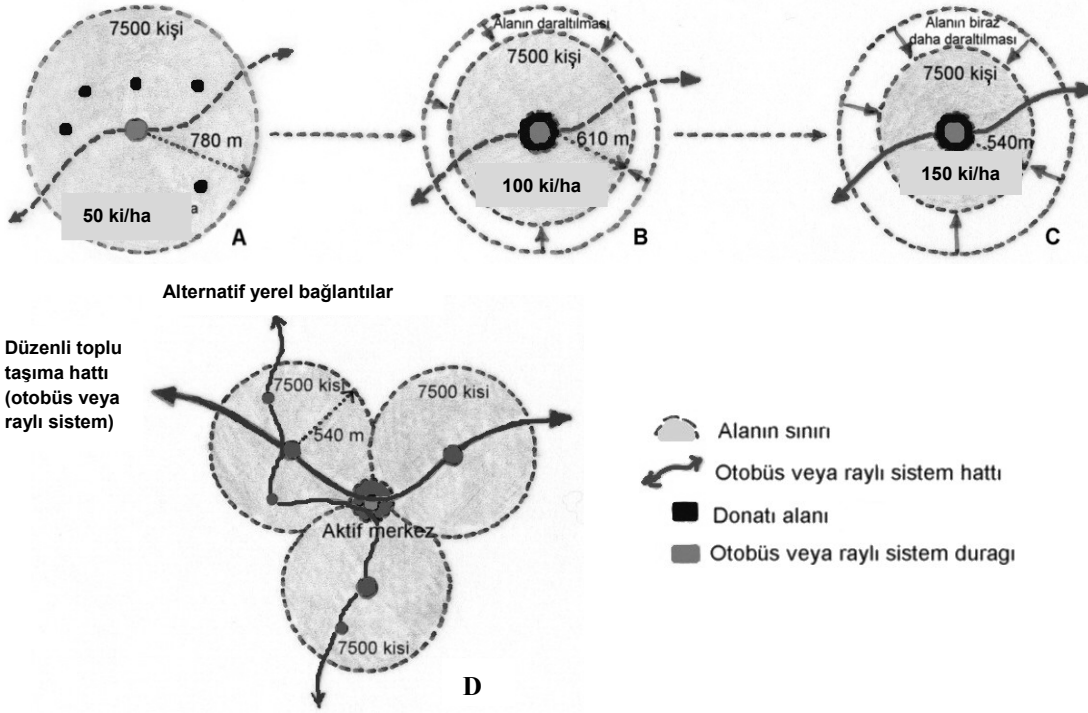
Bir kenti tanımlarken bazı kavramlardan söz etmek gerekir. Kent genel olarak öncelikle nüfusu ve fiziksel alanı, yani 'büyüklüğü' ile tanımlanır. Plandaki fiziksel dış hatları (çizgisi) ve düşey profili veya dış çizgisiyle tanımlanan büyüklük 'biçimle' yakın bağlantılıdır. Kent biçiminin geometrisinin temelini oluşturan büyüklük ve biçim 'doku' ile sınırlıdır. Büyüklük, biçim ve doku ayrıca alanın insanlar ve yapılar tarafından kullanım 'yoğunluğu' ile değişir. İnsanlar ve yapıların kullanım yoğunluğu kentin yapısını belirlerken, kentin bu yoğunluğunun homojenliğinin veya heterojenliğinin derecesi önem kazanır (Spreiregen, 1965).

Biçim metropoller ile ilgili düşünüldüğünde; Kent biçiminin strüktür ve şekil anlamından yola çıkarak Foley (1964), (metropoliten strüktür üzerine yapmış olduğu çalışmada) kentsel strüktürün (biçim) üç yönü olduğunu, bunların; a) Kültürel, sosyal veya başka değerlerle ifade edilen kültürel yön, b) Fiziksel yön, c) Fonksiyonel ve düzenleyici yön, şeklinde sınıflandırılabilceğini belirtmiştir.

Sürdürülebilir Ulaşım için Kent Biçimi

Kentin kontrol dışı yayılması karşısında günümüzdeki yaklaşım (dünya kentleri örnekleri doğrultusunda), kentlerin teknolojik gelişimi doğrultusunda değil de **insan ölçeğinde** sınırlandırılması yönündedir. Bu düşünce ile kent **yürünebilir** bir biçime dönüşümü sağlanmalıdır. İnsanların yürüme mesafesi baz alınarak oluşturulan mahallelerin birleşmesinden oluşan alt bölgeler kent parçalarını oluştururken her aşamada **toplu ulaşım** sistemi öncelikli olmaktadır. İnsan gücüne dayalı **bisiklet** kullanımına da **yaya bazlı/ağırlıklı** plan yaklaşımında özellikle sürdürülebilirlik açısından yer ayrılmaktadır.

Yaya ve bisiklet dolaşımını teşvik etmek için kentin alt birimlerinin öncelikle yaya ölçeğinde düzenlenmesi gerekmektedir. Yayanın erişim mesafesi zaman içinde doğası gereği bir gelişim göstermemiştir. Bunun için standartlar çeşitli kaynaklarda ve zamanlarda (yüzyıllar önce de) aynı mesafeleri işaret etmektedir. Yaya ulaşımı mahalle bazında, toplu ulaşım ise mahalleler arası ve kent ile ilişki için öncelikli ulaşım sistemini oluşturmalıdır. Otomobil kullanımını azaltıcı yönde kısıtlar getirerek yaya dolaşımını ve bisiklet kullanımı teşvik edilmelidir. Yaya olma durumu giderek azaldığından alışkanlıklar değişmiştir. Yaya erişimi için optimum mahalle büyüklüğü Şekil 2'de tartışılmıştır. 7500 kişinin çeşitli kentsel büyüklüklerde hangi ulaşım araçlarına yöneldiklerini şekiller ortaya koymaktadır.



Şekil 2. Mahallenin (yaya öncelikli) toplu taşıma sistemine göre biçimlenişi, (büyüklüğü, yoğunluğu) (Urban Task Force, 1999: 61'den yorumlanmıştır)

A'da bir insanın yürüme mesafesinin optimum 500m olduğu kabulü ile 500 m'den daha uzak bölgeler alanın % 59'unu kapsamaktadır. Bu durumda toplu ulaşıma olan uzaklık yürüme mesafesi standardı dışında olduğundan otobüs veya raylı sistem hattını kullanan sayısı azdır. Başka bir bakış açısı ile **otomobil** teşvik edilmektedir.

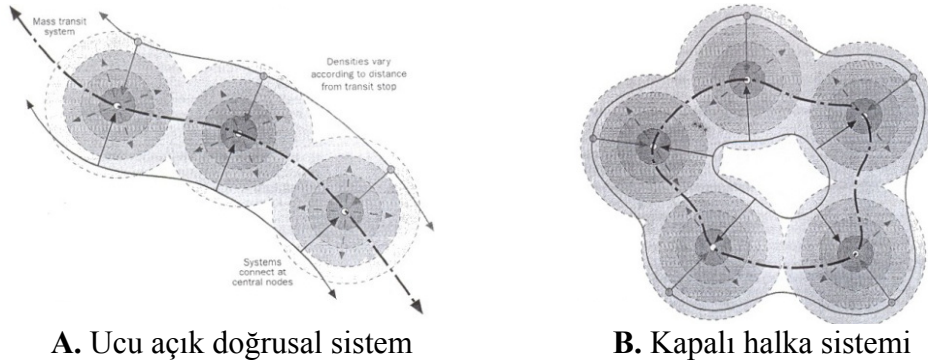
B'de 500 m'den daha uzak bölgeler alanın % 31'ini kapsamaktadır. Otobüs veya raylı sistem hattını kullanan sayısı kısıtlıdır. Yerel ulaşım için otomobil kullanımı gerekmektedir.

C'de 500 m'den daha uzak bölgeler alanın % 13'ünü kapsadığından **toplu ulaşım sistemi** tam anlamıyla kullanılmaktadır. Görüldüğü üzere C'de mahallenin yoğunluğu diğerlerine oranla artarak daha **kompakt** bir biçim sergilemektedir.

D'de mahallelerin biraraya gelişi ile toplu ulaşım ağı ilişkisi sunulmaktadır.

Eğimli alanlarda standart yürüme mesafesi düz alandaki gibi olmamaktadır. Eğimin durumuna göre daha kısa mesafelerde toplu taşıma sistemine bağlantı öngörülmektedir. Yerleşim bağlantı noktasını tamamen çevrelemek durumunda değildir. Yöneliş, güneşlenme vb. konular nedeniyle mahalle Şekil 3'te olduğu gibi yelpazeler biçiminde oluşmaktadır.

Kentsel ulaşım sistemi ile kent biçimi ilişkisi Şekil 5’te detaylı olarak işlenmektedir. Bu sistemde kentsel alt birimler **yaya** ulaşımı ağırlıklı olup, birbirleri ve kent merkezi ile ilişkisi **toplu taşıma** sistemleri ile çözülmektedir. Kent merkezinde raylı sistem hattı tercih edilmektedir. Yüksek hızlı karayolu sistemi şehirlerarası toplayıcı niteliktedir. Kentiçinde alt birimlerin merkezlerinden mutlak suretle ya otobüs ya da raylı sistem hattı geçmektedir. Alt birimler dairesel (Şekil 6B) şekilde biraraya gelmektedir. Birimlerin dairesel biraraya gelişleri atıkların geri dönüşümü konusunda doğrusal dizilişe (Şekil 6A) göre çok **daha az enerji kullanımını** gerektirmektedir (üçte iki oranında kazanç). Ayrıca hava kirliliği de doğrusal sisteme (Şekil 6A) göre % 70 daha az gerçekleşmektedir. Böylece çevre daha az kirlenmektedir. Karayolu hattı kentiçinde baskın değildir. Genel olarak şemada **yürüme mesafesinde toplu taşıma** hizmeti her yer ve bölgeye ulaşmaktadır.



Şekil 6. Kompakt düğüm noktaları - toplu taşıma sistemi bağlantısı (Rogers, 1997: 39)

Ekolojik yaklaşımın ortaya koyduğu sürdürülebilir kent modelleri **kendine yeterli kent** ve **kompakt kent** biçimleridir. **Kendine yeterli kentler** yeşil kent idealinin bir parçasıdır. Amacı, doğal kaynakları korumak ve şehirleri doğayla en uygun biçimde bütünleşecek şekilde tasarlamaktır. Sürdürülebilirliğe ulaşmanın yolu olarak; küçük desantralize nüfusların doğa merkezli bir yaşam tarzını benimsemesi, ekolojik bilinçliliğin arttırılması ve bu sayede doğal kaynakların tüketimini azaltılması ön görülmektedir. Model, ekonomik ve çevresel faaliyetleri kendi iç dinamikleri ile gerçekleştirmeyi hedefler. Arazi kullanımı olarak bu kentin yansımaları, küçük ve kompakt kentler, arazi kullanımında çeşitlilik ve açık alanlardır. Bu yaklaşım içinde yer alan ikinci model ise **kompakt kent** modelidir. Bu modelde kentlerin daha kompakt biçimlerde, daha yüksek yoğunluklu konut alanlarına, karma kullanımlara ve az enerji tüketimine olanak verecek biçimde yeniden tasarlanması temel araçtır. Bu model eko-merkezli kendine yeterli kent modeline göre daha az doğa içermektedir ve insan merkezli bir bakış açısına sahiptir. Ancak amaç kentin zararlı etkilerini kısıtlı bir alanda tutup, olumsuz dışsal etkileri azaltmaktır (Houghton 1997, Girardet 1992, Houghton 1999, Houghton ve Hunter 1994).

Kompakt kentte kentiçi hareketlilik toplu ulaşım sistemi ve yaya kullanımı yönünde artarak otomobil kullanımı azalmaktadır. Eylemler toplu taşıma sisteminin durak noktalarının etrafında yoğunlaşmakta ve yayıldıkça yoğunluk azalmaktadır. Bu duruma Londra kent merkezinin çok merkezli tarihi dokusu (meydanlar, parklar vb. etrafında yoğunlaşma) örnek gösterilebilir. Kompakt kent biçiminde yüksek hızlı toplu taşıma sistemi, bir komşuluk/mahalle merkezi ile diğer bir komşuluk/mahalle merkezi arasındaki ulaşımı sağlamaktadır. Otomobil kullanımının azalması ile yürüme ve bisiklete binme daha tercih edilebilir olmaktadır (Rogers, 1997: 40).

Sonuç olarak kentin kompakt olması ve komşuluk birimlerinin toplu ulaşım sistemine erişebilir mesafede olması birbirini destekleyen durumlardır. Özel araçlar için de kısıtlamalar veya ücretlendirmeler (kent merkezine girme bedeli vb.) getirildiğinde kişiler kısa mesafeler için **yaya**

dolaşımını, uzun mesafeler için ise **toplu ulaşım** sistemini tercih edeceklerdir. Böylece sistem işlerlik kazanacaktır.

Sürdürülebilir Ulaşım

İnsan ve **eşyaların** bir yerden başka bir yere aktarılmasına ulaşım, bunu sağlayan araçlara da ulaşım sistemi denilmektedir. Ulaşım sisteminin insan ve eşyaların taşınması üzerine kurulu bir sistem olmasına karşın, asıl taşınması gerekenin araçlar olduğu izlenimi uyandırılmaktadır.

Yaşam şeklinin değişen dokusu ile ulaşım teknolojisindeki değişimler zaman içinde kent biçimini değiştirme yönünde etkilemiştir. Toplu taşıma ile başlayan kentiçi ulaşımı zaman içinde kişisel ulaşımın (otomobil) teşviki vb. nedenlerle hızla artarak özellikle büyük kentlerde önemli bir sorun olmuştur. Kentiçi ulaşım bakıldığında yerleşmeler yaya erişme mesafesini geçmeyen lekeler olarak kaldığı sürece ulaşım sorun olmaktan çıkmaktadır. Kabul edilebilir ölçü olan **yarım saatlik erişme süresi** yerleşme lekelerinde aşıldığında kentlerde erişme sorun haline gelmeye başlar.

Ulaşım teknolojisi süreç içinde daha hızlı, daha kapasiteli, daha akıllı ve daha araca bağımlı olma yönünde gelişme gösterirken kent biçimlerinde de kısıtlar getirilmediği için **yayılmalar** oluşmuştur. Trafik kentsel yaşamdaki ilişkileri azaltır. Bu nedenle araç trafiğini azaltıcı her etkinlik kentsel yaşama olumlu katkıda bulunmaktadır.

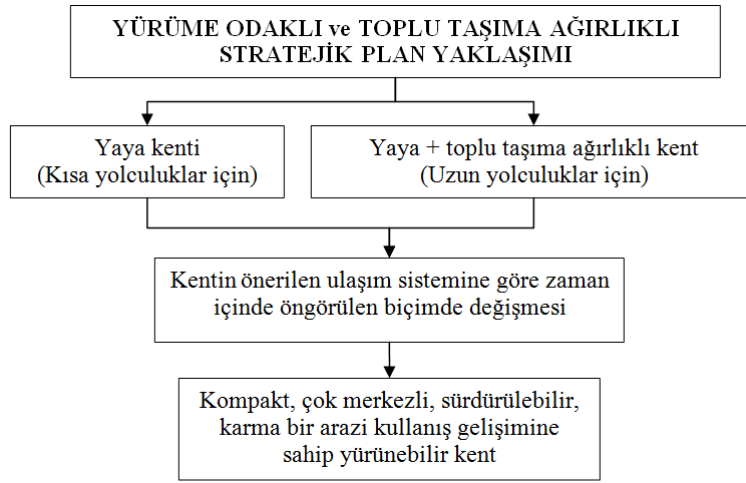
Ayrıca kullanılan yeni sistemler de kentiçi ulaşımında fayda sağlamaktadır. Daha emniyetli, daha mobil, trafik yoğunluğundan arındırılmış, çevreye daha az zarar veren, enerji kullanımından verimliliğe kadar dikkat eden ve daha ekonomik bir sistem geliştirmek için yollar ve araçlar akıllandırılmalıdır. Bu sistem ile araçlar kentiçinde ulaşım ağında daha kısa zaman geçirmesi sağlanacaktır. Yol kapasitelerinin etkin kullanımını sağlamak (**akıllı ulaşım sistemi** kullanımı) işyeri-konut arası yolculukları zaman açısından kısaltacaktır.

Amaç araçların hareketinin değil, içinde insanların yaşadığı bir kenti planlamak, insanların daha mutlu, huzurlu, sağlıklı, konforlu, yaşam kalitesi yüksek yerlerde yaşamasını sağlamak ve kentsel yaşam maliyetini azaltmak olmalıdır. Kentiçi ulaşım sisteminde esas üzerinde durulması gereken **insan** olmalıdır. '**İnsan merkezli bir ulaşım sistemi**'nin gereği ise öncelikli olarak '**yaya**' ulaşımının güçlendirilmesi ile sağlanabilir. Kentler insanlar içindir, araçlar için olmamalıdır.

'**Yaya ulaşımı**'; insanların gidecekleri yere (konut, işyeri, okul, alış-veriş merkezi, rekreatif, kültürel ve sportif etkinlikler) veya yakınına yürüyerek ulaşmak isteyenler için özel olarak tasarlanmış, tamamı yayalara ayrılmış ve yaya gereksinimleri için gerekli altyapı hizmetleri (telefon, tuvalet, aydınlatma, yer döşemesi, sokak mobilyaları vb.) ile donatılmış, araç trafiği ile mümkün olduğunca kesişmeyen güvenilir ve kontrollü bir ulaşım sistemidir, denilebilir. Yaya ulaşım sistemi insana daha esnek olanaklar sağlamaktadır. Yaya olarak ulaşılacak süre aralığı sadece mesafeye ve kişiye bağlı olarak bellidir. Yaya istediği zaman istediği yöne dönebilir, herhangi bir kısıt yoktur. Yaya toplu taşıma aracına binmek istediğinde, uzaktaki otoparka bırakacağı aracı olmadığından ve geri döndüğünde de aynı mesafeyi yürüme zorunluluğu olmadığından, zaman kaybına uğramaz.

Yerleşmenin büyüklüğü arttıkça çeşitli günlük yolculuklar (işyeri-konut, okul-konut, vd) için yaya ulaşımın erişim sınırları dışına çıkılmaktadır. Böylece yaya ulaşımın payı düşmektedir (Şekil 2). Artan otomobilleşme ile en ekonomik ve sağlıklı ulaşım biçimi olan yaya hareketleri yerini taşıt trafiğine bırakmaktadır. Yürünebilir mesafelerde gerçekleştirilebilen eylemler için dahi otomobil kullanma alışkanlığının ve buna bağlı talep artışının geri dönüşümü oldukça zor olmaktadır.

Oluşmuş sağlıksız yapıyı düzeltmek üzere, insanı öne çıkaran, çevreci ve sürdürülebilir bir ulaşım düzeninin oluşturulabilmesi için başta **yayalaştırma** ve devamında **toplu taşımacılığın** etkinleştirilmesi olmak üzere planlama, denetim ve yönetsel olarak çözümlenmesi gerekir.



Şekil 7.Sürdürülebilir ulaşım ve kent biçimi için yürüme odaklı stratejik plan yaklaşımı

Ana tema yürünebilir bir kent oluşturmaktır (Şekil 7). Konut-işyeri, konut-okul, konut-alışveriş vb. ilişkileri özel oto kullanımı gerektirmeden, konforlu bir şekilde, zaman ve mesafe bağlamında irdeleyerek ve ağırlıklı olarak **yaya ve toplu taşıma sistemi** ile çözebilmek için kent biçimi **kompakt, çok merkezli, karma bir arazi kullanım gelişimine sahip ve sürdürülebilir** olmalıdır.

Ayrıca her yapılan yeni yol veya kavşak bir ‘kışkırtılmış yolculuk talebi’ yaratmaktadır. Yeni araçların dışında sıkışıklık nedeniyle yoğun zamanda yola çıkmayan veya o güzergahı kullanmayan araçlar da taleplerini daha sık trafiğe katılım yönünde değiştirmektedirler. Sonuç olarak yeni yollar uzun vadeli bir çözüm olamamaktadır.

Yeni oluşum ve değişim yayalar için hazırlanacak gelişim ve etaplama halka güncellenerek duyurulmalıdır. Emniyet ve güven konularındaki çözümler yayalar için oldukça önemlidir. Işıklıdırma, görünebilirlik, araç trafiğine kısıtlı izin ve trafik kontrolü önemli konulardır. Yürüme şemaları (bilgilendirme panoları) ile halk kentini yaya olarak tanıyacaktır. Sürdürülebilir bir kent ancak güvenli ve memnuluk verici yürüme ve bisiklete binme sağlandığında erişim araba kullanmak kadar kolay olabilir. Kent içindeki özel mekanlar birbirleri ile bağlantılı olmalıdır. Öngörülen; yüksek kaliteli kamusal alanların yaratılması ve yönetilmesi esaslı bir kentsel yenilenmedir. Bu yenilenme amaca uygun düzenlemeleri getirmektedir. Kamusal yaşam destekli yürüme son yıllarda kentlerde yeniden kuvvetlendirilmeye çalışılan bir yaşam biçimidir. Bu doğrultuda düzenlenen kentlerde yürüme ve diğer yaya odaklı eylem alanlarının hacminin gittikçe arttığı görülmektedir. Yayaların ihtiyaçlarını gözönüne alan bu planlama yaklaşımı için tüm kurumlar yukarıda da üzerinde durulduğu gibi tutarlı davranmalıdır.

Kentsel hareketliliği azaltmak adına yoğunluk ve çeşitliliğin eş zamanlı artışı yaşam kalitesini azaltıcı sonuçlar verebilir. Bu durumu önlemek için süreç ‘yaya odaklı’ hareketi kolaylaştırıcı **kentsel tasarım** ile desteklenmelidir. Bu, kurgunun işlerliği açısından önemlidir.

Bazı Kentlerinin Biçim - Kentiçi Ulaşım İlişkisi

Günümüzde insanlar bir hareketlilik içinde yaşamaktadırlar. Ulaşım sistemleri kentlerde başlamakta ve bitmektedir. Bu sistemler yollar, demiryolu hatları, havayolu güzergahları ve telefon hatları boyunca yayılan hareketlilikten kaynaklanan düğüm noktalarından oluşmaktadır. Gelir düzeyi yüksek ülkelerin kentleri, otoyolları, banliyölerinin demiryolu hatları ve alışveriş merkezleri boyunca kentten dışarıya doğru yayılmaktadır. Genelde kent merkezleri ise iş saatleri dışında yaşamamaktadır (Girardet, 2004: 10). Bu yayılmanın sebeplerinden biri de otomobilin kişiye sağladıklarıdır. Araçlar kişisel özgürlüğün büyük bir sembolüdür, ancak kentsel çevre için bir tehdit oluşturmaktadır. Birçok kentte sürdürülebilirlik kapsamında özel araç kullanımını azaltmaya yönelik çalışılmaktadır. Bu ve benzeri konulara bazı kentlerin gelişimleri ve planlama kararları özelinde bakılırsa:

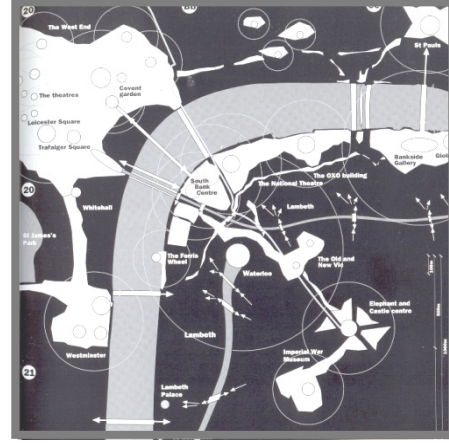
'Londra' kentsel açıdan hızlı büyüyen kentlerdendir. 1800'de kentin nüfusu 1 milyon, 1850'de 4 milyon ve 1939'da yaklaşık 8.6 milyondur. Bunda etken Londra'nın endüstrileşmedeki hızı ve en önemlisi küresel anlamda bir liman kenti olmasıdır. Kentin yoğun ve hızlı büyümesi ile ulaşım teknolojisindeki gelişmeler ilk Londra'da gelişmiştir denilebilir. 1836'da ilk yolcu treni Londra ile Greenwich arasında resmen işlemeye başlamıştır. 1863 yılında dünyanın ilk buharla çalışan yeraltı trenyolu –Metropolitan Hat- tamamlanmıştır. Yaklaşık 10 yıl sonra elektrikli trenlerin kullanımı ile Londra metrosu değiştirilmiştir (Girardet, 2004: 73).

1850 yılında yürüme mesafesinde gelişmiş bir kent olan Londra 1850'den 1914'e buharlı trenler, 1914'den 1939'a kadar elektrikli trenler, metro ve otobüsler ile banliyölere yayılma sürecini yaşamış, yeşil kuşak bu duruma son vermiştir (Hall, 2002: 20). 1914 şemasında kent biçimi toplu taşımanın ilk başlangıcı ile (buharlı tren ve atarabası) kılcal (tentacular) büyüme göstermiştir. Ancak 1939 şemasında tamamen farklı bir biçim sözkonusudur. Dairesel (veya konsantrik) bir kente dönüşmüş olan Londra kentinin merkezden uzaklığı (yarıçapı) 19 km'den 24 km'ye çıkmıştır. Ulaşım teknolojisindeki değişim kentin biçimini değiştirmiştir. Bu durum başka kentlerde (Manchester, Liverpool,vb.) de tekrar etmiştir. Kent merkezinden 7-11 km mesafede tek ailelik konutların oluşması ile hızlı, sık aralıklı ve ucuz ulaşım sistemi sağlanmıştır.

Yeşil Kuşak projesi ile kent biçimi sınırlandırılmış ancak kentin büyümesi devam ederek hem yayılmış hem de sıçramalar göstermiştir. Günümüzde de Londra tüm bu süreçlerden sonra kentte **otomobil kullanımını azaltıcı** yönde önlemler almaktadır. Özellikle kentiçi toplu ulaşımın (vapur, metro, otobüs, hafif raylı sistem, vd.) durak yerleri, transfer ve transit merkezleri ile ilgili etki alanları önemlidir. Londra kentini yürünebilir (walkable) bir biçime dönüştürme yönünde planlama çalışmaları yapılmıştır ve uygulanmaya başlanmıştır. Bununla ilgili aşağıda bazı örnekler sunulmaktadır. Şekil 8 ve 9'da siyah alanlar toplu ulaşımın (yürünebilir mesafenin dışında kaldığı için) ulaşmadığı bölgelerdir.



Şekil 8. Londra merkezde 10 dakikalık hizmet daireleri, Rogers, 1997: 123



Şekil 9. Londra merkezde hizmet daireleri, Rogers, 1997: 123

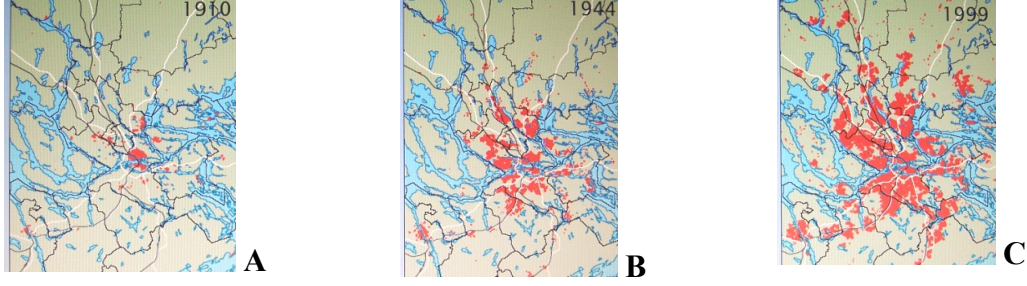
2003 yılında Londra'da otomobilin kenti trafiğinde dolaşımını kısıtlayan bir uygulamaya geçilmiştir. Londra merkezine özel araç ile giriş için tıkanıklık ücretlendirme 'congestion charge' parası ödeme uygulaması başlatılmıştır. Bu uygulama sonucunda büyük başarı elde edilmiştir. Otomobil trafiği % 30 azalmış, ortalama hız saatte 12 mile (öncekine göre %10 daha hızlı) çıkmıştır (atarabası döneminden çok az fazla), otobüsler % 15, taksiler % 20 sayısal olarak artmıştır, kenti trafiğini % 18 azaltmıştır ve böylece toplu taşımayı artırmıştır (Girardet, 2004: 15, 131).

Londra'da 2000 yılında '**sürdürülebilir olmayan**' ulaşım tarzında özel ulaşım önem verilmiştir, araç paylaşımı azdır, bisiklete binmek ve yürümek az tercih edilmiştir, ulaşımında yakıt olarak petrol kullanılmıştır, ulaşımında entegrasyonun düşük seviyede olduğu gözlenmiştir.

2015 yılı için '**sürdürülebilir olmaya doğru**' ulaşım senaryosunda; daha çok karma ulaşım, araç paylaşımı, bisiklete binme ve yürümeye tercih edilecektir. Enerji olarak petrol, elektrik ve fuel cell kullanılan araçların oluşturduğu bir ulaşım sistemi planlanmış, entegrasyon düşünülmüştür.

2030 yılı '**sürdürülebilir**' ulaşım senaryosunda; optimum karma ulaşım, çok geniş araç paylaşımı, 'banliyö' oluşumu, bisiklete binme ve yürümeye ağırlıklı ulaşım, elektrikli ve fuel cell kullanan araçlardan oluşan ulaşım ağı, optimum ulaşımıçi bağlantılar öngörülmüştür (Girardet, 2004: 128-9).

'**Stockholm**'de de Londra benzeri bir kentsel gelişme oluşmuştur. Kent 1940'ların ortalarında, tramvaya bağlı olarak kent merkezinden 13 km mesafeye kadar yayılmıştır. 1952 planı ile kentin ulaşım sistemi metro ağına oturtulmuştur. Londra'nın 1920 ve 30'larda yaşadığı yeni kentlerin oluşumunu (banliyöleşme) Stockholm 1950'lerde raylı sistemin durakları çevresindeki gelişmeler ile yaşamıştır. Bu durum hızlı kentleşmeye yolaçmıştır. 1960'ların ortalarında metro sistemi uzunluğu 64 km'yi geçerek 40 dakika mesafedeki banliyölere ulaşmıştır. 1973 ve 1978 planlarında banliyölerin kente olan mesafesi 30 km'ye çıkmıştır. 1990'da kent merkezine uzun mesafeden yolculuk talebi artmıştır. Raylı ulaşım öncelikli olup özel araç kullanımına az fırsat tanınmıştır. Stockholm'de halen uzun kenarlı (a star-shaped form, with long fingers) yıldız şeklinde büyüme devam etmekte, toplu ulaşım sistemiyle 45 dakika ve üstü yolculuklar kent merkezi ile banliyöleri birleştirmektedir. Gelişme raylı sistem boyunca sürmektedir. Stockholm'de 1991 planında uzun dönem gelişme programı kapsamında bölgesel metro gündeme gelmiştir. Expres (hızlı) raylı sistem ile havaalanı, kent merkezi ve banliyölerin bağlanması planlanmıştır. 2000 yılında açılan hızlı raylı sistem yeni kentleri, kentinde yeni oluşumları ve gelişimleri de başlatmıştır (Hall, 2002: 173-6).



Şekil 10. Stockholm kent biçiminin gelişimi, 1910, 1944, 1999
www.eurometrex.org/Docs/eAtlas/STOCKHOLM_eATLAS.pdf

Sonuç

Sürdürülebilir kentsel gelişme yaklaşımı, kentsel gelişmenin etkilediği ve kentsel gelişmeyi etkileyen tüm çevresel (yapılı çevre/doğal çevre), sosyal, ekonomik unsurları içermektedir. Aynı zamanda bu unsurlar birbiriyle de ilişki içindedir. Bu yaklaşım ekonomik ve sosyal gelişim doğrultusunda çevre koruma ve iyileştirme amacı ile birleştirilmesini ön görmektedir. Sürdürülebilir kentsel gelişmeye süreç içinde kentlinin katılımı ile kararlaştırılması, uygulama aşamasında başarıyı artırmaktadır.

Dünyada birçok kent **kontROLSÜZ gelişimi** nedeniyle sorun yaşamaktadır. Günümüzde 7 milyarı bulan dünya nüfusunun özellikle kentsel nüfus oranı hızla artmaya devam etmektedir. Kentlerdeki nüfus artışı kentlere yatayda yayılma, düşeyde yoğunlaşma şeklinde yansırken, özel araç sahipliğini de artırmaktadır. Bu sebeplere bağlı olarak kentler giderek yayılmakta, enerji tüketimi ve bu tüketime bağlı emisyonlar da artmaktadır. Ayrıca iş olanakları, barınma, ulaşım vd. kamu hizmetlerinin sağlanmasında yani kentin altyapısında yaşanan sorunlar giderek büyümektedir. Kentler verimli iş alanları yaratamamaktadır. **Ulaşım sistemi** ve bundan kaynaklanan sorunlar, yanlış tercih ve uygulamalar, kentlere hizmet edeceği yerde, kentleri tüketerek küresel çevreyi de tehdit etmektedir. Artan nüfusun yaşam alanları her durumda doğanın yerini almakta ve doğayı tüketerek yapay çevreye dönüştürmektedir.

Teknoloji ve bilimsel çalışmalarla, çağın getirdiği diğer olanaklarla, **sürdürülebilir kentsel gelişmeyi** ancak her aşamada uygulayarak gelecek kaygısını bertaraf edebiliriz. Bunun için kentlerimizde ulaşım konusu tek başına değil kent ile bütün olarak düşünülmelidir. **Yaya** olabilmeyi teşvik eden ve **toplu ulaşım ağırlıklı** sistemlerin beraber kente uygulanması için **kentin biçiminin** de uygun şartlarda olması veya dönüşmesi gerekmektedir. Bu bütünlük ancak üst ölçekli stratejik karar mekanizması ile sağlanabilir.

Kaynaklar

1. Aktuğlu Aktan, E. Ö. (2006) Kent Biçimi –Ulaşım Etkileşimine İlişkin (Tarihsel ve Güncel) Yaklaşımlar ve İstanbul Örneği, YTÜ FBE Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı Şehir Planlama Programı Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul
2. Benevolo, L. (1993) Avrupa Tarihinde Kentler, çev. Nur Nirven 1995, AFA Yayıncılık, İstanbul.
3. Foley, D. L. (1964) An Approach to Metropolitan Spatial Structure, Philadelphia.
4. Girardet, H., (2004), Cities People Planet – Liveable cities for a sustainable world, Wiley-Academy, England.
5. Hall, P., (2002, 4th ed.), Urban and Regional Planning, Routledge, London.
6. Karakurt Tosun, E. (2009) Sürdürülebilirlik Olgusu ve Kentsel Yapıya Etkileri, PARADOKS, Ekonomi, Sosyoloji ve Politika Dergisi, (e-dergi), www.paradoks.org, ISSN 1305-7979, Yıl: 5 Sayı: 2 (Temmuz-2009)
7. Keleş, R. (1998) Kentbilim Terimleri Sözlüğü, 2. Baskı, İmge Kitabevi Y., Ankara.
8. Rogers, R., ve Gumuchdjan, P., (1997), Cities for a Small Planet, Faber & Faber, London.
9. Rogers, R. (1999) Towards an Urban Renaissance, the Urban Task Force, E&FN Spon, UK.
10. Spreiregen, P. D. (1965) The Architecture of Towns and Cities, McGraw-Hill, USA.
11. Tekeli, İ. (1996) Birleşmiş Milletler Konferansları'nın Yapısal Sınırları, İç Gerilimleri, Konferanslar Arası İşbölümü ve Habitat II, Habitat II Konferansı Yazıları, T.C. Başbakanlık Toplu Konut İdaresi Başkanlığı, Ankara.
12. Yazar, K. H. (2006) Sürdürülebilir Kentsel Gelişme Çerçevesinde Orta Ölçekli Kentlere Dönük Kent Planlama Yöntem Önerisi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi.
13. Avrupa Kentsel Şartı; Mahalli İdareler Genel Müdürlüğü Yayın No: 10, Ankara.
14. Sürdürülebilir Kalkınmanın Sektörel Politikalara Entegrasyonu Projesi (2007) Kentleşme Tematik Grubu 2. Raporu: “Kentleşme Alanında Sürdürülebilirlik Çözümlemesi: Yaklaşımlar, Modeller, Temel Alanlar, Göstergeler, Uygulama Örn.

Sürdürülebilir Ulaştırmada Proje Değerlendirmesinin Önemi

Dr. Sibel CANDAN

Ulaştırma Bakanlığı,

DLH (Demiryollar, Limanlar ve Hava Meydanları) İnşaatı Genel Müdürlüğü,

Raylı Toplu Taşıma Dairesi Başkanlığı

Tel: (312) 203 16 88

E-Posta:sibelcandan@gmail.com

Öz

Ülkemizde sürdürülebilir ulaştırma konusunda yapılan yanlışlıkların temel sebebi proje değerlendirmesinde yapılan hatalar ve eksikliklerdir. Proje değerlendirmesi, diğer bir deyişle projelerin ekonomik, mali ve çok ölçütlü değerlendirmesi, sürdürülebilir ulaştırma için doğru projelerin seçilmesindeki en önemli ve en yaygın kullanılan proje değerlendirme yöntemidir.

Sorun bu yöntemin kullanılmasında değil, değerlendirmelerin yanlış bilgilere dayandırılması ve pek çok konuya değinilmeden yapılan eksik hesaplamalardır. Bir ulaşım yatırımı (özellikle karayolu projeleri ve sürdürülebilir ulaşım olumsuz etkileri bulunan diğer ulaştırma yatırımları) değerlendirilirken projenin yatırım ve işletme maliyetleri kabaca dikkate alınmakta, proje yararları (özellikle karayolu kullanıcılarının işletme giderlerindeki azalmalar ve zaman kazançları, kazaların azalmasıyla ortaya çıkan kazançlar) vurgulanarak projenin uygulanması durumunda topluma yansıtacak yararlar ortaya konulmaya çalışılmaktadır. Ancak sürdürülebilir ulaşım için çok önemli olan hava kirliliği, arazi kullanımına olumsuz etkiler, gelir dengesizliği, sosyal ayrışma gibi konular ne yazık ki proje değerlendirme çalışmalarında hiç dikkate alınmamakta ya da eksik bir şekilde hesaba katılmaktadır. Hatta bu konularda değerlendirme yapılmasını sağlayacak pek çok bilgi de toplanmamakta ve açıklanmamakta, yapay bir bilgi karanlığı yaratılmaktadır.

Bildiride bu konuda yapılmış bir doktora çalışmasının sonuçları çerçevesinde projelerin mali, ekonomik ve çok ölçütlü değerlendirmelerinde dikkate alınması gereken ama ülkemizdeki etütlerde gözardı edilen konu başlıkları sıralanmakta, bunların diğer ülkelerde nasıl değerlendirildiği açıklanmaktadır. Ayrıca bu bilgi eksikliğinin ortadan kaldırılması ve bilgilerin açık ve sürekli hale getirilmesi için ilgili kuruluşların yapması gerekenler tanımlanmaktadır. Doğru ve eksiksiz olarak yapılacak proje değerlendirmeleri sürdürülebilir ulaştırma için öncelikli projelerin doğru tanımlanmasına yardımcı olacak ve önemli katkılar sağlayacaktır. Bu çalışma yazar tarafından hazırlanmış bulunan doktora tezine dayandırılmıştır (Candan 2009)

Anahtar sözcükler: Kentiçi Ulaşım, Sürdürülebilir Ulaşım, Toplu Taşıma, Proje Değerlendirmesi, Fayda ve Maliyet Analizleri.

Giriş

Kentlerin sınırlarının genişlemesi sonucunda çalışma, eğitim, alışveriş, eğlence ve kültürel aktiviteler için yapılması gereken yolculuk ihtiyaçlarının karşılanması için motorsuz ulaşım türleri (yaya, bisiklet vb.) ile ulaşmanın imkansızlaşması sonucunda yolcular fosil kaynaklı yakıt kullanan motorlu ulaşım türlerine bağımlı kılınmıştır. Toplu taşıma sistemlerinin etkin ve verimli hizmet üre-

tememesi, talebi karşılamada yetersiz kalınmasına neden olmuş, kentçi yolculukları bireysel ulaşım aracı olan ve kullanıcıya esneklik, kolaylık ve konfor sunan otomobillere yöneltmiştir.

Trafik tıkanıklığı, zaman kaybı, hava kirliliği, gürültü kirliliği, ölümlü, yaralanmalı veya maddi hasarlı trafik kazaları gibi birçok ulaşım maliyeti yolculuk ihtiyaçlarının (insan, eşya) karşılanma yöntemi ile doğrudan ilgilidir. Ulaşım araçlarının büyük bir oranının yenilenemez kısıtlı kaynakları kullanıyor olması (%95 petrol) ulaşım alışkanlıklarımızı ve politikalarımızı değiştirmemizi zorunlu kılmaktadır (IPCC 2007).

Ulaşım sorunlarının çözümü olarak nitelendirilen yeni yolların, katlı kavşakların, otoparkların yapımı sorunu çözememiş tersine talebin artmasına neden olmuştur. Kentte tarihi ve insani değerlere saygılı, enerjiyi etkin kullanan, çevresel değerleri koruyan, yatırımı ve işletmesi ekonomik olan, güvenli, konforlu, ekonomik, emniyetli, hızlı ve düşük ücretle yüksek erişebilirlik sağlayan, kentliler arasında eşitsizlik yaratmayan, sosyal, kültürel ve ekonomik yaşantıyı canlandıran bir ulaşım sistemine kentlerin ve kentlilerin ihtiyacı vardır ve bu noktada sürdürülebilir ulaşım kavramı ortaya çıkmaktadır.

Sürdürülebilir Ulaştırmanın Tanımı ve Özellikleri

Sürdürülebilir ulaşım kavramı, yolculuk talepleri karşılanırken kente, kentlilere, ülkeye, yerküreye ekonomik, sosyal ve çevresel yönden pozitif katkılar sağlanması, en azından olumsuzluklar yaratılmaması gerektiğini vurgulamaktadır. Ulaşımın sürdürülebilirliği, ekonomik, sosyal ve çevresel unsurların hepsinin birden dikkate alınmasına bağlıdır.

Etkin ve verimli bir ulaşım sistemi, ekonomik faaliyetlerin kolaylaşmasına, çalışanların çalışma ve kendilerine daha uygun iş bulma olanaklarının artmasına, üretim maliyetlerinin azalmasına (azalan yolculuk maliyeti ve süresi nedeniyle) kazaların neden olduğu (ölüm, yaralanma, maddi hasar, tedavi vs.) maliyetlerin azalmasına, en uygun arazi kullanım planının gerçekleşmesine dolayısıyla da kentsel yaşamın kolaylaşmasına katkı sağlar.

Etkin bir ulaşım sistemi yaşanabilir bir çevre oluşturulmasına, toplumsal değerlerin artırılmasına, komşuluk birimlerinin canlanmasına ve genel refaha katkıda bulunur. Sağlık merkezleri, temel alışveriş merkezleri, çalışma alanları, eğitim, kültür ve eğlence gibi faaliyetlere kolay erişim sağlayarak toplumun kültür ve eğitim düzeyinin artmasını ve maliyetlerin azalmasına katkıda bulunur. Ekonomik, fiziksel veya sosyal yönden dezavantaja sahip insanların (yaşlı, hasta, özür, çocuk vb.) erişilebilirliğini artırıp üretime ve sosyal aktivitelere katılımları sağlanarak bireylerin topluma kazandırılmalarında önemli bir araçtır.

Ulaşımın çevreye verdiği zararlar genellikle maliyet olarak algılanmadıklarından, ölçülmesi zor maliyetler olduğundan ya da sorunları uzun dönemde ortaya çıktığından bedelleri göz ardı edilmekte ve genellikle maliyetleri kullanıcılar tarafından değil, tüm toplum tarafından ödenen dışsal maliyetlerdir. Hava kirliliği otomobile bağımlı ulaşımın neden olduğu maliyetlerden sadece biridir. Karbondioksit (CO²), karbonmonoksit (CO), kloroflorokarbon, metan, nitrojen oksit, ozon, sülfür oksit, lastik parçacıkları, uçucu bileşimler ve kanserojen maddeler araç üretimi ve kullanımı ile havaya karışan ve akciğer fonksiyonları, astım, bronşit gibi insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere yol açan maddelerdir (Gwilliam 2004).

Ulaşım taleplerinin karşılanması için gereken ulaşım yatırımlarının ve işletme sırasında kullanılan çoğu kısıtlı ve yenilenmeyen kaynakların tüm maliyetlerinin ve sağlanan tüm yararların ayrıntılı ve

eksiksiz olarak değerlendirilerek en etkin ve verimli alternatifin seçilmesi gerekir. Bazı fayda ve maliyetlerin kolay ölçülebilir olması değerlendirme ve analizlerine kolayca katılmasını sağlarken, ölçülmesi zor olan yararlar ve maliyetler önemsizlermiş gibi ihmal edilmektedir. Ulaşım yatırım proje alternatiflerinin değerlendirilmesinde (hava-su-gürültü kirliliği, hakkaniyet etkileri, eşik etkisi gibi) ölçülemeyen yarar ve maliyetlerin katılmaması (ya da eksik katılması), motorlu ulaşım türlerinin hareketliliğini sağlamaya yönelik yatırımların öncelik kazanmasına ve yaya, bisiklet gibi motorsuz ulaşım türlerinin ve toplu taşıma biçimlerinin kullanımının azalmasına, dolayısıyla sürdürülebilir ulaşım unsurlarının seçilmemesine neden olmaktadır.

Ulaşım Ortaya Çıkan Maliyetler

Ulaşım ortaya çıkan tüm maliyetlerin kullanıcıları veya tüketicileri tarafından karşılanmaması ve toplumun diğer bireylerinin bu maliyetlere borçlandırılması sosyal adaletsizliklere neden olmaktadır. Sürdürülebilir bir ulaşım sisteminde oluşan içsel ve dışsal maliyetler kullanıcının veya tüketenin tarafından karşılandığı için sosyal gruplar arasındaki hakkaniyetsizliklerin giderilmesinde önemli rol oynar. Bu maliyetler farklı şekillerde ortaya çıkmakta, kullanıcılara, çevreye ve çevrede yaşayanlara yansımaktadır. Maliyetlerin kullanıcı tarafından ödenenler içsel, kullanıcı dışındakilere yansıyanlar ise dışsal maliyetler olarak tanımlanmaktadır (Tablo 1).

Ulaşım sektörünün yol açtığı tüm maliyetlerin kullanıcıları tarafından algılandığı ve bedelinin ödendiğini söylemek zordur. Özellikle otomobil kullanıcıları otomobilin bedelini, vergilerini ve işletim giderlerini ödemekle otomobil kullanımının yol açtığı tüm maliyetleri karşıladıklarını ve altyapı, trafik yönetimi ve yol güvenliği gibi hizmetleri bedelsiz olarak hak ettiklerini düşünürler. Dolaylı maliyetler olarak bilinen bu maliyetlerin bedelinden otomobil kullanıcıları çok da haberdar değildir. Ölçülmesi, pazar değerlerinin tespiti ve bunun kullanıcılar üzerinde pay edilmesi zor olduğundan kullanıcılara yansıtılmamaktadır. Ancak bu tür hizmetlerin maliyetinin genel vergilerle otomobil sahibi olmayan ve bu tür hizmetlerden yararlanmayanlardan karşılandığını bilmek sosyal adaletsizliğin varlığını ortaya çıkarır. Ayrıca kaynakların israfı ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerin bedeli maliyetlere yansıtılmamaktadır.

Ulaşım ortaya çıkan maliyetler;

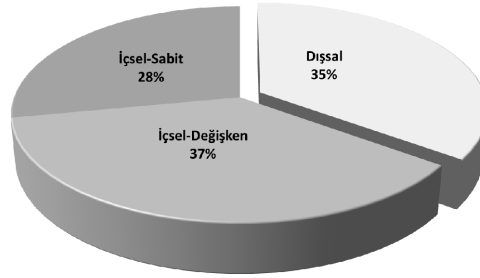
- kullanıcı tarafından yani maliyeti yaratan kişi tarafından karşılanıp karşılanmadığına (içsel-dışsal oluşuna),
- maliyetin tüketici tarafından algılanıp algılanmadığına (algılanan-gerçek olmasına),
- kullanım arttıkça maliyetinde artıp artmadığına (sabit-değişken olmasına),
- pazarda bu maliyetin karşılığının olup olmadığına (pazar – pazar dışı olmasına)

göre tanımlanabilirler.

Yılda ortalama 20000 km yolculuk yapan orta büyüklükte bir otomobilin içsel-dışsal maliyet oranları Şekil 1’de verilmektedir. Bu maliyetler aracın ortalama hızı 35 km/sa ve doluluk oranı 1,5 kişi kabul edilerek hesaplanmıştır (Litman 2009). Bu hesaplamada otomobil kullanım maliyetlerinin %35’inin dışsal olduğu, diğer bir deyişle otomobil kullanıcısının yarattığı maliyetlerin üçte birinin kendisi tarafından değil, toplum tarafından ödendiğini, geriye kalan üçte ikisinin kullanıcı tarafından ödendiğini göstermektedir.

Tablo 1. Ulaşım maliyetlerinin içsel-dışsal olmasına göre sınıflandırması (Litman, 2009)

İçsel Maliyetler	Dışsal Maliyetler	
Araç İşletme (Akaryakıt, Bakım)	İşletme Sübvansiyonları	Hava-Su-Gürültü Kirliliği
Araç Sahipliği(Tescil, Sigorta)	Tıkanıklık	Trafik Hizmetleri
Kazalar (İçsel)	Kazalar (Dışsal)	Sosyal Adaletsizlik
Otopark (İçsel)	Otopark (Dışsal)	Kaynak Tüketimi
Yolculuk Süresi ve Stres	Yol Tesisleri, Yol Arazi Değeri	Atıkların Yok Edilmesi



Şekil 1. Orta büyüklükte bir otomobilin araç-km başına maliyet dağılımı (Litman, 2009).

Değişken maliyetlerin miktarını kullanım oranları belirler; değişken maliyetler, kullanım arttıkça artar, azaldıkça azalır. Sabit maliyetler ise tüketim ya da kullanım miktarından etkilenmezler. Bir aracı satın almanın bedeli ya da ödenen araç tescil vergilerinin maliyetleri kullanıma göre değişmeyen sabit maliyetlerdir. Bu nedenle sabit maliyetler kullanımı teşvik eden maliyetler olarak değerlendirilir. Bir kere bu bedel ödendikten sonra bu maliyetin bedeli zaman içinde giderek daha fazla ihmal edilir. Akaryakıt, yağ, bakım, onarım ve otopark giderleri gibi değişken maliyetler sabit maliyetlerin tersine sürücüye aracı kullanmaktan vazgeçirecek maliyetler yükler (Tablo 2).

Pazar maliyetleri, otomobil, arazi, yakıt gibi pazarda ticareti yapılabilen, pazardan satın alınabilen, parasal değeri belirlenebilir ve ölçülebilir maliyetlerdir. Pazar dışı maliyetler ise temiz hava, gürültü, konfor, kaza riski ve sessizlik gibi pazarda ticareti yapılmayan parasal karşılıklarının belirlenmesi güç olan maliyetlerdir (Tablo 3). Pazar-dışı maliyetler parasal bir değeri olmadığı için ya maliyetsizlermiş gibi algılanmakta ya da değerinin altında hesaplanmaktadır. Gürültü, su kirliliği, doğal çevrenin bozulması gibi çevresel etkilerin yanında yolculuk süresi, kaza riskleri, stres gibi ölçülemeyen fakat kişiye ve doğaya önemli etkileri olan ve fayda-maliyet analizlerinde yer alması gereken maliyetlerdir.

Tablo 2. Ulaşım maliyetlerinin sabit-değişken oluşları açısından sınıflandırılması

Sabit Maliyetler	Değişken Maliyetler
Araç Satın Alma	Akaryakıt
Araç Tescil	Kısa Dönemli Otopark
Uzun Dönemli Otopark Tesisleri	Kullanım Süresi Ve Stres
Sigorta Ödemeleri	Kullanıcı Kaza Riskleri
Yol Yapımı İnşaatı	Yol Bakımı
Otoparkların Sübvansiyon Edilmesi	Trafik Hizmetleri
Trafik Planlama	Sigorta Masrafları
Cadde Sokak Aydınlatması	Tıkanıklık Gecikmeleri
Arazi Kullanım Etkileri	Çevresel Etkiler
Sosyal Adaletsizlik	Beklenmeyen Kaza Riskleri

Tablo 3. Ulaşım maliyetlerinin pazar içi-pazar dışı oluşlarına göre sınıflandırılması

Pazar-İçi Maliyetler	Pazar-Dışı Maliyetler
Akaryakıt	Tıkanıklık Gecikmeleri
Araç Satın Alma	Kullanım Süresi Ve Stres
Araç Bakım (Parça)	Kullanıcı Kaza Riskleri
Yol Bakımı	Sosyal Adaletsizlik
Araç Tescil	Arazi Kullanım Etkileri
Sigorta Ödemeleri	Beklenmeyen Kaza Riskleri
Uzun Dönemli Otopark Tesisleri	Çevresel Etkiler
Araç Bakım (Parça)	
Yol Yapımı İnşaatı	
Otoparkların Sübvansede Edilmesi	
Trafik Planlama	
Cadde Sokak Aydınlatması	
Sigorta Masrafları	
Trafik Hizmetleri	

Araç sahipliği ve araç işletme maliyetleri

Araç sahipliği maliyetleri araç satın alınırken bir kere ve senelik olarak ödenen, aracın kullanım oranı ile değişmeyen sabit maliyetlerdir. Aracın tipine, yaşına, motor gücünün büyüklüğüne göre değişen ve pazar değeri olan ölçülebilen bir maliyet türüdür. Aracın bedeli, sigortası, kayıt tescili ve diğer motorlu araç vergileri gibi sahibinin ödeme yükümlülüğünde olduğu içsel maliyetlerdir. Araç sahibi olma kararlarında etkili ancak kullanım kararlarında etkili değildir.

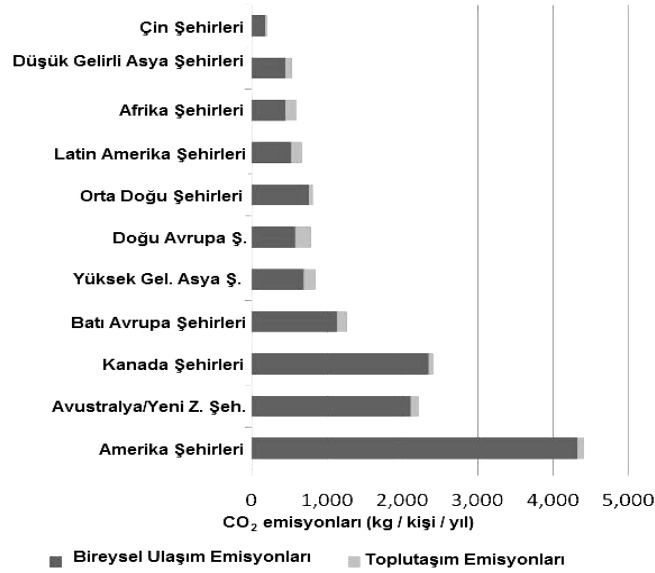
Aracın bakım-tamir masrafları, akaryakıt, yağ, lastik bedeli gibi aracın kullanım miktarına göre artan veya azalan değişken maliyetler araç işletme maliyetlerini oluşturur. Azalan araç kullanımı, aracın yıpranma (amortisman) bedelini düşürür çünkü parça değişim sıklığını azaltır ve toplam işletme maliyetlerinden tasarruf sağlar.

Enerji Maliyetleri

Kentlerin makro formu (kompakt, lineer, düşük-yüksek yoğunluklu) ve bu kullanımlara paralel gelişen ulaşım yapısı (yaya-bisiklet, otomobil-toplutaşım kullanım oranları) ve kentlilerin yolculuk alışkanlıkları ulaşımında enerji tüketiminde önemli farklılıklar yaratmaktadır. Şekil 2’de ulaşımında toplutaşımın yaygın olarak kullanılmadığı otomobil bağımlı düşük yoğunluklu A.B.D. şehirlerinin ulaşımında enerji tüketiminin Çin şehirlerine göre 24 kat daha fazla olduğu belirtilmektedir (Kenworthy 2003).

Hava Kirliliği

Motorlu araçların ürettiği zararlı gazlar insan sağlığını etkileyen, ekolojik dengeyi bozan hava kirliliği maliyetlerine neden olurlar. Bu emisyonların bazıları sadece emisyonların yaratıldığı bölgeler için olumsuzluklar yaratırken bazılarının etkisi küresel düzeydedir. (Kenworthy 2003).



Şekil 2. Ülkelere Göre Ulaşımında CO₂ Tüketimi (Kenworthy 2003).

Gelişen teknoloji ile azaltılan kirlilik emisyon oranları artan trafik ile dengelenmektedir. Elektrik santralleri ve fabrikalarla kıyaslandığında hareketli motorlu araçların neden olduğu kirliliğin kontrol edilmesi daha zordur. Motorlu araçlar çok sayıdadır ve dağıktır. İnsanlara yakın oldukları için de çıkardıkları zararlı gazların etkisi daha çok insana ulaşabilmektedir. Motorlu araçların neden olduğu maliyet analizlerinde hava kirliliği maliyetleri değerlendirilirken yalnızca araçların egzoz emisyon değerleri düşünülmekte, araçlar ve akaryakıt üretimi ile oluşan kirlilikler ihmal edilmektedir. Bir otomobil kentsel alanda km başına 3,10 US Cent, kırsal alanda 0,65 US Cent hava kirliliği maliyeti yaratır. Kamyonlar %20 daha fazla hava kirliliği maliyetlerine neden olurlar. Yeni araçların eskilere göre hava kirliliği maliyetleri daha düşüktür (Litman, 2009).

Su kirliliği

Su kirlenmesi, su kaynağının fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesidir. Motorlu araçlardaki yağ karterlerinden sızan yağlar, yollardaki buzlanmayı önlemek için yapılan tuzlamanın neden olduğu zararlar, yeraltındaki akaryakıt depolama tanklarının sızdırması, hava kirliliğinin çökmesi yeraltı ve yerüstü sularının kirlenmesine neden olan ulaşım maliyetleridir. Su geçirmeyen yüzeylerin artışı, yağmur sularının emilmeyerek yüzeyde kalması, artan sel baskınları, sulak alanların kaybı, sahil şeridindeki değişiklikler, kıyı boyunca inşa edilen binalar ulaşımın hidrolojik maliyetleridir.

Yolculuk Süresi Maliyetleri

Yolculuk süresi, ulaşım aracına erişim (toplutaşım durağına veya otoparka), durakta toplutaşım aracı bekleme, araç içinde geçen süre ve araçtan inilip varış noktasına erişimde geçen zamanın tümüdür. Yolculuk süresi ulaşım modelleme ve proje değerlendirmelerinde önemli bir maliyet veya yarar kalemidir ve değerlendirme yöntemi planlama kararlarını önemli ölçüde etkiler. Yolculuk süresinin kısaltılması ulaşım projelerinin öncelikli gerekçelerinden biridir.

Kaza Maliyetleri

Kaza maliyetleri yolculuk esnasında oluşan kazaların her türlü ekonomik ve mali değerlerinin karşılığıdır. Araçlarda veya yol çevresindeki yapılarda meydana gelen maddi kayıplar, iş gücü kaybı, acil

yardım ve tedavi giderleri, kazaları önlemek için alınan emniyet tedbirleri, kazaların neden olduğu ve parasal değeri ölçülebilen maliyetlerdir. Genç yaşta ölüm nedenlerinin başında gelen trafik kazalarının, pazar değeri olmayan ancak ölçülebildiğinde maddi kayıplardan daha büyük maliyetlere yol açan kaybolan yaşamlar, yaralanmalar, sakatlıklar, yakınlarının kaybı ile yaşanan acılar, yaşam kalitesinin kaybı gibi maliyetleri de vardır.

Otopark Maliyetleri

Otopark maliyetleri kullanılan arazi, inşaat, işletme maliyetleri gibi maliyet kalemlerine sahiptir. Ölçülebilen ve pazarda değeri olan otopark maliyetleri hesaplanırken genellikle arazi bedelinin düşük bir değere sahip olduğu varsayılarak ihmal edilir. Arazi bedelinin kent merkezine yaklaştıkça arttığı ve otopark olarak kullanılan arazinin bir fırsat maliyetinin olduğu da analizlerde ihmal edilmektedir. Otopark olarak kullanılan arazinin konut, çalışma alanı, sosyal tesis, otobüs şeridi, bisiklet veya yaya düzenlemeleri için kullanılabileceği düşünülerek kaybedilen fırsat maliyeti geleneksel ulaşım analizlerinde ihmal edilmektedir.

Sıkışıklık

Sürücüler arasındaki etkileşim nedeniyle artan riskler ve gecikmeler trafik tıkanıklık (sıkışıklık) maliyetlerini oluşturmaktadır. Trafik tıkanıklığı maliyetleri özellikle kapasitesine yaklaşan yol kesimlerinde araçlar arasındaki etkileşimden kaynaklanan kirlilik, araç maliyetleri, sürücü gerilimlerini ve gecikmeleri içerir. Sıkışık bir yola katılan her araç tıkanıklık maliyetlerini hem üstlenir hem de diğer araçlara yansıyan maliyetleri artırır.

Yol tesis maliyetleri

Karayolu tesis maliyetleri, yolların yapımı, bakımı ve işletmesi dahil yağmur suyu drenajı ve işletmesinden doğan tüm harcamaları içerir. Bu maliyetlerin kimler tarafından karşılanacağı, ulaşım türlerine göre hangi oranlarda dağıtılacağı belirlenmesi önemlidir. Karayolu altyapı maliyetlerinin ölçülmesi bu giderlerin ilgili kamu kuruluşlarının bütçelerinde yer aldığı için daha kolaydır.

Yol arazi değeri

Yol arazi değeri karayolu güzergahı ve tesisleri için kullanılan arazinin maliyetini içerir. Geleneksel maliyet değerlendirmelerinde yol ve otopark için kullanılan arazinin batık maliyet olarak nitelendirilmesi karayoluna yapılan yatırımların artmasına dolayısıyla ekonomik etkinliğin azalmasına neden olmaktadır. Kullanılan arazinin alternatif değerinin olduğu hesaba katılmalı ve yol kullanıcılarına bu maliyetin paylaştırılarak hakkaniyetsizliğin giderilmesi sağlanmalıdır. Hakkaniyetli vergilendirme sistemi içinde ulaşım tesis ve hizmetlerinin genel mülk ve satın alma vergilerinden ayrı tutulmaması gereklidir.

Trafik hizmetleri

Trafik hizmetleri, araç trafiğinin güvenli ve akıcı bir şekilde yürütülmesi, araçların denetimi, trafik kazalarında ilk müdahalenin yapılabilmesi için gerekli acil servisler ve yol aydınlatmaları gibi tüm hizmetlerin maliyetlerini içerir. Trafiği düzenleyecek politikaların oluşturulması, uygulanması, kontrol edilmesi, mahkemelerin oluşturulması, sürücü eğitimi gibi hizmetlerin maliyetleri genel vergilerle karşılanır. Trafik düzenlemeleri ve hizmetleri yaya ve bisikletliler dahil tüm ulaşım türlerine hizmet vermesine rağmen motorlu araçların daha tehlikeli olması trafik hizmetleri maliyetlerini daha fazla yönetim ve acil durum ihtiyacından dolayı yükseltir.

Hakkaniyet – alternatif değeri (ulaşım çeşitliliği)

Artan otomobil bağımlılığının baskısı ve azalan alternatif ulaşım turlerinin eksikliğinin neden olduğu ulaşım çeşitliliğinin azalması ile oluşan maliyetlerdir. Ulaşım çeşitliliği verimlilik, etkinlik, hakkaniyet, seçenek değeri ve esneklik gibi çeşitli faydalar sağlar.

Ulaşım sistemindeki çeşitlilik, farklı turlerin bütunleşerek etkin ve verimli bir ulaşım sisteminin oluşturulmasını sağlar. Her bir ulaşım turlerinin farklı kapasitesi ve verimli çalıştığı yolculuk talep düzeyinin bulunması sebebiyle kentteki farklı koşullarda farklı ulaşım turlerinin hizmet vermesi gerekmektedir. Ulaşım çeşitliliği her turlü ulaşım talebini karşılamaya yardımcı olur. Otomobil sahibi olmayan ya da otomobil kullanımının maliyetlerini karşılayamayan düşük gelirli, engelli, yaşlı, çocuk herkesin ulaşım ihtiyacını karşılayacak farklı ulaşım turleri bulunarak sosyal adalet sağlanır. Yetersiz ulaşım seçenekleri fiziksel, ekonomik ve sosyal yönden dezavantajlı kişileri sınırlar. Yeterli ve uygun ulaşım alternatifleri olmayan bir ulaşım sisteminde otomobile erişimi olmayan kişilerin iş bulmaları ve çalışmaları, okula gitmeleri, sosyal ve kültürel faaliyetlere katılımları sınırlandırılarak adaletsiz bir kentsel yapı ve ulaşım sistemi yaratılır. Artan ulaşım seçenekleri zorunlu yolculukları kolaylaştırarak toplumda hakkaniyetin sağlanmasına yardımcı olur.

Gürültü

“Hoşa gitmeyen, istenmeyen, rahatsız edici ses olarak tanımlanan gürültü ne kadar anlamsız, ne kadar şiddetli, ne kadar düzensiz ve ne kadar ani olursa o kadar rahatsız edicidir” (Aktürk 1998). Motorlu taşıtlar, motorlarının kalkış, hızlanma ve çalışmasından kaynaklanan sesler, karayolu taşıtlarının lastikle yol (demiryolu araçlarının elik tekerlekle elik ray) sürtünmesinden (kalkış/sürüş ve frenlemede) kaynaklanan sesler, taşıtın neden olduğu aerodinamik gürültü, korna ve alarm sistemlerinin yarattığı gürültüleri çevreye yayarlar.

Kaynak tüketimi

Ulaşımda tüketilen petrol ve türevlerinin ve diğer enerji turlerinin tüketiminden kaynaklanan ve motorlu araçların üretimi ve işletilmesi için kullanılan doğrudan kullanıcısı tarafından karşılanmayan maliyetlerdir. Petrol kaynaklarının araştırılması, çıkarılması, işletilmesi ve dağıtılması süreci doğal hayatın bozulması, gürültü, hava ve su kirliliği ve katı atık gibi çevresel zararlara neden olur ve toplum için de önemli maliyetler ve riskler yaratır. Kaynakların ıkarılmasından dağıtılmasına kadar olan süreçte kirliliğin neden olduğu bir çok hastalık, akaryakıtın işlenmesi ve dağıtılması sırasında oluşan bir çok kaza insan yaşamını ve sağlığını tehdit eder.

Eşik etkisi

Otomobillerin hareketliliğini arttırması sonucunda inşa edilen yollar, katlı kavşaklar ve otopark yatırımları ile araç trafiğinin kendisi yerleşim alanlarını bölmekte, bisikletliler ve yayaların erişimi üzerinde olumsuzluklar ve rahatsızlıklar yaratarak kentsel yerleşimlerde eşik etkisi yaratmaktadır. Yerleşim alanlarının ve konutların karayolu tesisleri ve trafiği bölmesinin ortaya çıkardığı maliyetler eşik etkisi maliyetleri olarak tanımlanmaktadır. Yol genişletme çalışmaları ve karayolu şebekesine ilave edilen her yol yaya ve bisikletlilerin yolculuk ortamlarını bozmaktadır. Aralı yolculuklar korunmasız olan yayalar ve bisikletlilere gecikmelerin yanında kaza riski ve kirlilik gibi dışsalıkları da yüklemektedirler.

Arazi kullanım etkisi

Artan karayolu kaplamaları, düşük yoğunluklu gelişim ve bunu destekleyen otomobile bağımlı yolculukların artması gibi gelişmelerin kentsel ve kırsal yerleşim yapısında neden olduğu dışsal maliyetler arazi kullanım etkisi içinde incelenmektedir.

Atıkların yok edilmesi maliyetleri

Atıkların yok edilmesi maliyetleri, motorlu araçların üretimi-bakımı ve kullanımı esnasında ortaya çıkan zararlı materyallerin yok edilmesi ile oluşan maliyetlerdir. Motorlu araçların neden olduğu atıklar geri dönüşümü yapılmaksızın bekletilmekte ve yok edilmesi yine kamu harcamaları ile motorlu aracı kullanan yada kullanmayan ayrımı yapılmadan genel vergilerden karşılanmaktadır. Hurda araçlar, antifrizler, ham petrol, kullanılmış lastikler, aküler, yağlar ve diğer zararlı atık maddelerin doğaya zarar vermeden yok edilmesi gereklidir (EPA 2009).

Alan Kaybı

Tarım ve orman alanlarının kaybı, yerleşim alanlarının birbirinden koparılması, gürültü, rekreasyonel potansiyele sahip alanların kaybı, fauna ve flora üzerindeki tahripler, görsel kirlenme ulaşım altyapısından kaynaklanan fiziksel etkilerdir. Bitki ve hayvanların doğal yaşam alanlarını kaybetmeleri zamanla bazı türlerin yok olmasına neden olmaktadır.

Doğal Yaşama Etkiler

Kentlerarası ve kentiçi ulaşım araçları, altyapısı ve tesisleri iklim, bitki örtüsü, yeraltı-yerüstü suları, jeolojik ve jeomorfolojik yapıda geri dönülmesi zor hatta imkansız tahribatlara neden olmaktadır. Ulaşım projeleri inşaat aşamasında inşaat malzemelerinin sağlanması, materyal taşıma, şantiye kurma, ağır iş makinelerinin çalışması, yol güzergahında hafriyat, şevler, köprüler, geçitler ve trafiğe açıldıktan sonra da taşıtların neden olduğu gürültü, gaz, toz emisyonları gibi çeşitli kirlilikler yaratmaktadır.

Sosyal Bütünleşme

Ulaşımın empoze ettiği tüm maliyetlerin kullanıcıları veya tüketicileri tarafından karşılanmaması ve toplumun diğer bireylerinin bu maliyetlere borçlandırılması sosyal adaletsizliklere neden olmaktadır. Ancak etkili bir ulaşım sistemi sosyal gruplar arasındaki hakkaniyetsizliklerin giderilmesinde önemli rol oynar. Kentlerdeki nüfusun ve otomobil sahipliğinin giderek artması, caddelerin durma noktasına gelen araçlarla dolmasına, insanların da bu araçların içinde stres içinde yolculuk etmeleri, verimliliklerinin düşmesine neden olmaktadır. Bireyler üzerinde oluşan bu olumsuzluklar toplum ölçeğinde daha da büyümektedir. Özel otomobillerin hareketliliğini artırmaya yönelik altyapı ve tesislerin yapımına öncelik verilmesi ayrıca maliyetlerinin genel vergilerden karşılanması sosyal adaletsizliklere neden olmaktadır.

Projelerinin Değerlendirilmesi Yöntemleri ve Sorunlar

Bir proje uygulamaya konduğunda kısıtlı ve değerli kaynaklar bu alana bağlanmakta, tüketilen kaynakların daha öncelikli bir alanda kullanımı engellenmiş olmaktadır. Kaynakların kısıtlılığı ve toplumsal ihtiyaçların fazlalığı kaynakların en verimli şekilde kullanılmasını gerektirir. Kaynakların etkin ve verimli kullanımından bahsedebilmek için en az girdi (maliyet) ile en fazla ve kaliteli mal

ve hizmet (fayda) üretiminin gerçekleştirilmesi sağlanmalıdır (Ünsal 2004). Bir proje uygulamaya konduğunda bu projenin fayda ve maliyetlerinin neler olacağını, kimlerin ortaya çıkacak faydalarından ne kadar yararlanacağı ve oluşan maliyetlerden ne kadar etkileneceğini değerlendirecek kapsamlı analizlere ihtiyaç vardır. Kıt kaynakların alternatif projeler arasından hangi en uygun proje için harcanacağına kapsamlı proje analizleri ile ulaşılır.

Projelerin değerlendirilmesinde çeşitli değerlendirilme teknikleri kullanılır:

- **Maliyet-Etkinlik Analizi (Cost-Effectiveness):** Bir yolun inşaatı gibi belirli bir amaca ulaşmak için farklı seçeneklerin maliyetleri (girdi) karşılaştırılır. Çıktı yani fayda sabit tutulduğu için tek değişken girdilerin maliyetidir. En ekonomik sonuca varan ya da fayda elde eden proje maliyet etkin olarak seçilir. Tüm maliyetler karşılaştırılabilir birim maliyetlere dönüştürülür. Bir amacı başarmak için en düşük maliyet seçeneği en maliyet etkin olarak değerlendirilir. Örneğin A kentinden B kentine ulaşmak için iki muhtemel güzergah varsa, en ucuza mal edilen güzergah en maliyet etkindir.
- **Fayda ve Maliyet Analizleri (Cost – Benefit Analysis):** Tek bir fayda ya da maliyetle sınırlı kalmadan tüm fayda ve maliyetleri karşılaştırır. Bu yöntemle, gerçekleştirilmesi düşünülen herhangi bir yatırımın olası fayda ve maliyetlerinin bugünkü değeri tespit edilmeye çalışılmakta, yatırımın gerçekleştirilmesi için hazırlanmış çeşitli projeler karşılaştırılarak fayda/maliyet oranı en yüksek olan proje seçilmektedir.
- **Proje Ömrü Maliyet Analizi (Lifecycle Cost Analysis):** Analizlere paranın zaman değerini de ekleyerek projelerin farklı zamanlar içinde sağlanan fayda ve maliyet analizlerine göre alternatifleri karşılaştırır. Gelecekte meydana gelen fayda ve maliyetlerin değerlerini belirlenmiş indirgeme oranına göre azaltarak analiz eder. Her bir fayda ve maliyet kendi zaman biriminde hesaplanır ve indirgeme oranıyla tüm değerler mevcut yıla (base year) dönüştürülür. Her bir seçeneğin net bugünkü değeri (Net Present Value: NPV) hesaplanır ve toplanır. Toplam faydalar maliyetlerden çıkarılır. Fayda maliyetlerden fazlaysa proje yapılabilir bulunmuştur.
- **En Az Maliyet Planlaması (Least Cost Planning):** Ulaşım sorunlarına günümüzde pahalı yatırımlarla çözüm aranmaktadır. En az maliyet planlaması yönteminde pahalı yatırımlara gidilmeden yolculuk talep yönetimi, trafik durultma sistemleri gibi ucuz işletme düzenlemeleri ile trafik yönetimi ilkelerini benimseyerek, pazar-dışı maliyetlerini hesaba katan analiz yöntemidir. Toplutaşım iyileştirmeleri, oto-paylaşım programları veya yol fiyatlandırması gibi düzenlemeler yol kapasitesinin genişletilmesi yerine uygulanabilir düşük maliyetlere sahip düzenlemelerdir.
- **Çoklu Hesaplama Değerlendirmesi (Multiple Accounts Evaluation):** Fayda ve maliyetleri değerlendirirken sadece ölçülebilen ve pazarda değeri olan kriterleri değil sayılamayan ve parasallaştırılamayan etkileri de kullanır. Ölçülemeyen maliyet türleri için her bir seçeneğe düşük, orta, iyi, çok iyi gibi değerler verir. Maliyet etkinlik, hakkaniyet, çevresel etkiler, alternatif çeşitliliği, erişilebilirlik gibi ölçülmesi zor olan maliyet kalemlerinin her bir seçenek için değerlendirilmesi yapılır.
- **Ulaştırma projeleri gibi kamu yatırım projelerinin değerlendirilmesi için en çok kullanılan yöntem “Fayda Maliyet Analizi” (FMA)’dir.** Fayda-maliyet analizi, matematiksel teknik ve işlemlerin kullanılmasıyla yapılan bir analiz yöntemidir. Bu yöntemle projelerden ortaya çıkabilecek fayda ve maliyetler belirlenmekte, parasal değerler olarak ifade edilmekte ve fayda-maliyet karşılaştırması yapılarak yatırım için en uygun projenin seçilmesi sağlanmaktadır.

Günümüzde bu konuda kullanımı giderek artan yöntem “Çok Ölçütlü Değerlendirme” (ÇÖD)’dir (Bilgiç 2002). Bu yöntem FMA gibi yatırımın ekonomik yönünü dikkate alırken aynı zamanda FMA’nın en büyük sorunu olan dışsal etkileri de daha gerçekçi olarak değerlendirebilmektedir. Ülkemizde kullanılan yapılabirlik (fizibilite) etütlerinde değerlendirmeye alınan fayda ve maliyetler yetersiz ve belli bir standarda sahip değildir. Araştırma kapsamında İncelenen fizibilite etütleri-

nin her biri farklı fayda ve maliyetleri ele almıştır. Fizibilite etütlerinde belli standartlara ulaşılmadığı için ele alınan fayda ve maliyetler etüdü yapılan projeyi fizibil çıkartacak türdendir. Eğer karayolu projesi ise karayolunu kullanan otomobillerin zaman kazancı ele alınmakta, diğer ulaşım türleri ihmal edilmektedir.

Yazar tarafından yapılan araştırmada ulaşım maliyet ve yararların karar süreçlerinde hangi ölçüde değerlendirmeye alındığı, hesaplamanın hangi yöntemler ve kabullerle yapıldığının incelenebilmesi için;

- Gaziantep Raylı Sistem Kesin Fizibilite Etüdü (2006) (Etüt-27),
- Kayseri Raylı Sistem Fizibilite Etüdü (2001) (Etüt-38),
- Ankara-İstanbul Sürat Demiryolu Fizibilite Etüdü (2003) (Etüt-34-06),
- Eskişehir Raylı Sistem Hatlarının Uzatılması İşi Fizibilite Etüdü (2007) (Etüt-26)

ayrıntılı olarak irdelenmiş ve dünya örneklerindeki uygulamalarla kıyaslanmış ve eksiklikleri tesbit edilmiştir.

Yapılan ayrıntılı incelemelerde değerlendirilen dört ulaşım projesinde içsel, doğrudan ve pazar maliyetlerinin yaklaşık tamamının hesaplamalara alındığı, dışsal maliyetlerde ise farklılıklar bulunduğu ama genellikle hepsinde farklı düzeyde eksiklikler olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Toplutaşım Fizibilite Etütlerinde Dikkate Alınan Maliyetler

Maliyet türleri	Açıklama	Alt maliyet birimleri	(Etüt-27)	(Etüt-38)	(Etüt-34-06)	(Etüt-26)
Araç sahipliği	Araç satın alınırken ödenen maliyetler	Araçın bedeli	3	2	3	3
		Sigorta	0	0	0	0
		Vergiler (MTV)	0	0	0	0
		Kayıt-tescil	0	0	0	0
		Finansman	0	0	0	0
Araç işletme	Araç işletme bakım-onarım, tamir masrafları	Akaryakıt/Yağ	2	1	2	3
		Lastik	2	1	2	3
		Tamir, bakım	2	1	2	3
		Yol geçiş bedeli	0	0	2	3
		Amortisman	0	0	0	3
Yolculuk süresi	Ulaşımda harcanan zaman	Ölçülen süre	3	2	3	3
		Algılanan süre	0	0	0	0
İçsel / Dışsal Kazalar	Kaza maliyetleri	Maddi kayıplar	3	0	0	3
		Gelir kaybı	3	0	0	2
		Tedavi masrafları	3	0	0	0
		Önleme masrafları	0	0	0	0
		Acılar, yaşam kalitesi kaybı	0	0	0	0
İçsel / dışsal otopark	Otopark maliyetleri	Yapım	0	0	0	0
		İşletme	0	0	0	0
		Bakım	0	0	0	0
		Arazi bedeli	0	0	0	0
Tıkanıklık	Sürücüler arasındaki etkileşim nedeniyle artan riskler ve gecikmeler	Gecikmeler	0	0	0	0
		Artan araç maliyetleri	0	0	0	0
		Tıkanıklığın yarattığı kirlilik	0	0	0	0
Yol tesisleri	Yol yapımı, bakımı, işletmesi, yağmur suyu drenajı dahil	Yol yapım	3	0	3	2
		Bakım	3	0	3	2
		İşletme	0	0	3	0
Yol arazi değeri	Arazinin miktarı ve değeri		0	0	0	0
Trafik hizmetleri	Emniyet hizmetleri, acil yardım ve yol aydınlatması	Trafik hizmetleri	0	0	0	0
		Acil servisler	0	0	0	0
		Yol aydınlatma	0	0	0	0
Ulaşım çeşitliliği	Ulaşım çeşitliliğinin değerini ve azalan ulaşım seçeneklerinin maliyetleri		0	0	0	0
Hava kirliliği	Ulaşımın neden olduğu hava kirliliği maliyetleri	Egzoz emisyon maliyeti	3	0	0	1
		Akaryakıt üretimi kirlilikleri	0	0	0	1
Gürültü	Taşıtların yarattığı gürültü maliyetleri		1	0	0	0
Kaynak tüketimi	Tüketilen petrol maliyetler		0	0	0	0
Eşik etkisi	Yollar yayalar üzerinde oluşturduğu maliyetler		0	0	0	0
Arazi Kullanım	Ulaşım kararlarının arazi kullanım kararları üzerindeki etkisi		1	0	0	0
Su kirliliği	Ulaşım faaliyetlerinin su kirliliğine maliyetleri	Sızan yağlar,	0	0	0	0
		Buzlanmayı için yapılan tuzlama etkileri	0	0	0	0
Atıkların yok edilmesi	Motorlu araçların atıklarıyla oluşan dışsal maliyetler	Hurda araçlar, antifirizler, aküler,	0	0	0	0

Gösterim :

Tam: 3 Eksik (Yeterli): 2 Eksik (Yetersiz): 1 Yok: 0 (Kaynak: Candan 2009)

İncelenen projelerde genellikle dışsal maliyetlerin ihmal edildiği ortaya çıkmaktadır. Ülkemizdeki planlama çalışmalarının kapsamı ve veri tabanı, kamu bilgi toplama ve erişim sistemlerindeki eksiklikler ve yetersizlikler sebebiyle bir çok maliyet ve yararın parasal değerlerinin hesaplanmasında kullanılması gereken veriler yoktur ya da erişilememektedir. Ancak sadece bilgi yetersizliği bulunan konular değil, trafik hizmet maliyetleri ya da arazi fiyatları gibi değerlendirilmesi mümkün olan maliyetlerin de çoğu zaman ihmal edilmekte olduğu görülmektedir. Bunun temel sebeplerinden birisi, ulaşımdaki dolaylı maliyet etkilerinin ve dışsal maliyetlerin boyutlarının küçümsemesinden dolayı bu etkilerin dikkate alınmamasıdır.

Fayda ve maliyetler eksiksiz ve ayrıntılı olarak fizibilite etütlerinde kullanılan maliyetlere yansıtıldığına, ulaşım yatırımlarında ve ulaşım türlerinin kullanımında farklı bir yapıya ulaşılması söz konusudur. Özellikle karayolu yatırımlarının ikincil maliyet etkileri ve dışsallıkları dikkate alındığında karayoluna dayalı projelerin şu anda olduğu gibi kolayca seçilmeyeceği açıktır.

Sürdürülebilir Ulaştırma Projelerinin Seçimi İçin Yapılması Gerekenler

Ülkemizde fizibilite raporlarının, daha geniş tanımıyla ulaşım projelerinin ekonomik ve mali değerlendirmesinde gözlenen bu eksiklikler göz ardı edilmektedir. Kamu yatırım bütçesinin yaklaşık üçte birini oluşturan ulaşım projelerinin yanlış ve eksik değerlendirilmesi sonucunda sadece kamu kaynakları yanlış kullanılmamakta, kentsel ve çevresel değerler yitirmekte, gelecek kuşaklara yetersiz ve yanlış yapılandırılmış bir ulaşım sistemi, çevre ve kentler bırakılmaktadır.

Göz ardı edilen maliyet ve yararların bir kısmı eldeki verilerle kolayca hesaplanabilecek maliyetler olmasına karşılık bu maliyet ve yararlar dikkate alınmamaktadır. Bu eksikliklerin oluşmasının temel sebebi bir yandan değerlendirmeyi yapanların teknik bilgi yetersizliği, zaman ve para bütçesi kısıtlamaları gibi sebeplerden dolayı gerekli ayrıntıda ve hassasiyette projeleri incelememeleri, diğer yandan da ulaşım projelerinin hazırlanması için gerekli ayrıntı düzeyi ve standartları belirleyen (yöntem, içerik, başlıklar ve standartlar gibi) yasal ve teknik çerçevenin bulunmaması ve değerlendirmeleri denetleyecek ilgili kamu kurumlarında uygulanan süreçlerin yetersizliği ve eksikliğidir.

Gerekli maliyet hesaplama girdilerinin bir kısmı kamu kurumlarında bulunmakla birlikte, bu verilerin bir kısmı istenilen ayrıntı ve formatta bulunmamaktadır. Toplanmakta olan bilgilerin ilave işlemlerle işlenmesi, bilgiler toplanması ya da ilave analizlerin yapıldıktan sonra genel kullanıma açılması gerekmektedir.

Maliyet ve yararların bir kısmı için ülkemizde hiç bir bilgi toplanmamakta, çalışma yapılamamaktadır. Bu bilgilerin oluşturulması için kamu üniversiteleri başta olmak üzere çeşitli kamu ve özel kuruluşları araştırma projeleri çerçevesinde görevlendirilmeli ve gerekli veri tabanı oluşturulmalıdır. Bu araştırma projelerinin tanımlanması ve oluşturulması için Ulaştırma Bakanlığı ve DPT tarafından çalışmalara hemen başlanmalıdır.

Kamu yatırım bütçesinin yaklaşık üçte birini oluşturan ulaşım projelerinin yanlış ve eksik değerlendirilmesi sonucunda sadece kamu kaynakları yanlış kullanılmamakta, kentsel ve çevresel değerler yitirmekte, gelecek kuşaklara yetersiz ve yanlış yapılandırılmış bir ulaşım sistemi, çevre ve kentler bırakılmaktadır.

Kaynaklar

1. IPCC (2007) Intergovernmental Panel on Climate Change, "IPCC Fourth Assessment Report: Mitigation of Climate Change, Chapter 5, Transport and its Infrastructure" p. 325.
2. Gwilliam, K., Kojima, M., Johnson, T. (2004), "Reducing Air Pollution From Urban Transport", The World Bank, Washington, 177-180
3. Litman, T.A. (2009), "Transportation cost and benefit analysis techniques, estimates and implications" *VTPI, Canada*, 3-5.
4. Kenworthy, J R (2003) Transport Energy Use and Greenhouse Emissions in Urban Passenger Transport Systems : A Study of 84 Global Cities Murdoch University, presented to the International Third Conference of the Regional Government Network for Sustainable Development, Notre Dame University, Fremantle, Western Australia,
5. http://cst.uwinnipeg.ca/documents/Transport_Greenhouse.pdf
6. Aktürk, N. ve Ünal, Y. (1998), "Gürültü, Gürültüyle Mücadele ve Trafik Gürültüsü", G.Ü. Fen Bilimleri Enst. Bülteni, 3: 21-32,.
7. EPA (2009) US Environmental Protection Agency, "Recycling Automotive Parts",
8. <http://www.epa.gov/epawaste/conserves/materials/auto.htm>,
9. Ünsal, H. (2004), "Kamu Hizmetlerinin Planlanmasında Fayda-Maliyet Analizi ve Uygulanabilirliği", Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,
10. Bilgiç Ş., Evren G. (2002), "Türkiye’de ulaştırma yatırımlarının değerlendirilmesi için bir yöntem önerisi", İTÜ Dergisi/D Mühendislik,1(2): 88-98
11. Candan, Sibel (2009) Kara Ulaşımı Fayda ve Maliyetlerinin Ölçülmesinin Yöntemleri ve Uygulamalara Etkileri, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Otoyollarda Kaza-Arızaların Algılanması için Yapay Sinir Ağı Tekniği: İstanbul Çevreyolları Örneği

Sencer OKTAV ve 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

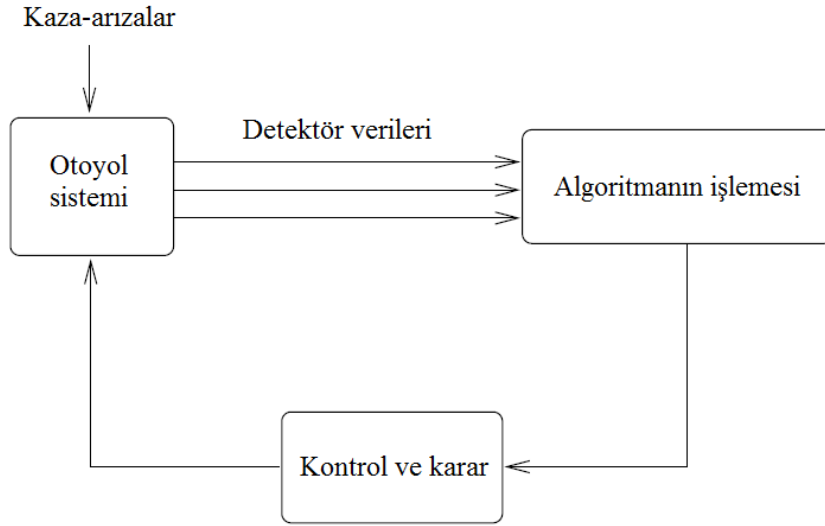
Bir yol kesiminde meydana gelen kazalar, arızalanmış araçlar, yola devrilmiş yükler ve bunun gibi normal trafik akışını bozan ve kapasitede azalmaya neden olan tekrarlanmayan (rastgele oluşan) olaylar kaza-arıza olarak tanımlanırlar. Kaza-arıza yönetimi; meydana gelen kaza-arızaların süresini ve etkisini azaltmakla birlikte, sürücülerin, kaza-arıza mağdurlarının ve müdahale ekiplerinin güvenliğini arttırmak için insani, kurumsal, mekanik ve teknik kaynakların sistematik, planlı ve koordineli bir biçimde kullanılmasıdır. Günümüzde kaza-arızaların sebep olduğu tıkanıklıklar ciddi bir sorun haline gelmiştir. Öyle ki, kentiçi ulaştırmasında meydana gelen tıkanıklıkların büyük kısmı kaza-arızalardan kaynaklanmaktadır. Mevcut kaza-arıza algılama modelleri arasında yapay sinir ağları, algılama oranı, yanlış alarm oranı ve algılama için harcanan ortalama süre ölçütlerine göre en iyi sonuç verenlerden biridir. Çalışmanın uygulama bölümünde, İstanbul Anadolu ve Avrupa yakalarında yer alan otoyollar (O-1 ve O-2, sırasıyla, birinci ve ikinci çevreyolu) için bir yapay sinir ağı kaza-arıza algılama modeli oluşturulmuş ve test edilmiştir. Test sonuçlarına göre, oluşturulan modelin algılama oranı %76'nın üzerinde ve yanlış alarm oranı %1'in altındadır.

Anahtar sözcükler: Kaza-arıza, algılama oranı, yanlış alarm oranı, kaza-arıza algılama, yapay sinir ağları.

Giriş

Bir yol kesiminde meydana gelen kazalar, arızalanmış araçlar, yola devrilmiş yükler ve bunun gibi normal trafik akımını bozan ve kapasitede azalmaya sebep olan, tekrarlanmayan (rastgele oluşan) olaylar, kaza-arıza olarak tanımlanır. Dünya çapında başlıca otoyollarda meydana gelen gecikmelerin ve tıkanıklıklara bağlı oluşan maliyetlerin büyük bir kısmını kaza-arızalar oluşturmaktadırlar. Örneğin, ABD'de yer alan başlıca otoyollarda meydana gelen gecikmelerin %50-60'lık bölümü kaza-arızalardan kaynaklanmaktadır. Ayrıca bir kaza-arızanın kaldırılmasının geciktiği her 1 dakika için trafiğin eski haline dönmemesinin 4 dakika sürdüğü saptanmıştır (Thomas ve Dia, 2006). Kaza-arızaların tamamen önlenmesi günümüz koşullarında ve yakın bir gelecekte olanaksız görünmektedir (Huang ve Pan, 2006). Bu nedenle, kaza-arızaların ve olumsuz etkilerinin mümkün olduğunca azaltılması için çalışmalar yapmak önemlidir. İşte bu konuda yapılan çalışmaların bütünü aslında kaza-arıza yönetimini oluşturmaktadır. Kaza-arıza yönetimi; kaza-arızaları algılamak, müdahale etmek, kaldırmak ve mümkün olduğunca hızlı ve güvenli bir biçimde yolun kapasitesini eski düzeyine getirmek için gerçekleştirilen planlanmış ve düzenlenmiş bir süreçtir (Brooke vd., 2004). Kaza-arıza yönetimi genel olarak aşağıda belirtilen bileşenlerden

oluşmaktadır: Algılama, doğrulama, bilgilendirme, müdahale, bölgenin yönetimi, trafiğin yönetimi, kaldırma. Kaza-arıza algılama süreci; meydana gelen kaza-arızaların kullanılan bir sistemle otomatik olarak algılanması ve ilgililere uyarı olarak iletilmesi sürecidir. Kaza-arıza algılama süreci şematik olarak Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Kaza-arıza algılama süreci (Petty, 1997).

Otomatik kaza-arıza algılama sistemleri bir trafik algılama sistemi ve bir kaza-arıza algılama modeli olmak üzere iki ana bileşenden oluşmaktadır. Trafik algılama sistemi kaza-arızayı algılamak için gerekli trafik verilerini sağlarken, kaza-arıza algılama modeli bu verileri çözümler ve bir kaza-arızanın var olup olmadığını sorgular (Thomas ve Dia, 2006). Kaza-arıza algılaması günümüzde oldukça önemli bir sorun haline gelmiştir. Kentiçi yollarda meydana gelen kaza-arızalar gecikmelere neden oldukları gibi yolun güvenlik şartlarında bozulmalara da yol açarlar. Bu nedenle, kaza-arızaların mümkün olduğunca hızlı ve güvenli bir biçimde algılanması oldukça önemlidir. Etkin bir kaza-arıza yönetiminin gerçekleştirilebilmesi için otomatik kaza-arıza algılama modellerinin geliştirilmesi şarttır (Srinivasan vd., 2000).

Kuramsal temelleri çeşitli olan çok sayıda otomatik kaza-arıza algılama modeli geliştirilmiştir. Yaşar (2010)'da mevcut algılama algoritmaları incelenmiştir. En çok kullanılan modeller Thomas ve Dia (2006)'da incelenmiş ve değerlendirilmiştir. İncelenen modeller arasında, Kaliforniya modelleri, zaman serisi modelleri, McMaster modeli, yapay sinir ağı modelleri ve Fraktal kaza-arıza algılama modelleri bulunmaktadır. Bu modellerin herbiri kendine özgü bir tekniğe sahiptir. Modellerin değerlendirilmesi için üç temel ölçüt geliştirilmiştir: Algılama oranı (DR), yanlış alarm oranı (FAR) ve algılamak için harcanan ortalama süre (MTTD). Bu ölçütlere ilişkin açıklamalar Tablo 1’de sunulmaktadır (Thomas ve Dia, 2006). Geliştirilen bir modelin başarımı (performansı), başka modellerle karşılaştırılarak yapılabildiği gibi, geçmişte sahadan toplanan gerçek verileri doğru tahmin etme becerisine göre de değerlendirilebilir. Thomas ve Dia (2006)'daki karşılaştırmalı model değerlendirmesinde, yapay sinir ağlarının en yüksek başarıma sahip olduğu görülmüştür. Bu çalışmada da kaza-arıza algılaması için ileri beslemeli geri yayımlı bir yapay sinir ağı modeli geliştirilmiş ve modelin kalibrasyonu saha verilerine göre yapılmış, sınanması için de saha verileri kullanılmıştır.

Tablo 1. Kaza – Arıza Algılama Modellerini Değerlendirme Ölçütleri

Ölçüt	Açıklama
Algılama oranı (DR)	Algılanan kaza-arıza sayısının meydana gelen toplam kaza-arıza sayısına bölümü şeklinde tanımlanır.
Yanlış alarm oranı (FAR)	Yanlış alarm verilen kazasız-arızasız zaman aralığı sayısının toplam kazasız-arızasız zaman aralığı sayısına bölünmesi şeklinde tanımlanır. Bu tanım, bazı kaynaklarda kullanılan toplam zaman aralığına bölme tanımından daha sağlıklı sonuçlar vermektedir.
Algılamak için harcanan ortalama süre (MTTD)	Kaza-arızanın meydana geldiği zaman ile kaza-arızanın algılandığı zaman arasındaki fark olarak tanımlanır. Bir model birçok kaza-arıza üzerinden değerlendirildiğinde, bu sürelerin ortalaması “algılamak için harcanan ortalama süre” olarak belirtilir.

İzleyen bölümde ileri beslemeli geri yayımlı yapay sinir ağlarının genel özellikleri anlatılmıştır. Ardından, oluşturulan yapay sinir ağı modeli sunulmuş, kaza-arıza algılamasında kullanılan verilerden söz edilmiş ve modelin uygulanmasından elde edilen sonuçlar incelenmiştir. Sayısal uygulamadan elde edilen sonuçlar ve bazı öneriler çalışmanın sonunda sunulmuştur.

Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları (YSA), insan beyninin çalışma ilkelerinden yararlanılarak geliştirilen bir yapay zeka tekniğidir. İnsan beyni nöron adı verilen milyonlarca sinir hücresinden oluşur. Nöronlar dendritlerden elektrik sinyalleri alıp işleyerek sinapsları aracılığıyla aksonlar üzerinden diğer nöronlara iletirler. Beş duyunun algılanması beynin farklı bölümlerinde bu şekilde gerçekleşir. Beynin farklı bölümlerindeki nöronların farklı işlevleri vardır. Biyolojik sistemlerde öğrenme, nöronlar arasındaki sinaptik (bağlantı) ağırlıklarının ayarlanmasıyla gerçekleşir. Yani, insanlar doğumdan itibaren yaşayarak öğrenirler. Yaşam sürecindeki denemelerle, bağlantı ağırlıkları ayarlanır, hatta yeni bağlantılar oluşturulur. Öğrenme bu şekilde gerçekleşir. Yapay sinir ağları, insan beyninin temel işleyiş ilkelerine dayandığından, insan beyni gibi öğrenme, anımsama ve ezberleme yetisine sahiptir. YSA modelleri kara kutu modellerine benzemekte olup, verilen girdilerden uygun çıktı(lar) üretirler. Bu nedenle, girdilere uygun çıktılarının nasıl üretildiğinden çok, çıktılarının doğruluğu önemlidir.

YSA, insan beyninde olduğu gibi, (yapay) nöronların birbirlerine kısmen ya da tamamen bağlanmasıyla oluşturulur. Nöronlar sistemin dışından aldığı bilgileri işler ve diğer nöronlara veya çıktı olarak kullanıcıya iletir. YSA, bir ya da daha çok nöron bulunan katmanlardan oluşur: Giriş katmanı, gizli katman(lar) ve çıkış katmanı. Herbir nöron bir önceki ve bir sonraki katmanlarda bulunan nöronlarla bağlantılıdır. YSA’da öğrenme, nöronlar arasındaki bağlantı ağırlıklarının ayarlanmasıyla gerçekleşir. Model çıktısıyla hedeflenen (istenilen/olması gereken) çıktı değeri arasındaki fark (hata), ağda geriye doğru yayılarak ağırlıklar güncellenir, böylece öğrenme

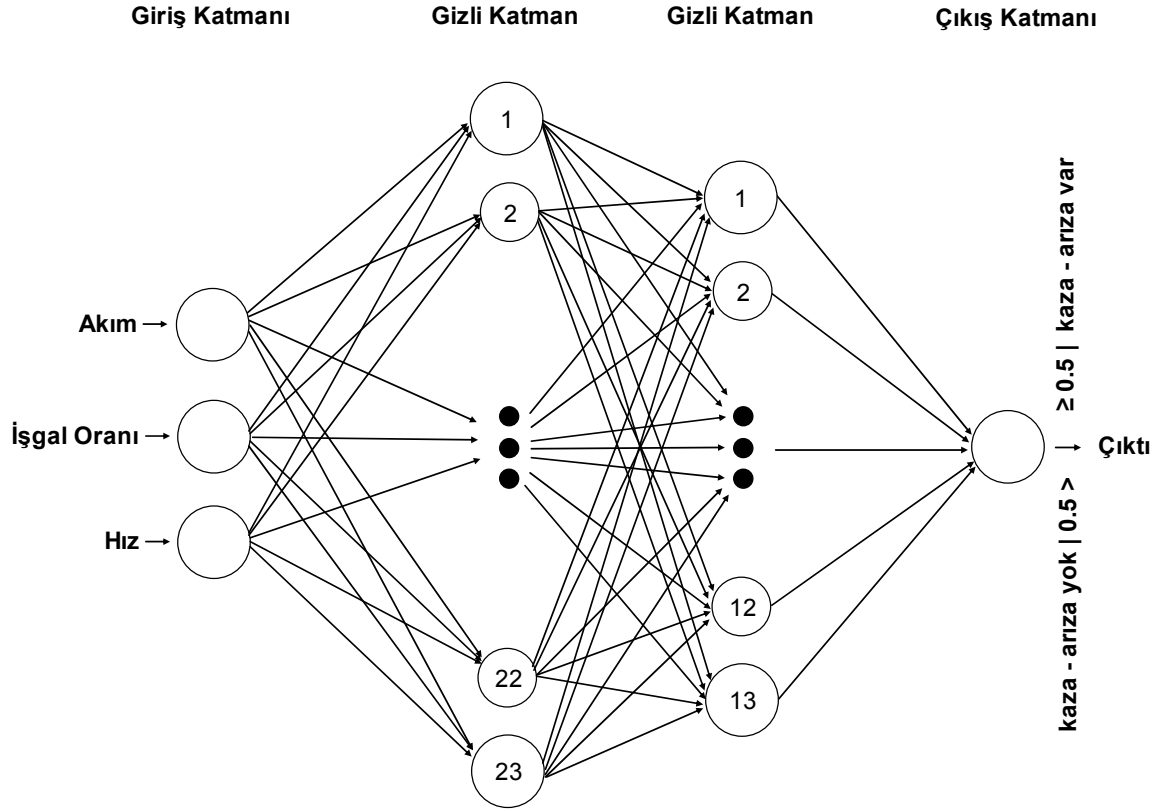
gerçekleşir. Bu danışmanlı (öğretmenli) öğrenme mekanizması, ileri beslemeli geriye yayımlı sinir ağı olarak adlandırılır.

İleri besleme işleminde, her bir nöronun girdi değerlerinin ağırlıklı toplamı mevcut ağırlıklar kullanılarak hesaplanır ve sonra bu toplam, bir işlemci (aktivasyon) fonksiyon kullanılarak çıktı değerine dönüştürülür. Bir katmandaki bir nöronun çıktısı bir sonraki katmandaki nöronların girdisi olur. Bu işlem katmanlardaki tüm nöronlar için tekrar edildiğinde, son katmanın çıktı değer(ler)i, aynı zamanda modelin de çıktı değer(ler)idir. Model çıktısı ile hedeflenen (istenen) çıktı arasındaki fark modelin hata değeridir. Hesaplanan hata geriye doğru çıkış katmanından giriş katmanına doğru gizli katman(lar)dan geçerek yayılır. Bu yayılma işlemi sırasında, ağ her bir düğüme erişen bağlantı ağırlıklarının ne miktarda ve hangi yönde değişmesi gerektiğini belirler. Öğrenme, eğitme kümesindeki tüm girdi bilgi grupları için bu işlemin tekrar edilmesiyle sonlandırılır.

YSA'nın en önemli özelliklerinden biri genelleme yapabilmesidir. Bir başka deyimle, eğitim kümesinde bulunmayan veriler için de hedeflenen çıktıları verebilmektedir. Genelleme başarımını (performansını) arttırmak için, veriler, eğitim ve sınama (test) kümelerine ayrılır. Ağırlıkların güncellenmesi sırasında, sadece eğitim kümesi kullanılır. Sınama kümesindeki veriler, ezberlemeyi (sadece eğitim verileri için iyi sonuç vermeyi) önlemek için sonlandırma aracı olarak ve YSA'nın başarımını ölçmek için kullanılır (Thomas ve Dia, 2006; Dündar ve Şahin, 2011).

Kaza-Arıza Algılaması için Yapay Sinir Ağı Modeli

YSA modellerinde giriş ve çıkış katmanlarından başka bir veya birden çok gizli katman bulunabilmekte, her bir katmandaki düğüm (nöron) sayısı da değişebilmektedir. Bu çalışmada en uygun ağ yapısı (gizli katman sayısı ve bu katmanlardaki nöron sayısı) deneme yanılma yöntemiyle oluşturulmuş, çok sayıda denemenin ardından en yüksek başarımlı (en küçük hata oranı) veren ağ yapısı seçilmiştir. Buna göre, kaza-arıza algılama yapay sinir ağı modeli, Şekil 2'de görüldüğü gibi 2 adet gizli katmandan ve bunlar da sırasıyla 23 ve 13 adet düğümden oluşmaktadır. Yapay sinir ağı modelini oluşturmak için MATLAB programının yapay sinir ağları araç çubuğundan yararlanılmıştır. Öncelikle, eğitim için hazırlanan veri kümesi programa tanıtılmıştır. Bu kümede akım, işgal oranı ve hız değerleri girdi ve {0,1} değerleri çıktı verileri olarak tanımlanmıştır. Modelin eğitimi ve sınanmasında kullanılan veriler aşağıda tanıtılmıştır. Modelin eğitimi 4000 adet iterasyonda tamamlanmış ve hata oranı %0,79 olmuştur.



Şekil 2. Kaza-arıza algılama yapay sinir ağı modeli.

Veriler

İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) Trafik Müdürlüğü'nden, O-1 ve O-2 otoyollarının (sırasıyla, birinci ve ikinci çevreyolu) kent sınırları içindeki Avrupa ve Asya kesimlerinde 25.08.2008 ve 10.12.2008 tarihleri arasında gerçekleşen kaza-arıza olaylarına ilişkin kaydedilmiş veriler temin edilmiştir (Oktav, 2009). Tablo 2'de bu verilerden örnekler gösterilmektedir. Tabloda görüldüğü gibi, kayıt altına alınan kaza-arızaların yeri (Duyuru Başlık), algılandığı ve temizlendiği zamanlar ve görüldüğü kamera numarası bilgileri bilinmektedir.

Tablo 2. Kaydedilen Kaza-Arıza Olaylarına Ait Örnek Veriler

Duyuru Id	Duyuru Başlık	Giriş Tarihi ve Zamanı	Bitiş Tarihi ve Zamanı	Kamera Id
1969	TEM Otoyolu Alibeyköy Hasdal istikameti kaza!	08.12.2008 (19:57:16.803)	08.12.2008 (20:52:00.000)	173
1968	Merter-Cevizlibağ yönünde kaza	08.12.2008 (14:41:57.760)	08.12.2008 (15:36:00.000)	61
1964	E-5 Maltepe- Kartal yönünde kaza	07.12.2008 (18:02:13.457)	07.12.2008 (20:05:00.000)	8
1963	TEM Mahmutbey-Tekstilkent yönünde kaza	07.12.2008 (16:02:00.047)	07.12.2008 (16:38:39.987)	147
1956	E-5 Sefaköy Florya istikameti araç arızası!	06.12.2008 (15:36:02.570)	06.12.2008 (16:30:00.000)	70

Temin edilen (ham) verilerden faydalanarak modelde kullanılmak üzere 50 adet kaza-arıza olayı seçilmiştir. Kamera numaralarından faydalanarak, kaza-arızanın görüldüğü kameranın konumu belirlenmiş ve bu kesimin yakınlarında (akım yukarisında) bulunan RTMS (Remote Traffic Microwave Sensor) radar istasyonlarının numaraları saptanmıştır. O-1 ve O-2 otoyollarının çeşitli kesitlerinde, yol kenarına yerleştirilmiş ve yol eksenine dik yönde okuma yapabilen RTMS radar cihazları sayesinde, yön ve şerit bazında, ikişer dakikalık aralıklarla toplam hacim (taşıt sayısı) ile ortalama işgal oranı ve ortalama hız verileri sürekli ölçülmekte ve merkezi veri tabanına aktarılarak burada saklanmaktadır. RTMS verilerinden örnekler Tablo 3’de görülmektedir. Kaza-arızanın yer ve zamanı belirlendikten sonra, bu bilgilerle örtüşen (akım yukarı yöndeki en uygun) RTMS cihazının ölçtüğü veriler İBB Trafik Müdürlüğü’nden temin edilmiştir. YSA model girdisi olarak kullanılan veriler (tüm şeritlerdeki hacimlerin aritmetik ortalaması ile şeritlerdeki işgal oranı ve hız için ağırlıklı ortalamalar) hesaplanmıştır.

Tablo 3. RTMS Verilerinden Örnekler

Msg Time	Rtms No	V1	V2	V3	O1	O2	O3	S1	S2	S3
12.09.2008 (17:40:33.000)	4	36	34	33	44	51	51	21	13	11
12.09.2008 (19:54:33.000)	4	24	43	55	12	16	16	85	92	110

Tablo3’de ilk sütunda iki dakikalık verilerin kaydedildiği tarih ve saat, ikinci sütunda RTMS istasyonunun numarası bulunmaktadır. Sonraki sütunlarda bulunan, “V” hacim (taşıt sayısı), “O” işgal oranı (%) -yoğunluğun birimsiz biçimi olup, 1000 metrenin işgal edilen kısmı ortalama taşıt uzunluğuna bölünerek yoğunluğa dönüştürülebilir- ve “S” hız (km/sa) değerleridir. Simgelerin yanında yer alan rakamlar ise, ölçümün ait olduğu şeridi belirtmektedir. Örneğin, “V1” ile gösterilen değer, 1’inci (en sağ) şeritten son iki dakikada geçen toplam taşıt sayısıdır. Modelde, kesitteki tüm şeritlere ait ölçümler toplu olarak kullanıldığından (herbir zaman aralığı için), bu toplu değerlerin hesaplanması gerekmektedir. Hacim girdisi için, ölçüm yapılan şeritlerdeki 2’şer dakikalık hacimlerin aritmetik ortalaması hesaplanmıştır. İşgal oranı ve hız girdileri için, şeritlerdeki ölçümlerin hacim değerlerine göre ağırlıklı ortalamaları kullanılmıştır. Örneğin, Tablo 3’de 4 numaralı RTMS için 12.09.2008 tarihinde saat 17:40:33’de şerit başına ortalama işgal oranı ve 12.09.2008 tarihinde saat 19:54:33’de şerit başına ortalama hız değerinin nasıl hesaplandığı aşağıda anlatılmıştır.

Tablo 3’de görüldüğü gibi 17:40:33’de şeritlerde okunan işgal oranı değerleri sırasıyla %44, %51 ve %51’dir. Hacim değerleri ise sırasıyla 36 (taşıt), 34 (taşıt) ve 33 (taşıt)’tır. Buna göre, kesitteki ortalama işgal oranı:

$$O = [(V1 \times O1) + (V2 \times O2) + (V3 \times O3)] / [V1 + V2 + V3]$$

$$O = [(36 \times 44) + (34 \times 51) + (33 \times 51)] / [36 + 34 + 33] = \%48,55$$

Benzer şekilde 12.09.2008 tarihinde saat 19:54:33’te 4 numaralı RTMS için kesitteki ortalama hız:

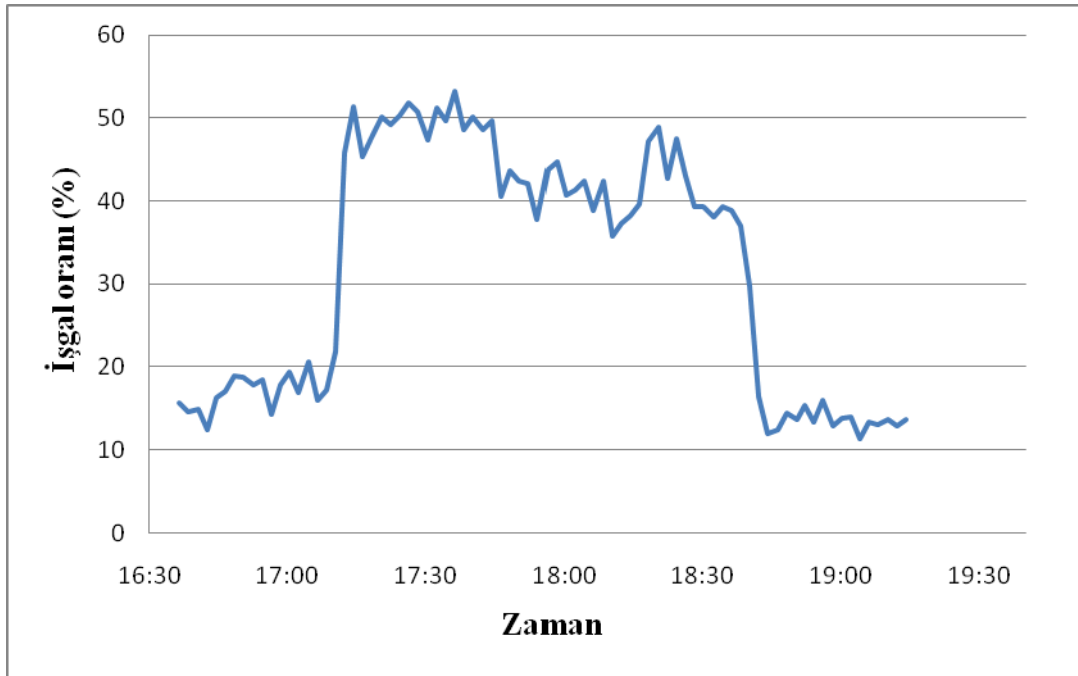
$$S = [(V1 \times S1) + (V2 \times S2) + (V3 \times S3)] / [V1 + V2 + V3]$$

$$S = [(24 \times 85) + (43 \times 92) + (55 \times 110)] / [24 + 43 + 55] = 99,09 \text{ km/sa}$$

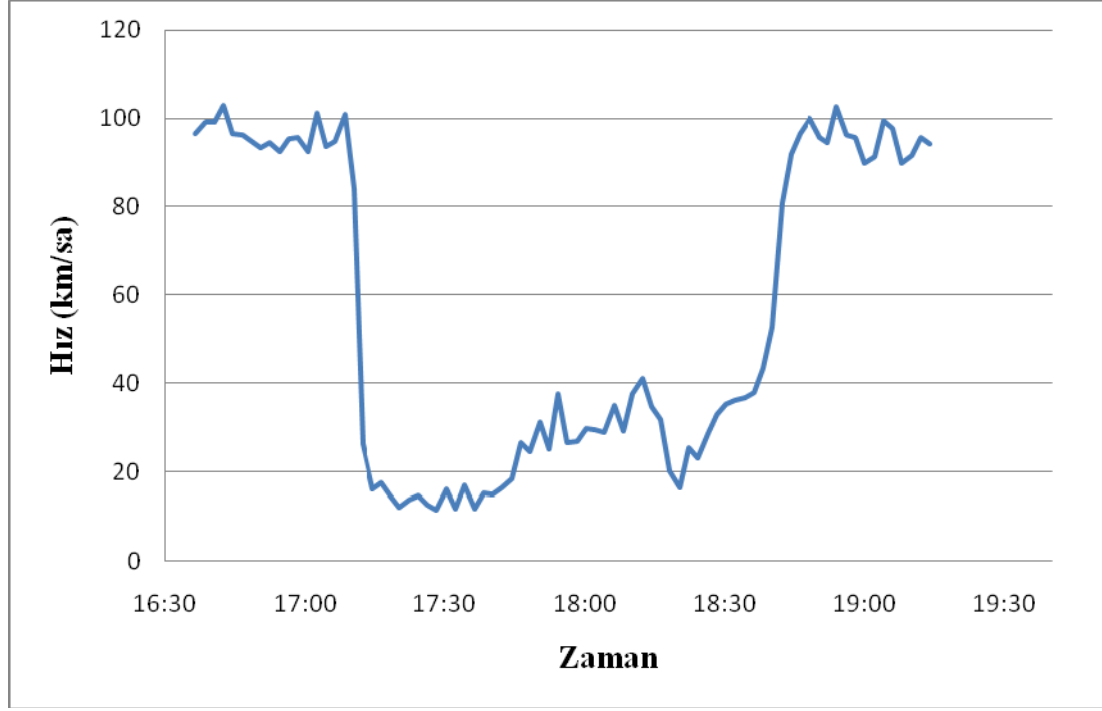
YSA kaza-arıza algılama modelinin giriş katmanında hacim, işgal oranı ve hız değerlerinin girildiği üç adet düğüm bulunmaktadır. Çıkış katmanında ise yalnız {0,1} değerlerini alan bir düğüm bulunur. Burada {0} değeri kaza-arıza bulunmadığını, {1} değeri ise kaza-arıza bulunduğunu temsil etmektedir (modelin verdiği sonuç 0,5'e eşit veya 0,5'in üzerinde ise 1; 0,5'in altında ise 0 kabul edilir). Modelde iki adet de gizli (saklı) katman bulunmaktadır. Model uygulaması için, kaza-arıza olayları bulunan ve bulunmayan veri gruplarından oluşan, modelin eğitimi ve sınanması (testi) için iki ayrı girdi-çıkı dosyası hazırlanır.

Kaza-Arıza verilerine örnek olmak üzere, Şekil 3 ve Şekil 4'de bir kaza-arıza olayında (saat 17:00'den hemen sonra), sırasıyla işgal oranındaki ani yükselme ve hızdaki ani düşme gösterilmiştir. İBB'den temin edilen kaza-arıza kayıtları arasından seçilen 50 örnek olaya ilişkin grafikler çizilerek, kaza-arıza olayı görsel olarak da doğrulanmış ve kaza-arızayı içeren ilgili zaman aralığındaki veriler alınmıştır.

Veri kümesinde kaza-arıza olaylarına ilişkin veriler bulunduğu gibi diğer trafik durumlarına ilişkin veriler de bulunmalıdır. Modele, eğitimle, ayırt edebilme/sınıflandırabilme becerisi kazandırmak için, trafik akımının ani değişkenlik göstermediği durağan serbest ve zorlamalı akım koşulları ile zirve oluşması gibi ani olmayan değişme durumlarının da veri kümesine dahil edilmesi gerekir. Bu tür veri gruplarının elde edilmesi için, kaza-arızaların belirlendiği RTMS'lerden her biri için en az beş günlük veriler temin edilmiştir. Bu veriler kullanılarak, her güne ait 24 saatlik işgal oranı ve hız değerlerinin değişimlerini gösteren grafikler çizilmiştir. Bu grafikler karşılaştırılarak zirve içindeki ve zirve dışındaki benzerlikleri/farklılıkları araştırılmış, belirtilen özelliklere sahip zaman aralıklarındaki veriler alınmıştır. Bu şekilde kayda alınan, kaza-arıza bulunan ve bulunmayan her veri grubu 2 saat 40 dakikalık bir aralıkta yer alan 2'şer dakikalık 80 adet veri satırından (zaman aralığından) oluşmaktadır. Böylece, her veri grubunda bulunan zaman aralığı sayısı 80 olup sabittir. Bu aralık sayısı, kullanılan kayıtlardaki en uzun kaza-arıza süresine göre belirlenmiştir.



Şekil 3. Zamana bağlı olarak işgal oranı değerlerinin değişimi.



Şekil 4. Zamana bağlı olarak hız değerlerinin değişimi.

Kaza-arıza durumlarını içeren ve içermeyen veriler Tablo 4’de gösterilen RTMS’lerin ölçümlerinden alınmıştır. Böylece yeterli miktarda veri elde edildikten sonra, 50 adet kaza-arıza ve tanımlanan diğer veri grupları iki kümeye ayrılır. Veri kümelerinden biri modelin eğitimi diğeri ise sınanması (testi) için kullanılır. Veri kümeleri oluşturulurken, literatürde sıkça rastlandığı gibi, veri gruplarının %60’ı modelin eğitimi ve %40’ı sınanması için ayrılmıştır. Buna göre, 30 adet kaza-arıza veri grubu (ve tanımlanan diğer veri gruplarının %60’ı) modelin eğitimi için kullanılacak olan eğitim veri kümesi, 20 adet kaza-arıza veri grubu (ve tanımlanan diğer veri gruplarının %40’ı) ise modelin sınanması için kullanılacak olan test veri kümesi olarak ayrılmıştır.

Tablo 4. Verilerin Alındığı RTMS Numaraları ve Otoyol Kesimleri

RTMS No	Otoyol kesimi	RTMS No	Otoyol kesimi	RTMS No	Otoyol kesimi
3	Kavacık	89	Gazi Mahallesi	163	Sefaköy
4	Çakmak	90	FSM Avrupa girişi	167	Şirinevler
8	Göztepe	101	Samandıra	170	Merter
22	İstoç	146	Tekstilkent	172	Tozkoparan
28	Şirinevler	150	Hasdal	173	Cevizlibağ
33	Küçükçekmece	151	Seyrantepe	222	Anıtmezar
45	Atışalanı	154	FSM Avrupa çıkışı	249	Avcılar
46	Bayrampaşa	159	Küçükçekmece	267	Haliç Köprüsü
75	Maltepe	160	Küçükçekmece	277	B.Ekspres Yolu
83	Çakmak Köprüsü	162	Sefaköy	289	Merter

YSA Modelinin Sınanması

Çalışmanın bu kısmında eğitilen model test veri kümesi ile sınanmıştır. Daha önce de belirtildiği gibi test veri kümesi tüm verilerin %40'ı kullanılarak hazırlanmıştır. Bu veri gruplarının 20 adedi kaza-arıza içeren veri gruplarıdır. Her bir veri grubu 80 adet zaman aralığından oluşmaktadır. Dolayısıyla kaza-arıza içeren 20 adet veri grubunda toplam 1600 adet zaman aralığı bulunmaktadır. Bu 1600 zaman aralığının 410 adedi kaza-arıza durumlarına ait verilerden oluşmaktadır. Geri kalan zaman aralıklarında kaza-arıza durumu yoktur. Diğer durumları içeren (zirve tıkanıklıkları, normal koşullar vb.) veri grupları da eklenerek hazırlanan test veri kümesinde toplam 19600 adet zaman aralığı bulunmaktadır. Dolayısıyla test veri kümesi {0,1} olmak üzere toplam 19600 adet çıktı verisine sahiptir. Bunlardan 410 adedi {1}, kaza-arızalı durum ve 19190 adedi ise {0}, kazasız-arızasız durumdur.

Model testi sonunda, 410 adet kaza-arıza verisinin 98 adedinde çıktı değeri {0} olmuştur. Buna göre, model, 410 adet kaza-arıza verisinin 98 tanesini kazasız-arızasız olarak belirtmiş, bir başka deyişle kaza-arızayı algılayamamıştır. Yine test sonuçlarına göre, model, 19190 adet kazasız-arızasız verinin 162 adedinde çıktı değerinin {1} olduğunu söylemiştir. Buna göre, model, 19190 adet kazasız-arızasız verinin 162 adedinde yanlış alarm vermiştir.

Modelin test sonuçları, sayısal olarak, algılama ve yanlış alarm oranları hesaplanarak şöyle ifade edilebilir:

Algılama oranı (DR):

$$DR = (\text{Algılanan kaza-arıza veri sayısı}) / (\text{Toplam kaza-arıza veri sayısı})$$
$$DR = \frac{410 - 98}{410} = 0,761 \rightarrow \%76,1$$

Yanlış alarm oranı (FAR):

$$FAR = (\text{Yanlış alarm verilen veri sayısı}) / (\text{Toplam kazasız-arızasız veri sayısı})$$
$$FAR = \frac{162}{19600 - 410} = 0,0084 = \%0,84$$

Buna göre, algılama oranı (DR) %76,1 ve yanlış alarm oranı (FAR) %0,84'tür.

Sonuçlar ve Öneriler

Otoyollarda tekrarlı olmayan tıkanıklık olarak adlandırılan kaza-arıza olayları önemli gecikme nedenleri arasındadır. Kaza-arızaların gecikmeden otomatik algılanması kayıpları azaltmak için gereklidir. Bu çalışmada, İstanbul'daki O-1 ve O-2 otoyollarında (birinci ve ikinci çevreyolu), 25.08.2008 ve 10.12.2008 tarihleri arasında İBB tarafından saptanan kaza-arıza olaylarına ilişkin radar verilerinden yararlanarak dört katmanlı bir yapay sinir ağı modeli geliştirilmiştir. Modelin algılama oranı (DR) %76,1 ve yanlış alarm oranı (FAR) %0,84 düzeyindedir. Bu oranlar, modelin uygulanması için kabul edilebilir başarı düzeyini işaret etmektedir. Model sonuçlarının daha da iyileştirilmesi çalışmalarımız devam etmektedir. Bu konuda yapılabilecekler arasında, akım yukarı detektörü yanında akım aşağı detektörü verileri de kullanılabilir. Ayrıca, şerit bazında veri girişi de algılama ölçütlerini iyileştirebilir. Algılama süresinin incelemeye dahil edilmesi de, uygulamanın sonuçlarını olumlu yönde etkileyecektir.

Ülkemizde, bildiğimiz kadarıyla, kaza-arıza olaylarının otomatik algılanmasına yönelik bir uygulama bulunmamaktadır. Trafik akımı verilerinin gerçek zamanlı olarak ölçüldüğü ve depolandığı yol kesimlerinde bu uygulamaların yapılması, kaza-arızaların yol açtığı kayıpları/olumsuzlukları (zaman, yakıt, çevre kirliliği vb.) azaltarak, önemli kaynak tasarrufları sağlayacaktır. Ayrıca, sürüş güvenliği ve hizmet düzeylerinde dikkate değer iyileşmeler gerçekleşmesi beklenmelidir.

Kaynaklar

1. Brooke, K., Dopart, K., Smith, T. ve Flaninery, A. (2004) Sharing Information between Public Safety and Transportation Agencies for Traffic Incident Management, National Cooperative Highway Research Program, Washington, DC.
2. Dündar, S. and İ. Şahin (2011) A Genetic Algorithm Solution for Train Scheduling, 90th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Proceedings CD-ROM, January 23 - 27, Washington, D.C.
3. Huang, B. ve Pan, X. (2006) GIS Coupled with Traffic Simulation and Optimization for Incident Response, Computers, Environment and Urban Systems, 31, pp. 116-132.
4. Oktav, S. (2009) Kaza-Arıza Yönetimi ve Kaza-Arızaların Otomatik Algılanması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
5. Petty, K.F. (1997) Incidents on the Freeway: Detection and Management, Doktora Tezi, Graduate Division of the University of California at Berkeley.
6. Srinivasan, D., Cheu, R.L., Poh, Y.P. ve Ng, A.K.C. (2000) Development of an intelligent
7. Technique for Traffic Network Incident Detection, Engineering Applications of Artificial Intelligence, 13, pp. 311-322.
8. Thomas, K. ve Dia, H. (2006) Comparative Evaluation of Freeway Incident Detection Models Using Field Data, IEEE Proceedings of Intelligent Transportation Systems, 153 (3), pp. 230-241.
9. Yaşar, I. (2010) Kaza-Olay Tespit Algoritmalarına Genel Bakış, DEÜ Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 12, Sayı 1, s. 33-45.

Webster Modeline Ait Parametrelerin Gecikme Üzerindeki Etkisinin Faktöriyel Tasarım Yöntemi İle İncelenmesi

Ali Payıdar AKGÜNGÖR

Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü, 71451 Kırıkkale

Tel:(318) 3574252

E-posta: aakgungor@gmail.com

Öz

Bir modelin tahmin başarısında o modele ait seçilen parametreler etkili olmaktadır. Parametrelerin model üzerindeki etkinliği ise duyarlılık analizleri ile belirlenmektedir. Bu çalışmada, Box ve diğ. (1978) tarafından geliştirilen Faktöriyel Tasarım Yöntemi kullanılarak Webster (1958) gecikme modeline ait parametrelerin (değişkenlerin) duyarlılık analizi yapılmış ve modele ait parametrelerin etki değerleri ile hangi parametrelerin veya parametre etkileşimlerinin seçilen gecikme modeli üzerinde daha etkili olduğu araştırılmıştır. Araştırma sonuçları devre süresi ve etkili yeşil ışık süresinin en etkili iki tekil ana parametre olduğunu ortaya koymuştur. Buna ilave olarak çoklu parametre etkileşimlerinde ise devre süresi-yeşil ışık süresi ve trafik hacmi-devre süresinin Webster modeline ait araç başına düşen ortalama gecikme üzerinde etkili olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Webster gecikme modeli, Faktöriyel Tasarım Yöntemi, Devre süresi, Yeşil ışık süresi

Giriş

Duyarlılık analizi bir modeli oluşturan bağımsız değişkenlerin etkilerinin veya bu değişkenlere ait etkileşimlerinin model sonucu üzerindeki etkisini araştırmak amacı ile geliştirilen bir yöntemdir. En yaygın olarak kullanılan duyarlılık analizi tek faktörlü duyarlılık analizi olarak da bilinen her seferinde bir parametrenin değerini değiştirerek yapılan analizdir. Ancak bu metodun en önemli dezavantajı, model parametreleri arasındaki çoklu faktör (parametre veya değişken) etkileşimlerini göz ardı etmesi, dolayısı ile herhangi iki ya da daha fazla faktör arasında oluşabilen etkileşimi ortaya çıkarmamasıdır. Bu nedenle Box ve diğ. (1978) tarafından alternatif bir yaklaşım olarak Faktöriyel Tasarım Yöntemi (FTY) geliştirilmiş ve bu yöntem birçok araştırmacı tarafından farklı çalışmalarda modellerin duyarlılık analizinde yaygın olarak kullanılmıştır (Henderson-Sellers, 1992 ve 1993; Liang, 1994; Yıldız, 2001; Akgüngör ve Yıldız, 2006). Bu yöntemin tek faktörlü duyarlılık analizine göre en belirgin avantajı model sonucu üzerinde etkili olan hem tekil değişkenlerin hem de bunların etkileşimlerinin aynı anda test edilebilmesidir. Parametre etkileşimlerine ait bütün bileşimler aynı anda değerlendirildiğinden tek faktörlü duyarlılık analizine göre daha etkili olmakta, kritik parametreler ve etkileşimleri tanımlanabilmekte ve bunların model sonuçları üzerindeki etkileri daha net olarak ortaya konabilmektedir.

Bu çalışmada Webster tarafından geliştirilen gecikme modeline ait değişkenlerin ve bunların olası etkileşimlerinin model sonucu üzerindeki etkileri FTY kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır.

Webster Gecikme Modeli

Gecikme, bir taşıtın kendi kontrolü dışında olan nedenlerden dolayı kaybettiği zaman olup başka taşıtların varlığı ve trafik ışıkları gecikmenin genel nedenini oluşturmaktadır. Gecikme, kaybedilen zamanı, yakıt tüketimindeki artışı ve sürücü memnuniyetsizliğini gösterdiğinden dolayı bir sinyalizasyon kavşağının hizmet seviyesinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan etkinlik ölçülerinden biridir. Gecikme, arazi üzerinde yapılan gözlemlerle belirlenmekte, gözlem yapılmadığı durumlarda da geliştirilen matematiksel modellerle tahmin edilmektedir. Literatürde farklı yaklaşımlar kullanılarak geliştirilmiş birçok gecikme modeli bulunmaktadır (Webster,1958; Miller,1968; Newell,1956; Akçelik, 1981; Rouaphail, 1988, Brilon ve Wu, 1990; Akgüngör ve Bullen, 2007; Akgüngör 2008). Ancak bunlar içerisinde 1958 yılında Webster tarafından geliştirilen ve Denklem 1’de ifade edilen gecikme modeli bilinen en eski ve en yaygın kullanılan modeldir.

$$d = \frac{C(1-\lambda)^2}{2(1-\lambda x)} + \frac{x^2}{2q(1-x)} - 0,65 \left(\frac{C}{q^2} \right)^{1/3} x^{(2+5\lambda)} \quad (1)$$

Burada;

C = devre süresi (sn)

λ = etkili yeşil ışık süresinin devre süresine oranı; g/C

q = akım (araç/st)

s = doymuş akım (araç/st)

x = doymuşluk derecesi; $q/\lambda s$

Modeldeki ilk terim trafik ışıklarından kaynaklanan üniform gecikmeyi, ikinci terim araç gelişlerinin neden olduğu rasgele gecikmeyi tahmin etmektedir. Son terim ise ampirik bir ifade olup düzeltme terimidir ve toplam gecikme miktarının %5 ile %15 arasında bir değere sahiptir. Webster geliştirdiği bu modelde araç gelişlerinin rasgele, ayrılışlarının ise üniform olduğu kabulünde bulunmuştur. Ancak, geliştirdiği bu model yalnızca kavşağa gelen trafik hacmi kavşak kapasitesinden küçük olduğu durumlarda, bir başka ifade ile doymuşluk derecesi (x) 1,0 den küçük olduğu durumlarda kullanılmakta ve trafik hacmi kapasiteye yaklaştığında ise sonsuz gecikme tahmin etmektedir.

FTY’ye ait örnek uygulama için bu modelin seçilmesinin nedeni ise sadece doymuş olmayan trafik şartlarındaki gecikme değerlerini tahmin etmesine rağmen üzerinden geçen 50 yıl boyunca güncelliğini hala koruması ve geliştirilen birçok gecikme modellerinin bu modelin düzenlenmesi ile ortaya çıkmasıdır.

Faktöriyel Tasarım Yöntemi

Bu yöntem, her bir parametrenin belirlenen her düzeyi için (genellikle üst ve alt değerlerin yer aldığı iki düzey) model sonucu üzerindeki tekil ve çoklu etkileşimlerine bağlı etkisini araştırmaktadır. Her bir parametrenin alt ve üst değerleri için elde edilen model sonuçları yardımıyla belirlenen tekli ve çoklu parametre etkileri Normal Dağılım kâğıdı üzerine işaretlenir. Burada, Box ve diğ. (1978) tarafından önerildiği gibi, model sonuçları üzerinde etkili olan parametre ve/veya parametre etkileşimleri sapma eğilimi gösterirken, etkili olmayanlar bir doğru etrafında dağılım gösterirler.

Herhangi bir modelde n adet parametre varsa ve bu parametrelerin iki düzeyi göz önüne alınırsa model parametrelerinin 2^n bileşimi oluşur. Bu durum 3 parametrelili bir örnek model üzerinde daha açıklayıcı bir şekilde aşağıda gösterilmiştir. Model parametreleri α , β ve γ ile ifade edildiğinde bu parametrelere bağlı olarak toplam sekiz ($2^3=8$) farklı deneme elde edilecektir. Tablo 1’ de oluşan deneme sayıları ve tasarım matrisi gösterilmektedir. Burada + ve – işaretler her bir parametrenin mümkün olan iki değerini (sırası ile üst ve alt değerlerini) göstermektedir. Her deneme için Tablo1’deki tasarıma uygun olarak modele ait parametrelerin alt veya üst değerlerinin modelde yerine konulması ile farklı model sonuçları elde edilmektedir. Denemelere ait model sonuçları ise aşağıdaki tabloda R ile gösterilmiştir.

Tablo 1. Tekli parametreler için faktöriyel tasarım matrisi.

Deneme	α	β	γ	R
1	-	-	-	R_1
2	+	-	-	R_2
3	-	+	-	R_3
4	+	+	-	R_4
5	-	-	+	R_5
6	+	-	+	R_6
7	-	+	+	R_7
8	+	+	+	R_8

Tasarım matrisinden yararlanarak çoklu parametre etkileşimleri için faktöriyel tasarım ve hesaplama matrisi Tablo 2’deki gibi oluşturulmaktadır. Burada çoklu etkileşimlerin işareti, negatif işaret ile pozitif işaretinin çarpımının negatif, negatif işaretle negatif işaretin çarpımının pozitif ve pozitif işaretle pozitif işaretin çarpımının pozitif olduğu kural göz önüne alınarak belirlenmiştir.

Tablo 2. Çoklu parametre etkileşimleri için faktöriyel tasarım ve hesaplama matrisi.

Deneme	$\alpha. \beta$	$\alpha. \gamma$	$\beta. \gamma$	$\alpha. \beta. \gamma$
1	+	+	+	-
2	-	-	+	+
3	-	+	-	+
4	+	-	-	-
5	+	-	-	+
6	-	+	-	-
7	-	-	+	-
8	+	+	+	+

Tasarım matrisinde yer alan her bir tekil parametre ve bunların çoklu etkileşimlerin model üzerindeki etkisini Denklem 2’de verilen bağıntı yardımı ile tahmin etmek mümkündür. Böylece bütün E_j değerleri ile her bir parametrenin ve etkileşimlerinin önem dereceleri belirlenir.

$$E_j = [\sum_i^n (S_{ij} R_i)] / N_j \quad (2)$$

Burada, E_j j . faktörün etkisini, n toplam deneme sayısını ($n=8$ yukarıdaki örnek için), S_{ij} i satırı ve j kolonunun işaretini R_i i . denemeden elde edilen model sonucunu ve N_j j kolonundaki “+” işaretlerinin sayısını göstermektedir.

Webster Gecikme Modelinin Faktöriyel Tasarımı

Duyarlılık analizi için Webster gecikme modeline iki seviyeli FTY uygulanmıştır. Bu amaç için 1'den 4'e kadar olan model parametreleri sırası ile 1: v , 2: s , 3: g ve 4: C olarak seçilmiştir. Seçilen modele ait duyarlılık analizi yapılırken doyumluk derecesi x , trafik hacmi ve kapasiteye (kapasite, doyum akım oranına, etkili yeşil ışık süresine ve devre süresine bağlı olarak hesaplanmıştır.) yeşil oranı λ 'da etkili yeşil ışık süresi ile devre süresine bağlı parametreler olduğundan tekil parametreler olarak seçilememektedir. Bu nedenle Webster'in Denklem 1'de verilen gecikme bağıntısı kavşak analizlerinde kullanılan temel parametrelere göre tekrar düzenlenerek Denklem 3'de verilen şekline dönüştürülmüştür.

$$d = \frac{C \left(1 - \frac{g}{C}\right)^2}{2 \left(1 - \frac{v}{s}\right)} + \frac{\left(\frac{vC}{sg}\right)}{2v \left(1 - \frac{vC}{sg}\right)} - 0,65 \left(\frac{C}{v^2}\right)^{1/3} \left(\frac{vC}{sg}\right)^{\left(2 + \frac{5g}{C}\right)} \quad (3)$$

Denklem 3'de yer alan temel parametrelerin iki düzeyine ait seçilen alt ve üst değerleri aşağıdaki tabloda gösterilmektedir. Kapasite, doyumluk derecesi ve yeşil oranı temel parametrelere bağlı değişkenler olduğundan Tablo 3'de yer almamakta bununla birlikte sahip olduğu değerleri Tablo 4'de verilen tasarım matrisi ile birlikte kullanıldığında hesaplanabilmektedir. Buna göre, kapasite 414 araç/st ile 1478 araç/st arasında, doyumluk derecesi 0,135 ile 0,965 arasında ve yeşil oranı da 0,286 ile 0,778 arasında değişmektedir. Kapasitenin minimum olduğu 414 araç/st değeri Tablo 4'de verilen tasarım matrisindeki 9. ve 10. denemelere ait parametre değerleri kullanıldığında (doyum akım ve etkili yeşil ışık sürelerinin alt değerleri, devre süresinin ise üst değeri) elde edilirken, maksimum olduğu 1478 araç/st değerine 7. ve 8. denemelerdeki parametre değerleri ile (doyum akım ve yeşil ışığın üst değerleri ve devre süresinin alt değeri alındığında) elde edilmektedir.

Tablo 3. Duyarlılık analizi için model parametrelerine ait seçilen alt ve üst değerleri.

Parametre indeks no	Parametre adı	Sembol	Alt değer	Üst değer
1	Trafik hacmi (araç/st)	v	200	400
2	Doygun akım (araç/st)	s	1450	1900
3	Etkili yeşil ışık süresi (sn)	g	40	70
4	Devre süresi (sn)	C	90	140

Benzer şekilde doyumluk derecesinin minimum ve maksimum değerlerine sırası ile 7. ve 10.denemelerden, yeşil oranının minimum değerlerine 9., 10., 11. ve 12. denemelerden, maksimum değerlerine de 5., 6., 7. ve 8. denemelerden elde edilmektedir. Ayrıca yukarıdaki örnekte açıklandığı üzere her deneme için Tablo 4'deki tasarıma uygun olarak modele ait parametrelerin alt veya üst değerlerinin model içinde kullanılması ile farklı model sonuçları elde edilmektedir. Tekli parametre etkilerinin hesaplanmasında Tablo 4'den, çoklu parametre etkileşimlerine ait hesaplamalarda ise Tablo 5'de verilen hesaplama matrisinden yararlanılmaktadır.

Tablo 4. Tekil parametrelere ait tasarım ve hesaplama matrisi.

Model Parametreleri				
Deneme	1 (v)	2 (s)	3 (g)	4 (C)
1	-	-	-	-
2	+	-	-	-
3	-	+	-	-
4	+	+	-	-
5	-	-	+	-
6	+	-	+	-
7	-	+	+	-
8	+	+	+	-
9	-	-	-	+
10	+	-	-	+
11	-	+	-	+
12	+	+	-	+
13	-	-	+	+
14	+	-	+	+
15	-	+	+	+
16	+	+	+	+

Tablo 5. Çoklu parametre etkileşimleri için hesaplama matrisi.

Çoklu parametre etkileşimleri											
Deneme	12	13	14	23	24	34	123	124	134	234	1234
1	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+
2	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-
3	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-
4	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+
5	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-
6	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	+
7	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	+
8	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-
9	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-
10	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+
11	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-
12	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+
13	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
14	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-
15	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-
16	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Duyarlılık Sonuçları ve Tartışma

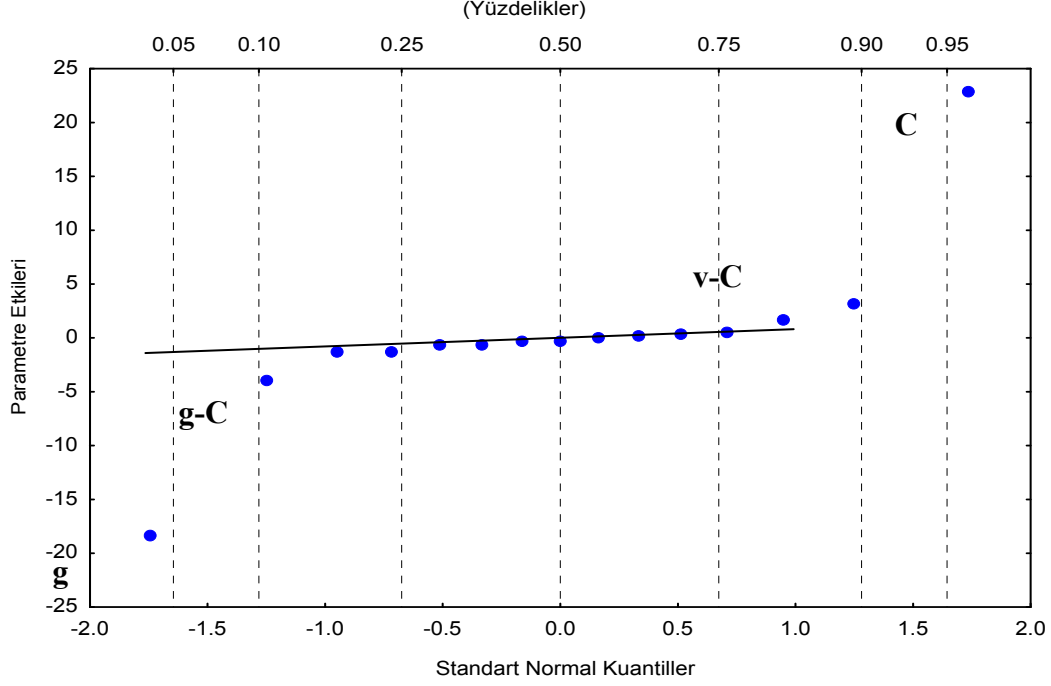
Webster gecikme modeline ait parametrelerin FTY ile duyarlılık analizi için toplam 16 adet durum denenmiştir. Bu denemelere bağlı olarak elde edilen araç başına düşen ortalama gecikme miktarları Tablo 6’da, Denklem 2’deki bağıntı kullanılarak elde edilen tekil ve çoklu parametre etkileri de Tablo 7’de verilmektedir.

Tablo 6. 16 adet denemeye ait model sonuçları.

Deneme	Ortalama gecikme (sn/araç)
1	16,111
2	19,174
3	15,523
4	17,591
5	2,578
6	3,069
7	2,484
8	2,815
9	41,422
10	49,298
11	39,913
12	45,219
13	20,300
14	24,163
15	19,559
16	22,166

Tablo 7. Modele ait parametre etkileri

Parametre indeks no	Parametre etkileri
1	3,201
2	-1,356
3	-18,390
4	22,837
12	-0,623
13	-1,378
14	1,712
23	0,584
24	-0,726
34	-4,026
123	0,269
124	-0,334
134	-0,300
234	0,128
1234	0,060



Şekil 1. Normal olasılık ölçeğinde çizilen parametre etkileri.

Webster'e ait gecikme modelindeki tekli ve çoklu parametre etkileşimlerini belirleyebilmek için daha önceden de açıklandığı gibi modele ait parametre etkilerinin Normal Olasılık ölçeğinde Box ve diğ. (1978) tarafından önerildiği gibi çizilmesi gerekmektedir. Şekil 1'de parametre etkileri işaretlendiğinde en fazla sapmanın devre süresinde daha sonra ise etkili yeşil ışık süresinde olduğu görülmektedir. Bu nedenle tekli parametrelerde en etkili ana parametreler olarak yeşil ışık süresi g , ve devre süresi C olurken, çoklu parametre etkileşimlerinde ise etkili yeşil ışık süresi ve devre süresi $g-C$ ile trafik hacmi-devre süresinin $v-C$ araç başına düşen ortalama gecikme üzerinde etkili olduğu görülmüştür.

Ortalama gecikme miktarı üzerinde devre süresinin önemli bir etkisi bulunmaktadır. Optimum devre süresinin altındaki ve üstündeki değerlerde gecikme miktarında belirgin bir artış söz konusudur. Aynı zamanda optimum devre süresi gelen trafik hacmine bağlı olarak belirlendiğinden dolayı en etkili tekil parametre olarak optimum devre süresinin, parametre etkileşimlerinde de $v-C$ 'nin çıkması uygundur. Devre süresinden sonra etkili olan ikinci tekil parametre ise etkili yeşil ışık süresi olmuştur. Etkili yeşil ışık süresindeki artış kavşağın o kolundan daha fazla aracın geçmesi anlamına gelmektedir ki bu da araç başına düşen ortalama gecikme miktarının azalmasına neden olmaktadır. Benzer şekilde yeşil oranındaki (g/C) artışa veya azalışa bağlı olarak gecikme miktarı azalacak veya artacaktır. Dolayısı ile $g-C$ etkileşimi gecikme miktarının belirlenmesinde etkili olmaktadır. İkili etkileşimlerde ortalama gecikme üzerinde $g-C$ etkisinin değeri $v-C$ etkisinden daha fazla olmaktadır.

Sonuç olarak, FTY ile Webster modeline ait yapılan duyarlılık analizinde araç başına düşen ortalama gecikme üzerinde tekil ana parametrelerde, C ve g en etkili iki parametre olurken parametre etkileşimlerinde de $g-C$ ve $v-C$ çiftleri etkili olmuştur. Bu sonuçlara bağlı olarak sinyal tasarımında, hangi parametrelerin daha etkin olduğu bilindiğinden bu parametre değerlerinin belirlenmesinde daha hassas çalışmalar yapılabilir.

Kaynaklar

1. Akçelik, R., (1980) Time –dependent Expressions for Delay, Stop Rate and Queue Length at Traffic Signals, Australian Road Research Board. Internal Report AIR 367-1
2. Akgüngör, A.P., Yıldız, O., Demirel, A., (2006) A Sensitivity Analysis of the HCM 2000 Delay Model with the Factorial Design Method Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences, Volume 30, Number 4, pp. 259-267.
3. Akgüngör, A.P., Bullen A.G.R., (2007) A New Delay Parameter for Variable Traffic Flows at Signalized Intersections Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences, Volume 31, Number 1, pp.61-70.
4. Akgüngör, A.P., (2008). A New Delay Parameter Dependent on Variable Analysis Periods at Signalized Intersections, Part 1: Model Development, Transport, Volume 23, Number 1, pp.31-36.
5. Box, G. E. P., W. G. Hunter, and J. S. Hunter, (1978), Statistics for Experimenters: An Introduction to Design, Data Analysis and Model Building, Wiley and Sons, 653 pp.
6. Brilon, Werner., and Wu, Ning.,(1990) Delays at Fixed Time Traffic Signals under Time-dependent Traffic Conditions, Traffic Engineering and Control, Vol. 31, No.12 pp. 629-631.
7. Henderson-Sellers, A., (1992), Assessing the Sensitivity of A Land Surface Scheme to Parameters Used in Tropical Deforestation Experiments, Q. J. R. Meteorol. Soc., 118, 1101-1116.
8. Henderson-Sellers, A., (1993), A Factorial Assessment of the Sensitivity of the BATS Land Surface Parameterization Scheme, American Meteorological Society, 6, 227-247.
9. Liang, Xu, (1994), A two-layer Variable Infiltration Capacity Land Surface Representation for General Circulation Models, Water Resources Series Technical Report No. 140, University of Washington, Department of Civil Engineering Environmental Engineering and Science, Seattle, Washington 98195.
10. Miller, A. J., (1968), Australian Road Capacity Guide Provisional Introduction and Signalized Intersections, Australian Road Research Board, Bulletin No. 4
11. Newell, G.F., (1956), Statistical Analysis of the Flow of Highway Traffic Through a Signalized Intersection, Quarterly of Applied Mathematics Vol. XIII, No. 4, pp. 353-368
12. Roupail, N. M., (1988), Delay Models for Mixed Platoon and Secondary Flows,” Journal of Transportation Engineering, Vol. 114, No. 2, pp. 131-152.
13. Webster, F. V., (1958) Traffic Signal Settings, Road Research Technical Paper No. 39, Road Research Laboratory, Her Majesty’s Stationery Office, Berkshire, England,
14. Yıldız, O., (2001), Assessment and Simulation of Hydrologic Extremes by A Physically Based Spatially Distributed Hydrologic Model, Ph.D. Thesis, The Pennsylvania State University, University Park, PA.

Kaliteli Bir Toplu Taşıma Sistemi Nasıl Olmalıdır, Münih Örneği

Oytun ARSLAN

Darmstadt Teknik Üniversitesi, Ulaşım Enstitüsü, Darmstadt, Almanya

Tel: 0049 6151 163626

E-Posta: arslan@verkehr.tu-darmstadt.de

Öz

Bu çalışmada, ülkemiz şehirlerindeki toplu taşıma sistemleri için bir örnek teşkil etmesi amacıyla, Almanya'nın Münih şehrindeki toplu taşıma sistemi incelenmiştir. Metro, tramvay, banliyö treni ve otobüslerle Münih şehir merkezine ve onu çevreleyen Münih Metropolitan Bölgesi'ne hizmet veren bu karmaşık fakat entegre sistem, yalnızca Almanya'nın değil, Avrupa'nın da en saygın sistemlerinden biri olarak kabul edilegelmektedir. Çalışmada, toplu taşımanın üç önemli ayağını oluşturan hızlı, güvenli, konforlu taşımacılığın Münih kentinde nasıl sağlandığının yanı sıra; bilet fiyatlandırma, toplu taşımada tek bilet kavramı, gece seferleri, aktarma noktalarının planlanması, engelliler için sistemler, toplu taşıma için pazarlama, yolcu bilgilendirme gibi konulara da değinilmiş, ülkemizdeki sistemler için oldukça yabancı olan bu kavramların toplu taşımanın payının artırılmasına ve buna bağlı olarak sürdürülebilir ulaştırmaya olan katkıları tartışılmıştır.

***Anahtar sözcükler:** Toplu taşıma, Avrupa'da toplu ulaşım, Entegrasyon, Bilet fiyatlandırma, Engelli erişimi, Yolcu bilgilendirme*

1. Giriş

Münih şehri, Almanya'nın güneydoğusunda bulunmaktadır. Nüfus olarak ülkenin en büyük üçüncü şehridir. Bulunduğu Baviera eyaletinin aynı zamanda başkenti olan Münih, kendisini çevreleyen ve Münih Metropolitan Bölgesi adı verilen bölge olarak, Almanya'da endüstrinin ve ticaretin en gelişmiş olduğu şehirlerin başında gelmektedir. BMW, Siemens, Allianz Sigorta, Avrupa Hava Savaşımı ve Uzaycılık A.Ş. (EADS), MAN Otomotiv şehrin en önemli şirketlerini oluşturmaktadır. Münih kentinin belediye sınırları dâhilinde alanı 310,6 km², metropolitan bölgesinin alanı ise 5.470 km²'dir. Nüfus olarak, 2009 verilerine göre belediye sınırları içerisinde 1,32 milyon kişi yaşarken, bu sayı metropolitan bölgesi olarak düşünüldüğünde 2,67 milyona tekabül etmektedir.

Sanayinin bu denli gelişmiş olduğu bir şehirde insanların ulaşım taleplerinin ortalamanın üstünde seyretmesi oldukça olağandır. Bu yüzden, toplu taşıma konusunda şehirde yüz yıldan uzun bir süredir önemli çalışmalar yapılmakta, toplu taşıma ağı bu çalışmalarla çağın gereksinimlerine uygun olarak genişletilmektedir. Münih şehrinin toplu taşıma konusunda önemli kilometre taşları kronolojik olarak şu şekilde sıralanabilir (Block, 2010):

- 1876: İlk atlı tramvayların hizmete alınması
- 1895: İlk elektrikli tramvayların hizmete alınması
- 1906: İlk belediye otobüslerinin hizmete alınması
- 1971: Metro sisteminin açılması

- 1972: Banliyö sisteminin açılması, MVV (Münih Taşımacılık Kooperatifi) şirketinin kurulması
- 1972: Münih Yaz Olimpiyatları

Görüldüğü gibi, şehrin modern raylı sistemlerle donatılması, 1972 yaz olimpiyatları ile yakından ilintilidir. Olimpiyatlar sayesinde, şehrin toplu taşıma sistemine hatırı sayılır yatırım yapılmış ve o tarihten itibaren de var olan ağ sürekli genişletilmiştir. Bununla birlikte, 1970’lerde yaşanan petrol krizi, şehirdeki otomobil baskınlığının sona erdirilmek istenmesi ve çevre ile ilgili kaygıların ortaya çıkması bu alandaki yatırımların hız kazanmasını sağlamış, sürdürülebilir ulaşımın özel araçları teşvik edici yöntemlerle elde edilemeyeceği anlaşılmıştır. Bu bildiride, uzun yıllar boyunca kurulagelen Münih toplu taşıma sistemi, bu sistemi kurmada henüz yolun başında olan şehirlerimize bir örnek teşkil etmesi açısından incelenmiştir.

2. Münih Toplu Taşıma Sistemi ve Organizasyonu

Münih şehrinde toplu taşıma ile ulaşım, başlıca olarak metro (U-Bahn), tramvay, otobüs, banliyö treni (S-Bahn) ve bölgesel trenler aracılığıyla sağlanmaktadır. Bu ulaşım modlarının metropolitan bölgesindeki hat uzunlukları, hat sayıları, yıllık yolcu sayıları ve durak/istasyon sayıları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

Tablo 1. Münih Metropolitan Bölgesi’nde toplu taşımacılık modları¹.

	Metro	Banliyö Treni	Tramvay	Otobüs
Hat sayısı	6	10	15	263
Uzunluk (km)	95	442	75	4219
Yıllık yolcu (milyon)	351	292	94,5	172*
Durak/istasyon sayısı	96	148	155	915*

* Otobüsler için yolcu sayısı ve durak sayıları, sadece belediye sınırlarını kapsamaktadır.

Yolcu taşımacılığı konusunda çok çeşitli şirketler bulunmasına rağmen, iyi bir organizasyon ile tüm sistem tek bir elden kontrol edilebilir ve yönetilebilir hale gelmiştir. Sistemin tepe kısmında MVV (Münchner Verkehrs- und Tarifverbund, Münih Taşımacılık Kooperatifi) bulunmakta, onun altında ise 50’ye yakın alt yüklenici bulunmaktadır. Bu yüklenicilerin çoğu, Münih şehrinin dışında kalan fakat metropolitan bölgesinde bulunan yerleşim yerlerindeki otobüsleri işleten şirketler olup, diğer şirketler ise MVG, S-bahn München, BOB ve Alex’ten oluşmaktadır (Şekil 1).

2.1 MVV (Münchner Verkehrs- und Tarifverbund)

MVV (Münih Taşımacılık Kooperatifi), 1972 yılında kurulmuş bir şirket olup, Münih Metropolitan Bölgesi’ndeki tüm toplu taşımacılık faaliyetleri MVV çatısı altında toplanmıştır. Şirket, slogan olarak kendine “Tek şebeke, tek çizelge, tek bilet” sloganını seçmiştir.

¹ Rakamlarla MVV, 2009, URL adresi:

<http://www.mvv-muenchen.de/de/home/dermvv/unternehmen/mvvaenaehzahlen/mvv-statistik/index.html>



Şekil 1. Münih toplu taşıma organizasyonu.

MVV'nin sorumlulukları arasında, toplu taşımanın planlanması, aktarma noktalarının oluşturulması, güzergâh belirleme, bilet satışı ve bilet fiyatlarının belirlenmesi bulunmaktadır. Bunun yanında, bilet satışından elde edilen gelir MVV tarafından alt yüklenicilere, yolcu sayımları doğrultusunda pay edilir. 2009 yılında, MVV'den hizmet almış yolcuların sayısı 619.836.000 olarak belirlenmiştir. Şirket direkt olarak yolcu taşımacılığı yapmamakta, sadece çatı kuruluş işlevi görmektedir.

2.2 MVG (Münchener Verkehrsgesellschaft)

MVG (Münih Ulaşım Ortaklığı), Münih belediyesinin bir kuruluşu olup, belediye sınırları içerisindeki her türlü metro, tramvay ve otobüs taşımacılığında sorumludur. 2001 yılında kurulmuş olan bu şirket, aynı zamanda şehir içindeki gece seferlerini de yürütmektedir (Bölüm 3.5). Toplamda 625 km'lik toplu taşıma ağına sahip olan MVG, 2009 yılında yaklaşık 500.000.000 yolcuya hizmet vermiştir (Block, 2010).

2.3 S-Bahn München

S-Bahn München (Münih Banliyö Tren Şirketi), Münih Metropolitan Bölgesi'ndeki tüm banliyö tren taşımacılığında sorumludur. Alman Demiryolları'nın (Deutsche Bahn) alt kuruluşu olan şirket, Alman Demiryolları'na ait raylarda hizmet vermektedir. Bunun yanında, şehri doğu-batı doğrultusunda yeraltından geçen şehir tüneli de bu şirket tarafından işletilmektedir. 4,2 km uzunluğundaki bu şehir tünelini yedi adet banliyö hattı kullanmaktadır. Bunun yanında, Münih Havaalanı ile şehir merkezi arasındaki bağlantı da S-1 ve S-8 banliyö hatları tarafından sağlanmaktadır. Toplamda 442 km'lik şebekeye sahip olan sistem, 2009 yılında 292.000.000 yolcuya hizmet vermiştir (Tablo 1).

2.4 BOB (Bayerische Oberlandbahn)

BOB (Bavyera Oberland Treni), Münih ile yaklaşık 120 km güneyindeki Bayrischzell şehrini birbirine bağlamaktadır. Sadece tek bir hatta işletme yapan şirket, Münih Metropolitan Bölgesi dâhilinde kalan yedi istasyonda MVV yolcularına da hizmet vermektedir.

2.5 Alex (Arriva-Länderbahn-Express)

Alex (Arriva-Länderbahn Ekspres Treni), Münih'i güneyindeki Lindau ve kuzeyindeki Hof, Nürnberg ve Prag şehirleri ile bağlamaktadır. BOB gibi, Alex de Alman Demiryolları'na ait olan raylarda işletme yapmakta ve MVV dâhilindeki dört istasyonda yolculara hizmet vermektedir.

2.6 Bölgesel Otobüsler

Bölgesel otobüsler, Münih belediye sınırları dışında kalan alanlarda otobüs taşımacılığı yapmak için MVV tarafından görevlendirilen farklı şirketlerdir. Genelde her ilçenin otobüs hatları belirli bir şirkete verilmiştir. Otobüslerde yine diğer sistemlerde olduğu gibi MVV biletleri geçerli olmakta, örneğin otobüsten banliyö trenine aktarma yapıldığında tekrar bilet almaya gerek kalmamaktadır.

3. Münih'te Toplu Taşımaya Özendirici Tedbirler

3.1 Bilet Entegrasyonu ve Tek Bilet Kavramı

Bilet entegrasyonu, MVV gibi çatı bir kuruluşun bulunması sebebiyle, Münih'te başarıyla uygulanmaktadır. Bilet entegrasyonundaki amaç, farklı ulaşım modları arasında aktarma yapan yolcuların her seferinde yeni bir bilet almalarının önüne geçmek, bu sayede daha çekici bir toplu taşıma sistemi yaratmaktır.

Bu sisteme göre, bilet fiyatları MVV tarafından belirlenmekte ve biletten elde edilen gelir yine MVV'nin havuzunda toplanmaktadır. Yıl boyu yapılan yolcu sayılarına göre, bilet geliri alt yüklenici şirketlere bölüştürülmektedir. Bu sayede, fiyatlandırma tek elden yönetilirken, yolcular da tüm sistem boyunca tek biletle seyahat edebilmekte, aynı biletle farklı şirketlerin ulaşım araçlarını kullanabilmektedir. Bu şekilde, yolcu konforu ve memnuniyeti ciddi şekilde artırılmış, toplu taşıma çekici hale getirilmiştir. İstanbul'da hâlihazırda geçerli olan akıllı bilet ile yapılan her aktarmada, yolcu bir miktar para (tam biletin yarısı kadar) ödemek zorunda olmasına karşın (örneğin vapurdan otobüse ya da tramvaya); Münih'teki sistemde farklı ulaşım türlerine tekrar bilet almadan ya da ücret ödemedi aktarma yapmak mümkün kılınmıştır.

Münih'teki toplu taşıma ödeme sisteminde kıta metodu uygulanmaktadır. Bu metoda göre metropolitan bölgesi, her dört ring bir kıtayı oluşturacak şekilde, 4 kıta ve 16 ringe ayrılmış, yolcuya geçtiği kıta kadar ücret belirlenmiştir. İlk kıta belediye sınırları dâhilinde olup, şehir içi olarak adlandırılmıştır. Aynı kıtada seyahat eden yolcular için belirlenen fiyat 2,5 €, bir kıta değiştiren için 5 €, iki ve üç kıta değiştiren için de sırasıyla 7,5 ve 10 €'dur (2011 Ocak verileri). Buna göre, şehir içinde seyahat eden bir yolcu tek yön için 2,5 € öderken, şehir içinden 10. ringe giden bir yolcu 7,5 € ödemektedir. Tek binişlik biletlerin yanında, beş binişlik biletler de kullanılabilir. Bu biletler içinse kıta içi her biniş 2,4 €'ya tekabül etmektedir.

Münih'teki sistemde duraklarda ve istasyonlarda turnike sistemi bulunmamaktadır, bu yüzden sistemi istismar edenler (biletsiz binenler) görevliler tarafından yapılan rastgele kontroller tarafından belirlenmektedir. Bu şekilde biletsiz yakalananlara 40 € değerinde ceza kesilmekte ve biletsiz biniş Almanya'da hukuki bir suç sayıldığından, bu davranışın sık tekrarlanması halinde hukuki yollara başvurulmaktadır. Bu şekilde, sisteme dâhil olması gereken turnike sistemleri, güvenlik görevlileri gibi masraf yaratacak kalemler de ortadan kaldırılmıştır.

MVV bilet sisteminde çok farklı uygulamalar da yer bulmaktadır. Örneğin, kısa mesafe bileti adı verilen bir bilet, 1,2 €'ya seyahat edilebilmektedir. Metro/banliyö treni ile en fazla 2 durak, oto-

büs/tramvay ile en fazla 4 durak gidecek olan yolcular, kısa mesafe bileti satın alabilmektedirler. Kısa mesafe biletinin yanında, zaman sınırlı bilet sistemleri de pek çok yolcunun kullandığı bilet türlerindedir. Günlük, haftalık, aylık ve yıllık (abonman) olarak satılan biletleri kullanan yolcular, satın alırken hangi ringler arasında seyahat edeceğini seçebilmekte, bu hesaba göre ücret ödemekte ve seçili ringler arasında sınırsız seyahat edebilmektedir. 25 %'lik öğrenci indirimi tekli biletlerde geçerli olmamakla birlikte, yalnızca haftalık ve aylık biletlerde geçerlidir.

Farklı ringler arasında seyahat edecek bir yolcunun değişik bilet sistemleriyle ödeyeceği ücretler, aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

Tablo 2. Farklı bilet sistemlerinde ödenecek ücretler (MVV).

Seyahat edilen ringler	Ring 1-4	Ring 1-8
Tek binişlik bilet (€)	2,5	5,0
Beş binişlik bilet (€/yolculuk)	2,4	4,8
Günlük bilet (€)	5,4	7,3
Haftalık bilet (€)	17,6	26
Haftalık bilet (öğrenci) (€)	13,2	19,5
Aylık bilet (€)	64,2	94,9
Aylık bilet (öğrenci) (€)	48,2	71,2

Yukarıdaki tabloda dikkat edilirse, zaman sınırlı biletler tek binişlik biletlere göre fiyat olarak daha makul durumdadır. Birkaç binişte tekli biletler kullanmak zaman sınırlı biletlerle aynı paraya geleceğinden, kullanıcılar zaman sınırlı biletlere yönelmekte ve ileriki seyahatlerinde de toplu taşımayı tercih etme durumunda kalmaktadırlar. Bu açıdan, Münih'teki biletlendirme sisteminin iyi bir ulaşım talep yönetimi örneği olduğu söylenebilir.

MVV'nin kullanıma sunduğu bir diğer bilet türü ise, daha çok turistlere yöneliktir. Şehirdeki pek çok turist aktivitesi, müzeler ve ziyaret alanları ile anlaşmalı olarak satılan CityTourCard adındaki bu bilet ile yolcular hem toplu taşıma araçlarını kullanabilmekte, hem de ziyaret yerlerine girişlerde indirim elde etmektedirler. Avrupa'da pek çok şehirde uygulama bulan bu bilet türü ile turistlerin de zahmetsizce toplu taşımayı kullanmaları sağlanmakta, memnuniyetleri de aynı oranda artırılmaktadır.

Bilet sisteminin son halkasını ise bilet satış otomatları oluşturmaktadır. Banka kartının da geçerli olduğu bu otomatlar sayesinde, yolcular biletlerini zahmetsizce satın almakta, toplu taşıma şirketi de gişe elemanı masrafını ortadan kaldırmakta, sistemi otomatize ve hızlı hale getirmekte, aynı zamanda sahteciliğin önüne geçmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. MVV bilet satış otomatları.

3.2 Aktarma Noktaları Planlanması

Aktarma noktalarının planlanması, daha önce de değinildiği gibi MVV şirketi tarafından üstlenilmiştir. Şehirde pek çok farklı ulaşım modu ve her modun çok sayıda hattının bulunması sebebiyle, toplu taşımayı kullanan yolcuların sistemden çıkmadan hedef noktaya ulaşması, aktarma kolaylığına bağlı olmaktadır. İyi planlanmamış aktarma noktaları; örneğin yürüme mesafesinin uzun olması, yönlendirme tabelalarının yetersizliği sistemin çekiciliğini ortadan kaldırabilmektedir. Bu yüzden, ulaşımında tam entegrasyon için bilet entegrasyonunun yanında aktarma noktalarının planlanması da kaçınılmazdır.

Münih şehrinde aktarma noktaları, bir ulaşım modundan diğerine geçerken zorluk çıkarılmayacak şekilde tasarlanmıştır. Özellikle yeraltı raylı sistemler (metro/banliyö treni) ile yerüstü modlarının (tramvay/otobüs) kesiştiği yerlerde, yerüstü modların durağı raylı sistemlerin hemen çıkışına denk getirilmiştir. Bu şekilde, metrodan çıkan bir kişi, zahmetsizce tramvay/otobüs durağına erişebilmektedir. Yolcunun bu aktarma için hangi çıkışı kullanacağı ise, metro katındaki tabelalarla belirtilmektedir. Şekil 3'te, örnek olarak Münih Merkez Garı'ndaki metro istasyonunun çıkışı verilmiştir. Öndeki tabela tramvay yönünü gösterirken, arkadaki tabelada ise, 58 ve 100 hat numaralı otobüsler (Bus), asansörler, otopark (P), banliyö treni (S) ve uzak mesafe trenlerinin yönü (DB) gösterilmiştir. Bu sayede, metro çıkışlarında yolcular için yön belirleme çok kolay olmaktadır.



Şekil 3. Aktarma noktasında metro çıkış yönlendirmeleri, Münih Merkez Garı.

Münih ulaşım sisteminde önemli yer tutan başka bir olgu ise, P+R (park et, devam et) ve B+R (bisiklet park et, devam et) sistemleridir. Raylı sistemler istasyonlarının hemen yanına konuşlanmış bu aktarma noktalarıyla, özel araç-toplu taşıma entegrasyonu sağlanmış, araç sürücülerinin şehir merkezine araçlarıyla değil, toplu taşıma vasıtalarıyla gitmeleri sağlanmıştır. B+R sistemleriyle de, metro/banliyö trenine ulaşmak için kullanıcılara bisiklet alternatifi sunulmuştur. 2009 verilerine göre, metropolitan bölgesinde 26.400 araçlık P+R yeri, 50.200 de bisikletler için B+R yeri bulunmaktadır².

Bununla birlikte, alternatif bir ulaşım aracı olarak, önemli toplu taşıma kesişim noktalarına taksi durakları konmuş, bu sayede toplu taşıma-taksi entegrasyonu da sağlanmıştır.

3.3 Yolcu Bilgilendirme

Yolcu bilgilendirme, hiç şüphesiz toplu taşımanın en önemli ayaklarından birisini oluşturmaktadır. Kullanıcıların hatlar, araçlar ve sistemdeki sorunlar ile ilgili gerekli şekilde bilgilendirilmeleri hem sisteme olan saygınlığı artırır, hem de kullanıcıların zamanını daha tasarruflu kullanması adına olumlu bir etki yaratır. Almanya’da yaygın şekilde kullanılan yolcu bilgilendirme sistemleri, genel anlamda ikiye ayrılmaktadır:

3.3.1 Yolculuk Öncesi Bilgilendirme

Yolculuk öncesi bilgilendirmede en önemli araçlar internet ve basılı dokümanlar/broşürlerdir. Münih’te her ulaşım türü hattı için cep boyutunda özel tarife çizelgeleri hazırlanmakta, ulaşım araçlarında ve müşteri merkezlerinde ücretsiz olarak dağıtılmaktadır.

Diğer taraftan, internet üzerinden bilgiye ulaşmanın gelişmesiyle, toplu taşıma alanında bilgilendirme alanında da yenilikler getirilmiştir. Elektronik yolculuk sorgulama (Elektronische Fahrauskunft) adı verilen bu sistemde, tüm hat çizelgeleri MVV şirketinin veri tabanına girilmiştir. Bu sayede, MVV’nin internet sitesinden yapılacak arama ile belli bir noktadan başka bir noktaya gitmek için gereken araçlar, aktarma sayısı/süresi, toplam seyahat süresi, ücret tarifesi, engelliler

² MVV Faaliyet Raporu, 2009, URL adresi:
http://www.mvv-muenchen.de/web4archiv/objects/download/2/mvv-verbundbericht_2009.pdf

için özel sorgu gibi cevabı aranan pek çok soruya yanıt bulunabilmektedir. Ayrıca kullanıcılar sorguda belli bir durak adı girebileceği gibi, direkt olarak adres de girerek sorgu yapabilmektedirler. Bu durumda, sistem girilen adrese en yakın toplu taşıma duraklarını bularak, sorguya o şekilde devam etmektedir. Bu sayede sistemin kullanılabilirliği yolcular gözünde artırılmış, yürüme yolları/süresi de sisteme entegre edilmiştir. Sistemin diğer bir avantajı da, yol kapama, geçici değişiklikler, bakım/onarım gibi öngörülebilir değişiklikleri de içererek, kullanıcılara gün gün, saat saat en güvenilir bilgiyi vermesidir.³

Münih toplu taşıma sistemi için internet ortamında yapılabilecek bir diğer sorgu çeşidini de MVG şirketi sağlamaktadır. Bu sorguda, çizelgelere bağlı sonuçlar yerine gerçek zamanlı sonuçlara ulaşılmaktadır. Genel olarak her toplu taşıma sisteminde farklı sebeplerden oluşan gecikmeler, araçların zamanında gelmemesi gibi etmenler yolcularda doğal olarak bir memnuniyetsizlik yaratmaktadır. MVG şirketi, bu sistemle kullanıcılarının günün her saatinde en gerçekçi bilgiye ulaşmalarını sağlamıştır. İnternet sitesinde, Münih'teki sorgu yapılmak istenen bir durak ismi verilir, sistem tarafından da bu duraktan geçen hatlar, yönleri ve kaç dakika sonra durakta olacağı bilgileri gösterilir. Bu sayede, gecikme yapan ulaşım araçları hakkında bilgiler zamanında kullanıcılara ulaştırılmakta, bu da gereksiz zaman kayıplarının önüne geçmektedir. Cep telefonlarında internet döneminin başlamasıyla, bu bilgiler anında kullanıcıların cep telefonlarına da gelmekte, böylece günün her anında gerçek zamanlı bilgiler kullanıcılara ulaşabilmektedir.⁴

3.3.2 Yolculuk Sırasında Bilgilendirme

Yolculuk sırasında bilgilendirme, durakta ve araç içinde olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Durakta bilgilendirme, durak/istasyonda toplu taşıma aracını bekleyen yolcular düşünülerek yapılmaktadır. Bu bilgilendirme, gerçek zamanlı olan ve olmayan olarak yine iki kısımda incelenebilir. Gerçek zamanlı olmayan bilgilendirme, yolcu bilgi panolarına asılmış olan hat saat çizelgeleri ile gerçekleştirilmektedir. Bu sayede yolcular, bekledikleri vasıtanın kaç dakikada gelmesi gerektiğini öğrenmiş olurlar (Şekil 4a).

Gerçek zamanlı bilgilendirme ise, durak/istasyonlarda bulunan elektronik ekranlar tarafından yapılmaktadır. Burada yazan bilgiler, ulaşım araçlarının hangisinin kaç dakika sonra geleceğini göstermektedir. Ayrıca isteğe bağlı olarak, toplu taşıma ile alakalı başka önemli bilgilerin en alt satırda kayan yazı olarak gösterilmesi sağlanmaktadır. Elektronik ekranlar, son yıllarda Almanya genelinde büyük bir ilgi görmüş, pek çok taşımacılık şirketi kaliteli ulaşım adına bu sistemleri kullanmaya başlamıştır. Bu sistemin işletmeci şirketlere sağladığı başka bir kazanç da, hiç şüphesiz yolcular nezdinde kazanılan saygınlık ve güven duygusudur.

Araç içinde bilgilendirme sistemleri ise, yolculuk sırasında bilgilendirmenin bir parçası olup, araçta bulunan yolculara gerekli bilginin sağlanması manasına gelmektedir. Bu konuda yolcuların ihtiyaç duyduğu en önemli bilgi, sıradaki durak bilgisidir. Bu bilgi Münih'te yolculara sesli, yazılı ve ekran bazlı olarak sunulmaktadır. Uydu bağlantılı bir modül ile ulaşım aracının yeri belirlenmekte, bu sayede sıradaki durağın/durakların ne olduğu veri tabanından yolculara yansıtılmaktadır. Sistemde hem sesli hem de yazılı bilgilendirmenin bulunması, görme veya duyma engelli yolcuların da bilgiye erişebilmesine olanak sağlamıştır. Yine araçlarda bulunan elektronik ekranlar sayesinde, sadece sıradaki durak değil, daha sonraki duraklar ve aktarma olanakları da gösterilmektedir (Şekil 4b). Araçlardaki yazılı materyal ise, genellikle o hattın bir durak listesi ya da tüm ulaşım şebekesinin büyük bir haritası olabilmektedir. Böylece, yolcular sadece buldukları aracın hattı hakkında değil, örneğin aktarma yapacakları hatlar hakkında da bilgi sahibi olmaktadır.

³ Elektronik yolculuk sorgulama www.mvv-muenchen.de adresinden yapılabilmektedir.

⁴ Bu uygulama www.mvg-live.de adresinden hizmet vermektedir.



Şekil 4 a). Metro istasyonunda bir bilgi panosu. b) Otobüs içi bilgilendirme ekranı.

3.4 Toplu Taşıma Önceliklendirmesi

Toplu taşıma araçlarını çekici kılan önemli etkenlerden birisi de, hız faktörüdür. Düşük hızda seyreden toplu taşıma modları insanlar tarafından kolay kolay kabul görmezken (otobüs), yüksek hızda seyreden modlar daha rahat kabul görmektedir (metro). Toplu taşımada ortalama hızın artırılması, bu yüzden sistemin çekiciliği açısından çok faydalıdır. Ödeme sistemlerinde iyileştirmeler ve trafikten bağımsız şeritlerin tahsisi işletme hızını artıracak gibi, trafik ışıklarında toplu taşıma araçları lehine düzenlemelere gidilmesi de hızı artıran bir etken olmaktadır.

Yerüstünde seyreden toplu taşıma araçlarında yaşanan en büyük problemlerden biri, duraklar hariçinde trafik ışıklarında da zaman kayıpları yaşanmasıdır. Kimi zaman trafik ışıklarında geçirilen süre toplam sefer süresinin önemli bir bölümüne tekabül etmekte, bu da işletme hızında ciddi anlamda düşüşlere sebep olmaktadır.

Münih şehir içi sisteminde 2005 yılından itibaren tramvay ve otobüsler için, “sadece duraklarda durma” prensibi ile önceliklendirme uygulaması yapılmaktadır (Block, 2010). Sinyal programlarında değişikliğe gidilmesi ve toplu taşıma araçlarının kavşak yaklaşımlarında algılanması için gerekli teknolojik altyapı sağlanması ile şehir içinde 230 trafik ışığında önceliklendirme sağlanmıştır. Bu sistemde, kavşağa yaklaşan tramvay/otobüs vericiler yardımıyla sisteme giriş yapmakta, sinyal programı da bu araca en kısa zamanda yeşil verecek şekilde otomatik olarak işlemci tarafından yeniden düzenlenmektedir. Bu sistemin uygulandığı kavşaklarda tramvay ve otobüsler için, normal trafik için olandan farklı bir trafik lambası kullanılmaktadır.

Bu uygulama sayesinde, Münih tramvay sistemindeki ortalama hız 22 % artmış, dakiklik de 38 % oranında artış göstermiştir (König, 2008).

3.5 Gece Seferleri

Gece seferleri (Nachtlinien), şehirlerde özellikle geceleri çalışmayan metro hatlarının yerini tutan ve gece belli bir saatten sonra servise başlayan bir hizmet olarak bilinmektedir. Bu hizmetin amacı, belli bir saatten sonra ulaşım ihtiyacı duyan insanların bu ihtiyaçlarını karşılamak ve onların özel araçlara yönelmelerine mani olmaktır. Gece seferleri, özellikle hayatın 24 saat devam ettiği büyük şehirlerde bir lüks olmaktan çıkıp bir gereksinim haline dönüşmüştür.

Münih'te gece seferleri tramvay ve otobüsler aracılığıyla yapılmaktadır. Tablo 1'de verilen 15 tramvay hattından dördü, 263 otobüs hattından dokuzu gece hatlarıdır. Bu gece hatları şehirdeki metro hatlarının yerini doldurmakta, haftanın günlerine göre sefer sıklıkları değişmektedir. Örneğin dört tramvay hattı ve üç otobüs hattı, hafta içlerinde saatte bir, resmi tatil öncesi/cuma/cumartesi gecelerinde yarım saatte bir esasına göre çalışmaktadır. Geri kalan altı otobüs hattı ise, sadece resmi tatil öncesi/cuma/cumartesi gecelerinde yarım saatte bir esasına göre çalışmaktadır. Gece seferlerinde uygulanan tarife normal tarifeden farksızdır, bu yüzden alınmış olan zaman sınırlı biletler bu seferlerde de kullanılabilir. Bunun yanında, tüm tramvay gece hatları tüm seferlerinde şehir merkezindeki belli bir noktada (Karlsplatz durağı) aynı zaman diliminde buluşturulmuş, bu sayede gece hatları arasında aktarma olanağı da mümkün kılınmıştır.

3.6 Engelliler İçin Sistemler

Engellilerin toplu taşıma sistemlerinde yer bulmaları, günümüzde sıkça tartışılan noktalardan biridir. Özellikle fiziksel engellilerin (yürüme zorluğu çekenler, tekerlekli sandalyeliler) toplu taşıma vasıtalarından yararlanmaları, bu konuda somut adımların atılmasıyla başarılabilir. Araçların engelli dostu olması, durak/istasyonlara erişim yollarının uygunluğu bunların başında gelmektedir.

Münih'te engellilerin toplu taşımayı kullanabilmeleri için bir dizi önlemler alınmıştır. Bunlardan ilk akla gelen, metro/banliyö trenlerinde araç-peron arası kot farkının ortadan kaldırılması ve otobüs/tramvayların alçak tabanlı hale getirilmesidir. Münih'te halihazırda kullanılan 95 tramvay aracından 91'i alçak tabanlıdır. MVG şirketinin sahip olduğu ve şehir içinde sefer yapan 228 otobüsün de tamamı alçak tabanlı olarak hizmet vermektedir. Bu araçlarda ayrıca engelliler için katlanabilir rampa ve emniyet kemerli park yeri bulunmaktadır⁵.

Tekerlekli sandalyeye bağlı engelliler için oldukça önemli sistemlerden bir diğeri de, yer altında bulunan raylı sistem istasyonlarında asansör bulunmasıdır. Asansör uygulamasının olmadığı istasyonlarda, fiziksel engellilerin toplu taşıma sistemine dâhil edilebilmesi mümkün olamamaktadır. Münih metro sisteminin tamamında ve banliyö sisteminin yer altından kalan tüm istasyonlarında asansör bulunmaktadır. Bunun yanında, MVG şirketinin internet üzerinden yaptığı bir uygulamayla, yaşlılar, engelli vatandaşlar ve çocuk arabalı bayanlar, metro istasyonlarındaki asansör ve yürüyen merdiven gibi hareketli aksamların gerçek zamanlı durumunu görebilmektedir (çalışıyor – bozuk - tamir ediliyor gibi)⁶.

Metro istasyonlarında görme engelliler için düşünülmüş güzel bir uygulama da uyarı şeridinin aynı zamanda tırtıklı ve desenli yapılmasıdır. Bu sayede görme engelli insanlar tarafından güvenlik şeridi kolayca algılanmakta ve sistemin emniyeti artırılmaktadır (Şekil 5).

⁵ Rakamlarla MVG, 2009, URL adresi: http://www.mvg-mobil.de/ueberuns/images/mvg_in_figures_s.pdf

⁶ Bu uygulama www.mvg-zoom.de adresinden hizmet vermektedir.



Şekil 5. Metro peronunda görme engelliler için tırtıklı güvenlik şeridi.

3.7 Toplu Taşımada Reklam ve Tanıtım

Toplu taşımada bir diğer önemli konu da, reklam ve tanıtım faaliyetleridir. Yeteri kadar tanıtılmamış bir toplu taşıma sistemi, hiçbir şekilde yeterli yolcu sayısına erişemeyecektir. Ülkemizde toplu taşıma sistemlerinin yolcu sayılarını artıramamasının en önemli sebeplerinden biri hiç şüphesiz yeteri kadar tanıtım yapılmamasıdır.

Münih'te bulunan ulaşım şirketleri geniş çapta tanıtıcı faaliyetlerde bulunmaktadır. Örneğin şehirdeki kültür/sanat organizasyonlarına sponsor olmakta, reklam harcamalarına belli bir bütçe ayırmaktadırlar. Bunun dışında, şehir merkezinde dört adet müşteri merkezi, Münih ulaşımı ile ilgili bilgi almak isteyenlerin hizmetine sunulmuştur. Aynı şekilde, MVV, S-Bahn Münih ve MVG şirketlerinin telefon çağrı merkezleri gün içinde yolcuların sorularına cevap verecek şekilde organize edilmiştir.

Münih toplu taşıma sisteminin prestijini artırıcı faaliyetlerden bir diğeri de, ulaşım şirketlerinin ücretsiz dağıtmakta olduğu dergilerdir. Bu dergilerle, ulaşımdaki son gelişmeler okuyuculara ulaştırılmakta, şehirdeki kültür, sanat, spor ya da daha büyük çaplı organizasyonlar (örneğin Oktoberfest) hakkında bilgi verilmektedir. Dergiler toplu taşıma araçlarının tümünden tedarik edilebilmektedir. MVV, **MVV Kontakt** dergisini üç ayda bir; MVG, **Linie 8** dergisini yine üç ayda bir ve S-Bahn Münih, **S-Takt** dergisini iki ayda bir yayınlamaktadır.

Prestij artırıcı başka bir faaliyet olarak, MVG şirketinin Münih şehir merkezinde MVG Müzesi'ni halkın hizmetine sunması gösterilebilir. Bu müzede, şehrin ulaşımında tarih boyunca kullanılmış araçlar, eskiden kullanılan malzemeler (durak direkleri, tramvay biletçi kıyafetleri gibi) sergilenmektedir. Her ayın iki pazarı halka açılan bu müze, şüphe yok ki şehir halkında bir toplu taşıma bilinci oluşması açısından da çok önemli bir yere sahiptir.

Yukarıda bahsedilen uygulamalarla, Münih şehrinde toplu taşıma açısından bir farkındalık yaratılmakta ve şehir halkı nezdinde bir saygınlık kazanılmaktadır.

3.8 Şebekenin Genişletilmesi

Münih toplu taşıma sistemi yukarıda verilen örneklerde görüldüğü gibi, kullanıcılarına yüksek kalite bir hizmet sunarken, aynı zamanda yeni yatırımlarla her geçen gün daha da genişletilmektedir. Metropolitan bölgesinde toplu taşıma ağındaki en önemli son gelişmeler şu şekilde sıralanabilir:

- 2007 Ekim: 2 yeni metro istasyonu (U3 hattı, metro-metro bağlantısı sağlandı)
- 2009 Aralık: 1 yeni tramvay hattı (Tram 23 hattı, 4 km-7 durak)
- 2009 Aralık: Şehir içinde 1 yeni banliyö treni istasyonu
- 2010 Aralık: 2 yeni metro istasyonu (U3 hattı, metro-banliyö treni bağlantısı sağlandı)

Bu gelişmeler, Münih'te toplu taşıma adına yapılan yatırımların hiç hız kesmeden halen devam ettiğini göstermektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, iyi ve kaliteli bir toplu taşıma hizmeti sunan Almanya'nın Münih kentindeki ulaşım sistemi, ülkemizde yeni yeni gündemde yer tutmaya başlayan toplu taşıma uygulamalarına örnek teşkil etmesi açısından ele alınmıştır. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonraki yıllarda ortaya çıkan otomobil baskın şehircilik anlayışı, sürdürülebilir olamayacağı kanaatine varılarak Avrupa'da yavaş yavaş terk edilmiştir. Çevre kirliliği, küresel ısınma, trafik kazalarının yarattığı maddi ve manevi zararlar, kentsel dokunun zarar görmesi gibi olgular daha fazla ön plana çıkmış, bu sebeplerden dolayı araçların hareketinden çok insanın hareketine odaklanan toplu taşıma sistemleri geliştirilmiştir.

Münih şehri, metropolitan bölgesi ile Almanya'nın en önemli şehirlerinin başında gelmektedir. Uygulanan yerinde politikalar ve 1972 yaz olimpiyatlarının da etkisiyle, şehir iyi bir toplu taşıma ağına kavuşmuştur. Ana iskeleti metro ve banliyö treni, yan dalları tramvay ve otobüs hatlarından oluşan bu entegre sistem yılda yaklaşık 620.000.000 yolcuya hizmet vermekte ve her geçen gün daha da geliştirilmektedir. Bu başarının ardında pek çok faktör yer almaktadır. Ulaşım sisteminin tek bir çatı altında birleşmiş olması ve tek bilet kavramı, ulaşımında tam entegrasyonu sağlamıştır. Bilet türlerinin çeşitliliği ve özellikle zaman sınırlı biletlerin satışı, yolcuların farklı alternatifler arasından seçim yapabilmesine olanak tanımaktadır. Aktarma noktalarının planlanmasında kolay idrak edilebilir ve kullanıcı dostu bir sistematik izlemek, aynı zamanda park et devam et sistemlerini hizmete sunmak yine toplu taşımanın tam bir sistem olarak ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Gerek internette, gerek durakta, gerekse araç içindeki yolcu bilgilendirme sistemleri, kullanıcıların her an güncel bilgilere erişmesini sağlayarak, toplu taşımanın güvenilirliğini artırmaktadır. Kavşaklarda uygulamaya geçirilen önceliklendirme sistemiyle tramvay/otobüslerin trafik ışıklarında bekleme süreleri asgariye indirilerek, işletme hızlarında 22 %'ye varan artışlar sağlanmıştır. Gece seferleri ile, normal işletme saatlerinin dışında gecenin geç saatlerine kadar da yolculara hizmet sunması amaçlanmıştır, yolculara özel araç ya da taksinin yanında her zaman bir alternatif sunulmuştur. Normalde satın alınan biletlerin aynı şekilde gece seferlerinde de kullanılabilmesi, sunulan başka bir kolaylıktır.

Toplu taşıma sistemi engellilerin talepleri düşünülerek tasarlanmakta, gelecekteki yatırımlar bu doğrultuda ilerlemektedir. Alçak tabanlı ve rampalı otobüs ve tramvaylar, yeraltı raylı sistemlerindeki asansörler, metro duraklarındaki tırtıklı çizgiler, araç içi sesli ve görsel bilgilendirmeler engel-

lilerin ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Bu sayede, Münih'te yaşayan engelliler tüm ulaşım sisteminden yararlanabilecek durumdadır. Bunun dışında, Münih ulaşım Şirketlerinin tanıtıma ve reklama hatırı sayılır bir pay ayırması, ağrı merkezleri, müşteri merkezleri ve yayınladıkları süreli dergileriyle Şehrin yaşamının her zaman bir parçası olduklarının kullanıcılaraya hissettirilmesi, yolcuların gözünde toplu taşıma sisteminin saygınlığını bir kat daha artırmaktadır.

Münih'teki toplu taşıma konusundaki bu gelişmeler ve tecrübeler, ülkemizde yavaş yavaş trafik problemini hissetmeye başlayan Őehirlerimiz için iyi bir örnek olabilir. Sürdürülebilir bir toplu taşıma sistemini entegre, hızlı, engelli dostu ve kullanıcı odaklı kurmak isteyen Şehir belediyeleri Münih'teki sistemi yerinde inceleyerek kendi Şehirlerinin sorunlarına aradıkları kimi çözümleri bu sistem içerisinde bulabileceklerdir.

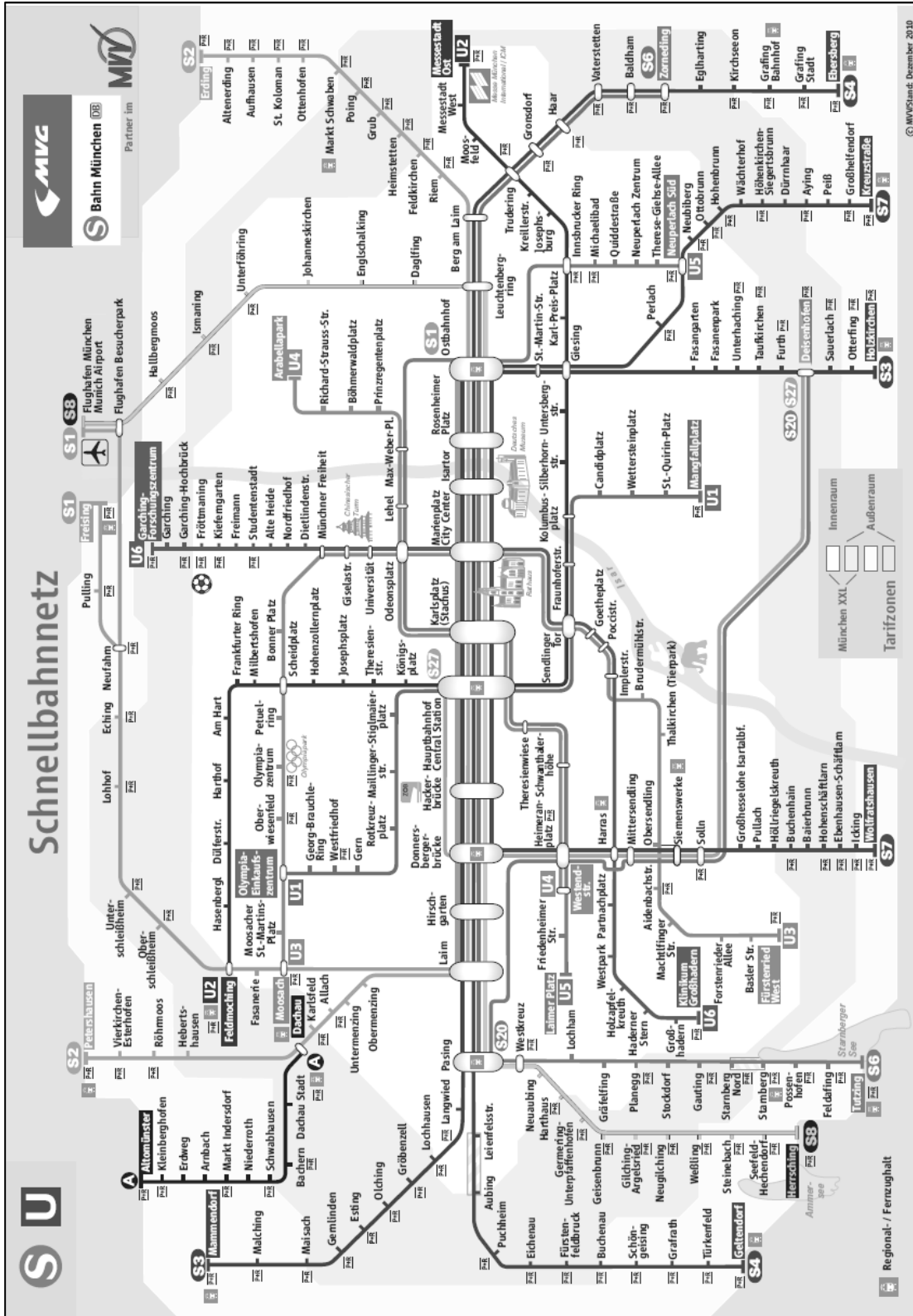
Kaynaklar

1. Block, R. (2010) VDV-Jahrestagung 2010: Mobilität mit Perspektive – Nachhaltig investieren in Bus und Bahn, Teil 1. Verkehr und Technik, Heft 8, Berlin, pp. 283-288.
2. König, H. (2008) Economic and environmental benefits of tram priority at traffic lights in Munich. 9. UITP Hafif Raylı Sistemler Konferansı, UITP (Uluslararası Toplu Taşımacılar Birliği), 11-13 Haziran, İstanbul.

Ek-1: Münih Metro (U) ve Banliyö (S) Sistemi

İndirilebilir versiyon:

<http://www.mvv-muenchen.de/web4archiv/objects/download/schnellbahn-netzplan2011.pdf>



Kentiçi Otobüs İşletiminde Sefer Çizelgeleme Optimizasyonu

Alper DERİ

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik
Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Tınaztepe Yerleşkesi
35160, Buca-İzmir
(232) 412 70 76
alperderi@hotmail.com

Mustafa ÖZUYSAL

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik
Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Tınaztepe Yerleşkesi
35160, Buca-İzmir
(232) 412 70 76
mustafa.ozuysal@deu.edu.tr

Umay UZUNOĞLU KOÇER

Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Fakültesi,
İstatistik Bölümü,
Tınaztepe Yerleşkesi
35160, Buca-İzmir
(232) 412 85 60
umay.uzunoglu@deu.edu.tr

Pelin ÇALIŞKANELLİ

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik
Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Tınaztepe Yerleşkesi
35160, Buca-İzmir
(232) 412 70 76
pelin.caliskanelli@deu.edu.tr

Öz

Kentiçi lastik tekerlekli toplu ulaşım sistemlerinde mevcut yolcu talebine cevap verebilecek en uygun sefer sıklığının belirlenmesi hem işletmeci açısından hem de yolcular açısından büyük önem taşımaktadır. Eğer otobüslerin sefer sıklıkları mevcut talebi karşılayamaz ise yolculukların durakta bekleme süreleri ve duraklarda bekleyen yolcu sayıları artacaktır. Ayrıca otobüslerin sefer başına taşıdıkları yolcu sayısı da yükselecek ve taşıt kapasitelerini zorlayarak hizmet düzeyini düşürecektir. Böyle bir durumda hem yolcu memnuniyeti ve sisteme duyulan güven azalacak hem de duraklardaki bekleme sürelerinin artmasından dolayı sefer süreleri uzayacaktır. Diğer taraftan sefer sürelerindeki artış yakıt maliyetlerini ve egso salınımlarını da etkileyecektir. Sefer sıklığının gereğinden yüksek olması ise ulaşım ağının çoğu kesiminde işletme karlılığını azaltıcı atıl kapasitelerin oluşmasına neden olacaktır.

Yapılan çalışmada, İzmir güney-batı bölgesi ile Konak-Halkapınar arasında hizmet veren otobüs hatları örneği üzerinde, kentiçi otobüs sistemlerinde en uygun sefer sıklığının yolcu talebine bağlı olarak nasıl elde edilebileceği üzerinde durulmuştur. Sabah zirve saati içerisinde kent merkezine gidiş yönündeki talebe cevap verecek en uygun otobüs sefer sıklıkları, hafta ortası bir güne ait yolculuk verileri kullanılarak Doğrusal Hedef Programlama (DHP) yöntemi ve ampirik bağıntılar yardımıyla hesaplanmış ve elde edilen sefer sayıları işletmenin yaptığı sefer sayılarıyla karşılaştırılmıştır. Uygulanmakta olan sefer sıklıkları ile DHP sonuçları değerlendirildiğinde, toplam kullanılmayan kapasitenin DHP yöntemi ile uygulamanın yaklaşık 1/3'üne düşürülebileceği görülmüştür. Ampirik bağıntı ise DHP yönteminden daha yüksek atıl kapasite vermiştir.

Anahtar sözcükler: Kentiçi otobüs sistemleri, sefer çizelgeleme, doğrusal hedef programlama.

1. Giriş

Günümüzde, hızlı kentleşme, yoğun nüfus artışları, göçler, özel taşıt kullanımının yaygınlaşması ve mevcut karayolu ağlarının yetersiz kalması gibi faktörler sonucu ulaşım, insanların gündelik yaşamlarındaki en önemli sorunlardan biri haline gelmiştir. Özellikle tarihi kent merkezlerinde, yol ağlarının kapasitesinin yükselen talebe paralel olarak artırılması mümkün olmamaktadır. Ayrıca talebe paralel olarak kapasitenin artırılmasının özel taşıt kullanımını daha fazla teşvik ettiği ve trafik tıkanıklarına yol açtığı bilinmektedir. Bu yüzden yolculuk talebinin yönetimi ve bu talebin toplu ulaşım sistemlerine yönlendirilmesine yönelik çalışmaları önem kazanmaktadır.

Avrupa ve A.B.D.'deki önemli kent merkezlerinde toplu ulaşımın büyük bir bölümü raylı sistemlerle sağlanmaktadır. Fakat ekonomik kaynakları sınırlı olan ülkelerde genellikle, raylı sistemlerin ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması sebebiyle, toplu ulaşımın büyük bir oranı lastik tekerlekli toplu ulaşım ile sağlanması yoluna gidilmektedir. Ayrıca lastik tekerlekli toplu ulaşım sistemleri, hat planlaması, işletmesi ve revizyonunda büyük esneklik sağlamaktadır. Daha düşük bir yatırımla kent içi ve kentler arası bölgelerde farklı yolculuk taleplerinde işletilebilmektedirler. Fakat yoğunlukla diğer trafikle karışık olarak işletilen bu sistemin performansı mevcut trafik koşullarından doğrudan etkilenmektedir. Trafik koşullarına bağlı olarak gecikmeler özellikle zirve saatlerde artmakta ve sistemin hizmet seviyesi giderek azalmaktadır. Günün farklı saatlerindeki yolcu talebini karşılayacak optimum sefer sıklığının doğru olarak belirlenmesi yolcu memnuniyeti ve işletme performansı açısından büyük öneme sahiptir.

Yapılan çalışmada, İzmir güney-batı bölgesi ile Konak-Halkapınar arasında hizmet veren otobüs hatları seçilmiş, sabah zirve saati içerisinde kent merkezine gidiş yönündeki talebe cevap verecek uygun otobüs sefer sıklıkları Doğrusal Hedef Programlama (DHP) yöntemi ve ampirik bağıntılar yardımıyla elde edilmiştir. Ampirik bağıntılarla yapılan hesaplar, her hattın mevcut yolcu talebine bağlı olarak sefer sıklıklarını vermektedir. DHP yönteminde ise toplam talep değerleri kullanılarak her hat için optimum sefer sıklığı elde edilmeye çalışılmaktadır. Elde edilen sefer sayıları işletmenin yaptığı sefer sayılarıyla karşılaştırılmış ve sonuçların uygulanabilir olduğu görülmüştür. Seçilen hatlardaki yolcu talebinin belirlenmesi için standart günlerde sabah zirve saati (07:00–09:00 arası) içerisinde kalan seferlerde inen ve binen yolcu sayımı yapılmıştır. Yolcu sayımlarından yola çıkılarak duraklarda inen yolcu sayıları, bu amaç için yazılan bir bilgisayar programı yardımıyla elde edilmiştir.

2. Hedef Programlama ve Doğrusal Hedef Programlama

2.1 Hedef Programlamanın Tanımı

Çok amaçlı karar verme koşullarında oldukça yaygın olarak kullanılan Hedef Programlama (HP) Yöntemi, Yöneylem Araştırması'nın çalışma konuları içerisinde yer almaktadır. Yöneylem Araştırması ise genellikle sınırlı kaynakların tahsis edilmesi gereken durumlarda en iyi şekilde bir sistemi tasarlamaya ve işletmeye yönelik karar verme sürecine bilimsel bir yaklaşımdır (Topçu, 2000). Hedef Programlama yönteminin bir türü olan Doğrusal Hedef Programlama ise, genel HP modelini oluşturan fonksiyonların tümünün doğrusal olması ve doğrusal programlama(DP) koşullarının sağlanması durumunda kullanılmaktadır (Alp, 2008).

Hedef Programlama (HP) modeli 1950'lere dayanmasına rağmen 1970'lerin ortasından bu yana etkin bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Alp, 2008). Hedef Programlama ilk kez 1950'lerin başında Charnes ve diğ. (1955) tarafından, doğrusal programlamanın çok amaçlı ve esnek

kısıtlamalı problemlerin çözümündeki yetersizliği göz önüne alınarak geliştirilmiştir. HP'nin çözüm algoritması ise 1961'de yine Charnes ve Cooper tarafından ortaya konmuştur. Algoritma daha sonra 1965'de Ijiri, 1972'de Lee ve 1976'da Ignizio tarafından geliştirilmiştir. Hedef programlama yöntemi üzerindeki çalışmalar 70'li yıllardan sonra hız kazanmış, Schniederjans (1984), Tamiz, Ignizio, Lee, Romero gibi bilim adamlarının çalışmalarıyla, yöntem pek çok alanda kullanılmaya başlanmıştır (Steuer, 1986). Hedef programlama tekniğinin kullanıldığı alanlardan bazılarını aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür; ulaştırma problemleri ve lojistik, üretim planlaması, enerji planlaması, işgücü planlaması, hastanelerde kaynak planlaması, proje seçimi ve yönetimi, portföy seçimi, finansal planlama, pazarlama, beslenme problemleri, yatırım planlaması, performans değerlendirme, toplam kalite yönetimi, tedarikçi firma seçimi, iş değerlendirme, tarımsal üretim ve yönetim, kuruluş yeri seçimi, sağlık hizmetlerinin planlaması v.b.

Hedef Programlama yönteminde karar vericiden, her amaç için erişmeyi istediği bir hedef değer belirlemesi istenir. Daha sonra, tercih edilen çözüm bu hedef değerlerden sapmaları minimum kılan çözüm olarak belirlenir (Evren ve Ülengin, 1992). HP yönteminde, kurulan modeldeki karar verici tarafından tanımlanan kısıtların sağlanması istenir ve kısıtlar kurulan hedef fonksiyonuna göre minimize edilir. Bu yöntem, esas olarak doğrusal programlamaya dayanmaktadır. HP yönteminin Doğrusal Programlama'dan en önemli farkı, kısıt denklemlerinin, içerdiği sapma değişken(ler)i yardımıyla eşitlik şeklinde ifade edilmesi ve hedefe ilişkin sapma değişken(ler)ini içeren amaç fonksiyonunun hedeflerden sapmayı minimum kılmaya çalışmasıdır. Ayrıca karar verici tarafından amaç fonksiyonları için önem sırası belirlenebilmekte, öncelik sıralarına göre tanımlanmış hedeflerden sapma miktarları da minimize edilebilmektedir. Literatürde bu yaklaşıma "öncelikli hedef programlama" adı verilmektedir (Alp, 2008; Evren ve Ülengin, 1992).

Hedef Programlama ve Doğrusal Hedef Programlama modellerinin çözümünde grafik yöntem, ardışık iteratif çözüm ve değiştirilmiş simpleks yöntemi kullanılmaktadır. Fakat değişken sayısı arttıkça elle hesaplama yapmak oldukça zor olmaktadır. Bu yüzden günümüzde WINQS, LINGO vb. paket programlar kullanılarak çözüme ulaşılmaktadır.

2.2 Doğrusal Hedef Programlama Modellerindeki Temel Tanımlar

Amaçlar: Kriterlerin karar vericilerin arzuları doğrultusunda yönlendirilmiş şekli olarak tanımlanabilir (Evren ve Ülengin, 1992). Karar vericilerin isteklerini genel olarak belirten kavramdır (Schniederjans, 1984).

Hedefler: Amaçların daha da somutlaşarak belirli değerlere dönüşmüş şekilleri olarak tanımlanabilir (Evren ve Ülengin, 1992). Hedefler, ulaşılmak istenilen düzeyin sayısal bir değer olarak ifade edilmiş halidir (Alp, 2008).

Karar Değişkenleri: Modelde karar verici tarafından değeri belirlenmek istenen bilinmeyenlere karar değişkeni adı verilir (Kocadağlı, 2005). Karar değişkenleri X_i 'ler ile ifade edilmektedir. Karar değişkenleri, Doğrusal Programlama problemlerinde tanımlanan değişkenlerin aynısıdır (Öztürk, 2007).

Sapma Değişkenleri: Belirlenen hedeflerden uzaklaşmanın sayısal değeridir. Hedeflenen başarı ile gerçekleştirilen başarı değeri yaklaştıkça sapma değişkenlerinin değeri de küçülmektedir. Hedeflerin üstünde veya altında elde edilen faaliyetlerin miktarını belirleyen değişkenlerdir (Öztürk, 2007). Belirlenen her bir hedef fonksiyonu için negatif sapma (d^-) ve pozitif sapma (d^+) adı verilen iki adet sapma değişkeni tanımlanır. Hedefe ulaşamamışsa negatif sapma, hedefin üzerinde bir başarı sağlanmışsa pozitif sapma ile karşılaşılır.

Sistem Kısıtları: Teknolojik, yapısal ya da sistem kısıtlayıcıları probleme ilişkin geliştirilen ve HP modellerinde de tam olarak sağlanması gereken ve hiçbir sapmaya izin verilmeyen kısıtlayıcılarıdır (Öztürk, 2007). Söz konusu bu kısıtlar, eldeki kısıtlı kaynakları ifade ederler (Ignizio, 1985). Ayrıca doğrusal programlamadaki kısıtlara karşılık gelirler ve doğrusal programlama modellerindeki gibi ifade edilirler. Hedef Programlama modellerinde sistemin çözümünden önce öncelikle bu kısıtların sağlanmasına çalışılmaktadır.

Hedef Kısıtları: Ulaşılmak istenen hedef değerlerini gösteren fonksiyonlardır. Hedef kısıtları sistem kısıtlarından daha esnek bir yapıya sahiptirler. Karar vericinin ulaşmayı istediği veya gerekli gördüğü hedefler, HP modeline, hedef kısıtlayıcıları olarak aktarılır (Alp, 2008). Hedef kısıtları içerisinde yer alan sapma değişkenlerinin kullanımı ulaşılacak hedefle doğrudan bağlantılıdır. Hedef kısıtlarında yer alacak sapma değişkenleriyle ilgili çeşitli çalışmalar yapılmaktadır (Ozan,1986).

Amaç Fonksiyonları (Başarı Fonksiyonları): Herhangi bir amaç için belirlenen hedeften olabilecek sapsmaları en küçükleyen fonksiyona amaç fonksiyonu adı verilir (Kocadağlı, 2005). Doğrusal Hedef programlama modellerindeki tüm başarı fonksiyonlarının belirli bir öncelik seviyesi ve ağırlığa göre toplam şeklinde yazılmasıyla oluşturulurlar (Alp, 2008).

Eşit Önemde Çoklu Hedefler Yöntemi: Bu yöntemde belirlenen hedeflerin önem derecelerine dikkat edilmemektedir. Bütün hedefler eşit önemdedir (Çakır, 2002).

Hedeflerin Ağırlıklandırması Yöntemi: Bu yöntemde belirlenen hedeflere önem düzeylerine göre ağırlık katsayıları(W_i) verilerek hedefler tek bir amaç fonksiyonu olarak ifade edilirler. Mutlak amaçların ağırlıklandırılması, bu amaçların daha düşük önem düzeyindeki amaçlardan daha önce karşılanmasını sağlamaktadır.

Öncelikli Üstünlük Yöntemi: Bu yöntemde hedeflerin öncelik düzeyleri karar verici tarafından belirlenerek amaç fonksiyonu oluşturulur. Amaç fonksiyonunda çok önemliden az önemiye doğru sıralanan hedefler öncelik sırasına göre işleme girmektedir. İlk önce birinci öncelikli hedef gerçekleştirildikten sonra sırasıyla diğer öncelikli hedefler gerçekleştirilir.

2.3 Doğrusal Hedef Programlama Modelinin Genel Yapısı

Genel olarak, doğrusal hedef programlama modelleri amaç fonksiyonu, hedef kısıtları ve sistem kısıtları olmak üzere üç ana bileşenden oluşmaktadır. Ayrıca karar vericinin tercihlerine göre amaç fonksiyonları ağırlıklı ve/veya öncelikli yapıda kurulabilirler. Tipik bir doğrusal hedef programlama modeline ait amaç fonksiyonu Denklem 1 ve 2 ile ifade edilmektedir. Hedef kısıtları Denklem 3 ve sistem kısıtları ise Denklem 4 ile verilmiştir.

$$Z = \text{Min} \sum_{t=1}^n |f(x) - G_t| \quad t = 1, 2, 3, \dots, s \quad (1)$$

$$f(x) - G_t = d_t^- - d_t^+ \quad d_t^-, d_t^+ \geq 0 \quad (2)$$

$$f(x) - d_t^- + d_t^+ = G_t \quad (3)$$

$$g(x)_i \leq b_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (4)$$

Hedef programlama aşağıda görüldüğü üzere (Denklem 5) genel bir model gösterimiyle de ifade edilebilir (Oliveria vd., 2003):

$$\min Z = \sum_{i=1}^k w_i d_i \quad (5)$$

Amaç fonksiyonlarının ağırlıklı ve/veya öncelikli yapıda kurulduğu Doğrusal Hedef Programlama modelinin en geniş hali Denklem 6'da verilmiştir.

$$\text{Min}[P_1 w_1 (d_i^-, d_i^+), P_2 w_2 (d_i^-, d_i^+), \dots, P_k w_k (d_i^-, d_i^+)] \quad (6)$$

Verilen denklemlerdeki; P_k öncelik parametresi, Z , amaç fonksiyonunu; w , her bir hedefin önemini açıklayan ağırlık katsayısını; d_i^- , negatif sapmayı; d_i^+ , pozitif sapmayı; G_i , ulaşılmak istenen hedefin düzeyini; $f(x)$, hedefin doğrusal fonksiyonunu; x , karar değişkenini; $g(x)$ ise sistem kısıt denklemini ifade etmektedir.

3. Sefer Çizelgeleme Optimizasyonu için Hesap Modellerinin Geliştirilmesi

Çalışma kapsamında, İzmir güney-batı bölgesi ile Konak-Halkapınar arasında hizmet veren 11 adet otobüs hattı seçilmiş, sabah zirve saati (07:00-09:00) içerisinde kent merkezine gidiş yönündeki talebe cevap verecek uygun otobüs sefer sıklıkları Doğrusal Hedef Programlama (DHP) yöntemi ve ampirik bağımlılar ile belirlenmiştir. DHP yönteminde işletmenin elinde olan otobüs sayısı, yolculuk süresi ve talep değerleri, kullanılarak her hat için optimum sefer sıklığı elde edilmeye çalışılmaktadır. Çalışma kapsamında incelenen otobüs hatları Güzelbahçe, Narlıdere, Balçova ve Mustafa Kemal Sahil Bulvarı'ndaki talebi Konak-Halkapınar bölgesindeki merkezi iş alanlarına ve çeşitli aktarma merkezlerine taşımaktadır. güzergah üzerinde yer alan fakat Buca ve Karşıyaka bölgesine hizmet veren otobüs hatları modellere dahil edilmemiştir. Sefer sıklığı modellemeleri yapılan otobüs hatları Tablo 1'de verilmiştir. Söz konusu hatlarda, sabah 07:00-09:00 saatleri arasında kullanılan otobüslere ait tip, kapasite, sefer sıklığı, araç sayısı bilgileri ise Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışma kapsamına giren otobüs hatlarına ait güzergâh bilgileri

No	Hat No	İlk Durak	Son Durak	Güzergâh
1	6	Arikent	Halkapınar Metro	Narlıdere-F.Altay -Konak-Talatpaşa
2	7	Sahilevleri	Konak	Narlıdere - F.Altay - Mithatpaşa
3	8	Güzelbahçe	Halkapınar Metro	Mithatpaşa - Montrö - Alsancak
4	12	F.Altay	Halkapınar Metro	Mithatpaşa-Talatpaşa
5	169	Balçova	Halkapınar Metro	Ata Caddesi-Mithatpaşa-Talatpaşa
6	209	Zeytinaları	Konak	Siteler-Narlıdere - F.Altay - Mithatpaşa
7	216	Oyak Sitesi	Halkapınar Metro	Mithatpaşa - Bamane- Kahramanlar
8	305	Atatürk Mah.	Konak	9 Eylül Hast. - F.Altay – Mithatpaşa
9	311	İnciraltı	Konak	F. Altay – Mithatpaşa
10	371	Narbel	Halkapınar Metro	2. İnönü-F.Altay-M.Paşa-Basmane-Montrö
11	554	Narlıdere	Halkapınar Metro	F.Altay -Mithapaşa-Talatpaşa

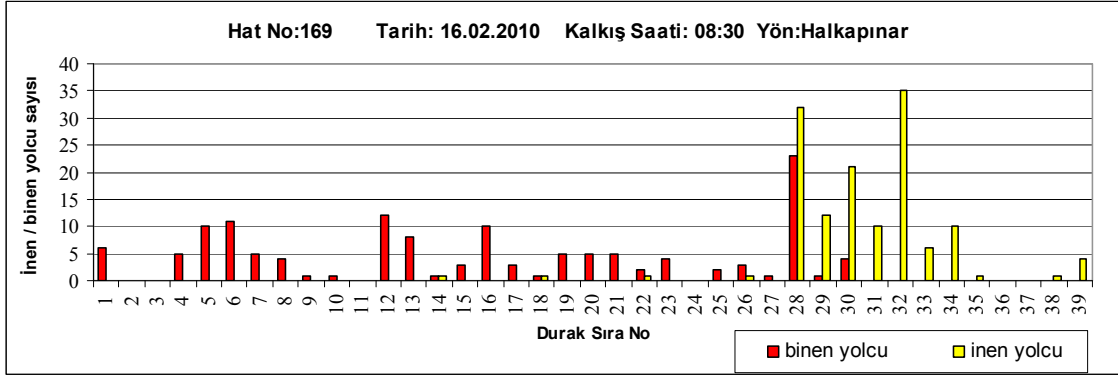
Tablo 2. Otobüs hatlarına ait tip, kapasite, sefer sıklığı araç sayısı bilgileri

Hat No	Otobüs Tipi	Otobüs Kapasitesi	Sefer Aralığı(dk.)	Sefer Sıklığı	Sefer Süresi(dk.)	Araç Sayısı
6	Solo	100	30	4	130	4
7	Solo	100	25	5	80	3
8	Körüklü	150	20	6	160	8
12	Körüklü	150	15	8	60	3
169	Körüklü	150	5	24	80	20
209	Körüklü	150	20	6	120	6
216	Solo	100	15	8	60	3
305	Solo	100	30	4	60	2
311	Solo	100	15	8	60	4
371	Solo	100	20	6	90	5
554	Körüklü	150	15	8	130	8

Bilindiği gibi otobüs sefer sayılarının belirlenmesindeki en önemli faktör mevcut yolcu talebidir. Hem ampirik bağıntılarda hem de DHP yönteminde (sistem kısıtlarının belirlenmesinde) birbirinden farklı biçimlerde olsa da otobüs hatlarının hizmet ettiği kesimlerdeki yolcu talebi dikkate alınmaktadır. Bu yüzden öncelikli olarak güzergâh üzerindeki yolcu talebinin belirlenmesi için çeşitli gözlem ve modelleme çalışmaları yapılmıştır.

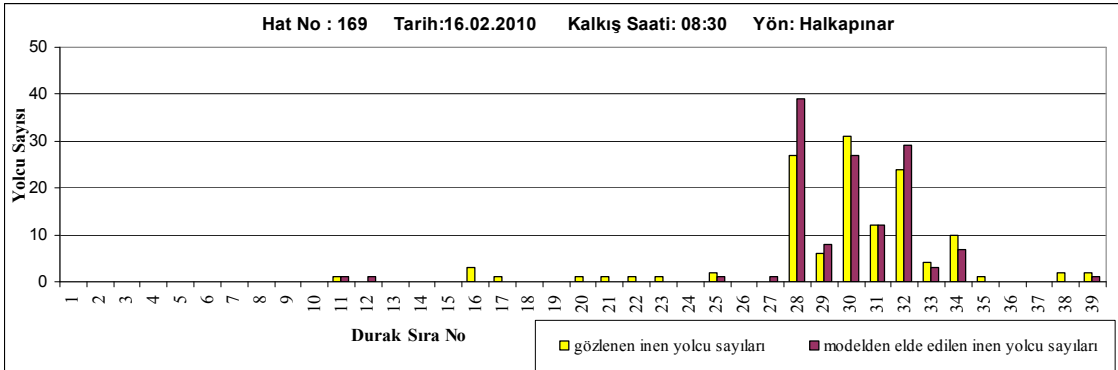
Seçilen hatlardaki yolcu talebinin belirlenmesi için hafta içi standart günlerde (Salı-Çarşamba-Perşembe) sabah zirve saati (07:00–09:00 arası) içerisinde kalan seferlerin bazılarında inen ve binen yolcu sayımı yapılmıştır. Her durakta binen-inen yolcu sayıları hazırlanan bir sayım föyünün yolculuk sırasında doldurulmasıyla elde edilmiştir. Yolculuk sırasında otobüsteki her kapının yanında bulunan birer gözlemci tarafından binen-inen yolcu sayıları föylere işlenmiş ve büro ortamında elde edilen bilgiler değerlendirilmiştir. Duraklardan binen yolcu sayıları ayrıca işletmenin (ESHOT) kaydettiği verilerle karşılaştırılmıştır.

Bilindiği gibi sabah zirve saatinde yolcu talebi, konut alanlarından merkezi iş alanları ve şehir merkezine doğrudur. Otobüs hatlarının kullandığı duraklardaki, binen ve inen yolcu sayıları incelendiğinde Güzelbahçe, Narlıdere, Balçova ve Mustafa Kemal Sahil Bulvarı'ndaki duraklarda binişlerin, Konak – Halkapınar arası duraklarda ise çoğunlukla inişlerin yapıldığı görülmüştür. Bu durum da öngörülerin doğruluğunu kanıtlamaktadır. Gözlemlenen hatlardan biri olan 169 numaralı Balçova-Halkapınar Metro hattı için oluşturulan inen ve binen yolcu sayıları Şekil 1'de görülebilir.



Şekil 1. 169 numaralı Balçova –Halkapınar Metro hattına ait inen-binen yolcu grafiği

Yolcu sayımlarından yola çıkılarak duraklarda inen yolcu sayıları, bu amaç için yazılan bir bilgisayar programı yardımıyla elde edilmiştir. MATLAB programlama dilinde yazılan program, zirve saat içinde kent merkezindeki duraklar arasındaki yolcu iniş oranının sabit kalacağı varsayımına dayanmaktadır. Her duraktan binen yolcular, sayımlardan yola çıkılarak her otobüs hattı için elde edilen durak iniş oranlarına göre kent merkezindeki duraklarda iniş yapmaktadırlar. 169 numaralı Balçova-Halkapınar Metro hattı için modelden elde edilen sonuçların yolcu sayımlarıyla karşılaştırması Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. 169 numaralı Balçova-Halkapınar Metro hattı için modelden elde edilen sonuçların yolcu sayımlarıyla karşılaştırması

Çalışmanın sonraki aşamasında ise DHP modelinin kurulması amacıyla modele ait karar değişkenleri, sistem kısıtları, hedef kısıtları ve başarı (amaç) fonksiyonları belirlenmiştir. Modele ait karar değişkenleri, İzmir güney-batı bölgesi ile Konak-Halkapınar arasında hizmet veren 11 adet otobüs hattının (Tablo 1) sabah 07:00-09:00 saatleri arasında yapması gereken sefer sayısı olarak kabul edilmiştir. Çalışma süresince kesimlerden geçen otobüs hatlarının toplam kapasitesinin kesimlerdeki yolcu talebini karşılaması gerekliliği ise modelin sistem kısıtı olarak belirlenmiştir.

Dolayısıyla, ulaşım ağındaki bir kesime hizmet veren otobüs hatlarına ait sefer sıklığı ve otobüs taşıma kapasitesinin, kesime ait yolcu talebinden fazla olması gerekmektedir (Denklem 7). Bu nedenle sistem kısıtlarının belirlenmesi için kesimler, hizmet aldıkları otobüs hatlarına göre bölgelere ayrılmış (Tablo 3) ve her bölgedeki maksimum yolcu sayısına sahip kesim belirlenmiştir.

$$\sum_1^i C_i X_i + d_i^+ - d_i^- = T_i \quad (7)$$

Tablo 3. Ulaşım ağı kesim bölgeleri ve hizmet veren otobüs hatları

1	209	12	311
2	8	13	6-7-8-209-305-311-371-554
3	8-209	14	169
4	8-209-554	15	216
5	7	16	6-7-8-169-209-305-311-371-554
6	6	17	6-7-8-12-169-209-305-311-371-554
7	6-7-8-209-554	18	6-7-8-12-169-209-216-305-311-371-554
8	371	19	6-12-169-554
9	305	20	8-216-371
10	305-371	21	8-371
11	6-7-8-209-305-371-554	22	216

Denklem 7’ de verilen, C_i “i”nci bölgeyi kullanan otobüslerin araç kapasitesini; X_i , otobüs sefer sıklığını; d_i^+ , otobüs hatlarına ait sefer sıklığı ve otobüs taşıma kapasitesinin, kesime ait yolcu talebini karşılayamaması durumunda oluşacak eksik kapasite değerini; d_i^- ise kesimde sağlanan fazla kapasite değerini (kullanılmayan kapasite) ve T_i “i”nci bölgedeki maksimum yolcu talebini göstermektedir. Daha önce de belirtildiği üzere kesimlerden geçen otobüs hatlarının toplam kapasitesinin kesimlerdeki yolcu talebini karşılaması gerektiğinden modelin sistem kısıt denklemlerinde sadece d_i^- negatif sapma değerleri kullanılmıştır.

Çalışmada oluşturulan modellerde, belirlenen 11 adet hat için işletmenin 07:00-09:00 saatleri arasında tahsis ettiği otobüs sayısı hedef kısıtı olarak dikkate alınmıştır. İşletmenin elinde körüklü ve solo olmak üzere iki tip otobüs bulunduğundan modellerde iki ayrı hedef kısıtı belirlenmiştir (Denklem 8 ve 9). Oluşturulan hedef kısıtları, sefer sıklıklarının, ele alınan 07:00-09:00 saatleri arasındaki 120 dakikalık süreçte filodaki toplam otobüs sayısına ve her bir otobüs hattının sefer süresine bağlı olduğunu göstermektedir. Literatürde de benzer çalışmalar mevcuttur (Alp, 2008).

$$\sum_{i=1}^{h_k} \frac{t_i}{T} X_i + d_k^+ - d_k^- = N_k \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^{h_s} \frac{t_i}{T} X_i + d_s^+ - d_s^- = N_s \quad (9)$$

Denklem 8 ve 9 da yer alan t_i , otobüs hatlarının sefer süresini; T, gözlem süresini (120 dk.); X_i , otobüs sefer sıklığını; N_K , işletmenin belirlenen hatlara tahsis ettiği körüklü otobüs sayısını; N_S , işletmenin belirlenen hatlara tahsis ettiği solo otobüs sayısını d_K^+ ve d_S^+ , işletmenin kullanmadığı körüklü ve solo otobüs fazlasını d_K^- ve d_S^- , ise işletmenin ihtiyacı olan körüklü ve solo otobüs eksikliğini göstermektedir.

Modelde, sistem kısıtlarının ve hedef kısıtlarının eşit öncelikli olacağı kabul edilmiştir. Oluşturulan amaç fonksiyonu, bu iki kısıta ait negatif sapma toplamının minimize edilmesi şeklindedir (Denklem 10). Dolayısıyla, kesimlerde sağlanan fazla kapasite değerinin (kullanılmayan kapasitenin) ve işletmenin ihtiyacı olan körüklü ve solo otobüs eksikliğini minimize edilmesi istenmektedir.

$$Z = \min \left[\sum_1^i d_i^- + d_K^- + d_S^- \right] \quad (10)$$

Daha önce bahsedildiği üzere, belirlenen kısıtlar ve amaç doğrultusunda oluşturulan model WinQSB paket programı kullanılarak çözülmüştür.

Ampirik bağıntıların kullanıldığı yöntemde ise her hattın zirve saat içerisinde maksimum yolcu yükünün bulunduğu kesim belirlenmekte, bu kesimdeki yolcu sayısı ve otobüs kapasitesinden yararlanılarak her hat için optimum sefer sıklığı, Denklem 11 yardımıyla bulunmaktadır (Vuchic,2005).

$$f_i = \frac{P_{di}}{\alpha_i \cdot C_{Vi} \cdot n_i}, \quad P_{di} = P_{\max i} \cdot PHC_i \quad (11)$$

Denklemlerdeki P_{di} “i”nci hatta ait tasarım yolcu hacmini; α_i , yükleme parametresini; C_{Vi} , kullanılan aracın kapasitesini; n_i , tek bir sefer için kullanılan araçtaki bağımsız parça sayısını; $P_{\max i}$, maksimum yolcu yükünün bulunduğu kesimdeki yolcu hacmini; PHC ise zirve saat katsayısını göstermektedir. Denklemlerdeki α_i değeri, otobüslerin en fazla kapasiteye kadar yüklenebileceği öngörüldüğünden “1,0” olarak alınmıştır. Kullanılan araçlar körüklü ve solo otobüsler olduğundan n değeri de “1,0” olarak alınmıştır. Ampirik bağıntılardan elde edilen sefer sıklıklarının DHP yöntemiyle elde edilen sefer sıklıklarıyla karşılaştırılması istendiğinden zirve saat katsayısı “1,0” olarak kullanılmıştır.

5. Sonuç ve Öneriler

Bildiri çalışması kapsamında İzmir güney-batı bölgesi ile Konak-Halkapınar arasında hizmet veren 11 adet otobüs hattı seçilmiş, sabah zirve saati (07:00-09:00) içerisinde kent merkezine gidiş yönündeki talebe cevap verecek uygun otobüs sefer sıklıkları Doğrusal Hedef Programlama (DHP) yöntemi ve ampirik bağıntı ile belirlenmiştir. Az sayıda otobüs hattının hizmet verdiği ve yolcu sayısının az olduğu kesimlerde, yolcuların bekleme sürelerinin makul bir değere çekilmesi gerektiğinden tüm otobüs hatları için minimum 30 dakika sefer aralığı kısıtı konularak mevcut sefer sıklık değerleriyle karşılaştırılmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Mevcut ve modellenen sefer sıklıkları

Hat No	Hat Adı	Uygulanan	DHP Yöntemi	Ampirik Bağntı
6	Arikent-Halkapınar Metro	4	4	4
7	Sahilevleri-Konak	5	4	4
8	Güzelbahçe-Halkapınar Metro	6	4	5
12	F.Altay-Halkapınar Metro	8	11	4
169	Baçova-Halkapınar Metro	24	8	12
209	Zeytinalanı-Konak	6	4	4
216	Oyak Sitesi-Halkapınar Metro	8	5	4
305	Atatürk Mah.-Konak	4	4	4
311	İnciraltı-Konak	8	4	4
371	Narbel-Halkapınar Metro	6	4	5
554	Narlidere-Halkapınar Metro	8	4	6
Toplam :		87	56	56
Atıl Kapasite :		37.456	12.270	15.756

DHP model sonuçları incelendiğinde, Narlıdere, Güzelbahçe gibi kent merkezine daha uzak ve yolcu sayısının az olduğu kesimlere hizmet veren otobüslerin (6-7-8-554) sefer sıklıklarının, kent merkezine daha yakın ve yolcu sayısının fazla olduğu kesimlere hizmet veren otobüslerin (169-12) sefer sayılarına göre oldukça az olduğu görülmektedir. Böylece DHP yöntemi ile bu kesimlerde kullanılmayan kapasitenin en aza indirilmesi sağlanmıştır.

Mevcut sefer sıklıkları ile DHP yöntemi sonuçları karşılaştırıldığında DHP'nin, 216 numaralı hat haricinde, genellikle uygulamadan daha düşük sefer sıklığı verdiği görülmektedir. 30 dakikalık minimum sefer aralığının sağlandığı koşulda dahi toplam atıl kapasite, uygulamanın üçte birine inmiştir. Körüklü otobüslerin yolcu yoğunluğunu dikkate alan şekilde sisteme katılması da bu sonuç üzerinde etkilidir. DHP, 12 no'lu hat için uygulamadan daha yüksek sefer sıklığı vermektedir. Güzergâhı F.Altay Meydanı'ndan harekete geçen 12 no'lu hattın, yolcu sayısının fazla olduğu Konak-Alsancak bölgesine hizmet vermesi daha yüksek sefer sıklığı ile karşılaşılmasına neden olmuştur.

Ampirik bağntı ise toplamda DHP sonuçlarıyla aynı fakat mevcut durumun çok daha altında sefer sayısı vermektedir. Toplam sefer sayısı aynı olmasına rağmen toplam atıl kapasite DHP yönteminden daha yüksektir. Atıl kapasiteyi oldukça düşürebilecek olan bu yaklaşımın en olumsuz yönü mevcut otobüs sayısını dikkate almayıdır. Yükleme parametresinin tamamen uygulayıcının tercihinin bırakılması da ampirik bağntıdan elde edilen sonuçların yolcu konforunu yeterince dikkate almadığı sonucuna götürmektedir.

Çalışma kapsamında modellenen otobüs hatlarının sefer süreleri oldukça yüksektir ve hatların çoğu kesimlerinde kullanılmayan kapasiteler bulunmaktadır. Ayrıca sefer sıklığı modellenen otobüs hatlarının tamamının Mustafa Kemal Sahil Bulvarı'nda çakıştığı görülmektedir. Dolayısıyla daha etkin bir otobüs sistemi için uygun bir noktada aktarma merkezi kurularak kentin dış bölgelerinden gelen yolcuların bu noktada aktarma yaparak şehir merkezine giriş yapmaları, daha tutarlı sefer sıklıkları elde edilmesi bakımından gereklidir. Ayrıca DHP yönteminde 12 Numaralı F.Altay-Halkapınar Metro Hattına ait sefer sıklığının diğer hatlara göre fazla olması da bu uygulamayı işaret etmektedir.

Takip eden çalışmalarda, ele alınan otobüs hat sayısının artırılarak ve daha fazla güne ait yolculuk verileri toplanarak çalışma kapsamının genişletilmesi düşünülmektedir. DHP modellerinin kurulması hat sayısı ve kısıtlar arttıkça zorlaşmaktadır. Çeşitli bilgisayar programları oluşturularak DHP modelinin veri girişi ve senaryo denemeleri açısından daha kolay kullanılabilir hale getirilmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

1. Alp S. (2008) Doğrusal Hedef Programlama Yönteminin Otobüsle Kent İçi Toplu Taşıma Sisteminde Kullanılması. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Yıl:7 Sayı:13 Bahar 2008/1 s.73-91
2. Charnes, A., Cooper, W. W. ve Ferguson, R. O. (1955) Optimal Estimation of Executive Compensation by Linear Programming, Management Science, 1, 138- 151.
3. Charnes, A. ve Cooper, W. W. (1961) Management Models and Industrial Applications of Linear Programming, Wiley & Sons, New York.
4. Çakır, E. (2002) Hedef Programlama, Ders Sunumu, www.slideshare.net/cakirengin/hedef-programlama-presentation
5. Evren, R. ve Ülengin, F. (1992), Yönetimde Çok Amaçlı Karar Verme, İTÜ Matbaası, Sayı:1490, Gümüşsuyu, İstanbul.
6. Ignizio, J. P. (1976) Goal Programming and Extensions, Lexington Books, Lexington, MA.
7. Ignizio, J. P., (1985), Introduction to Linear Goal Programming, Second Edition, Duxbury Press.
8. Ijiri, Y. (1965) Management Goals and Accounting for Control, Amsterdam, North-Holland.
9. Kocadağlı O. (2005) Doğrusal Hedef Programlama ile Bütçeleme, www.ekonometridernegi.org/bildiriler/o18s2.pdf
10. Lee, S. M. (1972) Goal Programming for Decision Analysis, Auerback, Philadelphia.
11. Ozan, T. (1986), Applied Mathematical Programming for Engineering and Production Management, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, s.461-462.
12. Öztürk, A. (2007) Yöneylem Araştırması, Genişletilmiş 9. Baskı, Bursa, Ekin Kitabevi.
13. Schniederjans, M. J. (1984) Linear Goal Programming, Petrocelli Books, New Jersey.
14. Steuer, R. E. (1986) Multiple Criteria Optimization : Theory, Computation and Application, John Wiley & Sons Inc., Canada.
15. Topçu, İ. (2000) END 331 Yöneylem Araştırması Ders Notları, İTÜ Matbaası, Gümüşsuyu, İstanbul.
16. Vuchic, R. V (2005) Urban Transit: Operations, Planning and Economics, John Wiley and Sons Inc, New Jersey, USA.

Avcılar - Söğütluçeşme Metrobüs Sisteminin İşletim Özelliklerinin İncelenmesi

İsmail ŞAHİN, Deniz ORHAN ve Serdar IŞIK

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'daki ilk Metrobüs ya da Hızlı Otobüs Taşımacılığı (HOT) hattı Avcılar – Söğütluçeşme arasında 2007-2008-2009 yıllarında üç aşamada hizmete açılmıştır. Birinci Çevreyolu'nun (D-100 ve O-1) orta refüjünde özel yola sahip olan sistemde, kısmi olarak işletilen dört otobüs hattı yaklaşık 40 km uzunlukta, 5 terminal ve 28 istasyonda hizmet vermektedir. Birinci Çevreyolu, Boğaziçi Köprüsü'nün doğu ve batısında, kentin bu yönlerde yayılması amacıyla inşa edilmiştir. Çevreyolu hizmete açıldığından bu yana koridor boyuca kuzeyde ve güneyde yerleşme yoğunlukları artmıştır. Birinci Çevreyolu günümüzde trafik talebi en yüksek ana koridorlardan biridir. Metrobüs sisteminin önce koridorda geleneksel otobüsle toplu taşıma hizmeti sunulmaktaydı. Özellikle sabah ve akşam zirvelerinde koridordaki yüksek yolculuk talebi hem karayolunda hem de otobüslerde aşırı doluluğa neden olmaktaydı. Kapasitesinin çok üzerinde yüklenen otobüslere binmek zorunda kalan toplu taşıma kullanıcıları, bir de trafik tıkanıklığında çok düşük bir hızla ilerleyen otobüslerin içinde yolculuk yapmak zorundaydılar. Koridordaki yolculuk koşulları yıldan yıla kötüleşmekteydi. Dünyada Metrobüs sistemlerinin yaygınlaştığı bir dönemde, İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB), yapım maliyeti raylı sisteme göre daha ucuz ve yapım süresi daha kısa olan Metrobüs sistemini, kademeli olarak, koridordaki Avcılar – Söğütluçeşme arasında inşa etmeye karar vermiştir. Bu çalışmanın bir ayağında, Boğaziçi Köprüsü'nü geçen Metrobüs hattının bu kesimdeki motorlu taşıt kullanımını hangi yönde etkilediği araştırılmış, ancak taşıt hacminde dikkat çekici bir değişiklik saptanamamıştır. Ayrıca, sistemin bir simülasyon modeli hazırlanmış, bu model aracılığıyla çeşitli işletim senaryoları sınanmıştır. Analiz sonuçları, mevcut işletim koşullarında, sistemin zirve saatlerde kapasitesinde çalıştığını ve kısmi bazı iyileştirmelerle kapasitenin arttırılabileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Metrobüs, Hızlı Otobüs Taşımacılığı (HOT), simülasyon, Birinci Çevreyolu, Boğaziçi Köprüsü, Toplu taşıma.

Giriş

Ulaşım taleplerinin görece yüksek olduğu kentlerde karayolu trafik tıkanıklığı olağan karşılanmaktadır. Zamanla artan talepleri karşılamak için sunulan yeni karayolu kapasite arzı (yeni yollar, şerit genişletmeleri, katlı kavşaklar vb.), tıkanıklığı rahatlatmada kısa bir süre etkili olmakta, ardından daha şiddetli ve yaygın tıkanıklıklara yol açmaktadır. Bu deneyim dünyanın birçok kentinde yaşanmış ve yaşanmaktadır. Bu çabaların, karayolu trafik talebinin karşılanabilmesi bağlamında, nafi-

le olduğu anlaşılmıştır. Karayolu trafik tıkanıklığına saplanıp kalmadan, kentlilere erişme ve hareket olanağı, yaygın ve özel yola ya da önceliğe sahip toplu taşıma sistemleriyle verilebilmektedir.

İstanbul’da toplu taşımada ilk tercihlili (özel) yol uygulamasına 1978 yılında Taksim-Mecidiyeköy arasında başlanmış, kısa bir süre sonra uygulama Zincirlikuyu’ya kadar uzatılmıştır (<http://www.iETT.gov.tr/> Erişim tarihi: 29 Mayıs 2009). Son yıllarda, geleneksel lastik tekerlekli ve raylı toplu taşıma sistemleri arasında bir yerde bulunan (bu sistemlerin bazı özelliklerine sahip) Metrobüs ya da Hızlı Otobüs Taşımacılığı (BRT: Bus Rapid Transit) adları verilen yeni bir toplu taşıma türü, dünyanın çeşitli kentlerinde uygulanmaktadır. Metrobüs sistemlerine ilişkin bir inceleme Acar (2005) tarafından sunulmuştur. Tablo 1’de Metrobüs hizmeti bulunan bazı kentlerdeki sistemlerin çeşitli sayısal özellikleri verilmektedir. Tabloda, İstanbul’daki sisteme benzer olanlarla birlikte farklı özelliklere sahip bazı sistemler de sunulmuştur. Ortalama hızı en büyük olan sistem İstanbul’da işletilmektedir (40 km/sa). Bunun başlıca nedeni, ortalama istasyon aralığının İstanbul’da daha uzun (1200 m), dolayısıyla birim uzunluktaki istasyon sayısının daha az (33 adet/42 km) olmasıdır. Günlük taşınan toplam yolcu sayısının Bogota’da yüksek olması (1.650.000 yolcu), hattın uzun (84 km) ve daha da önemlisi, tüm istasyonlarda sollama şeridi bulunmasından dolayıdır. Mexico City ile İstanbul karşılaştırılırsa, daha kısa istasyon aralıkları (600 m), zirvede daha seyrek sefer sıklığı (60 sefer/saat-yön) ve daha az sayıda otobüs (226 taşıt) ile, Mexico City Metrobüsü neredeyse, İstanbul’daki Avcılar – Söğütluçeşme hattında taşınan yolcu kadar bir hacme sahiptir (500.000 yolcu/gün).

Tablo 1. Bazı Dünya Kentlerindeki Metrobüs Sistemlerinin Özellikleri

Şehir ^[1]	Ülke	Toplam özel hat uzunluğu (km)	İstasyon sayısı	Ort. ist. aralığı (m)	Sollama şeritli istasyon sayısı	Zirvede (sefer/saat-yön)	Filo boyutu (taşıt)	Ortalama hız (km/sa)	Zirvede taşınan (yolcu/saat-yön)	Toplam taşınan (yolcu/gün)
Amsterdam	Hollanda	38,8	30	1500	0	50	-	33	1100	125.000
Bogota	Kolombiya	84	115	790	115	310	1192	23	45.000	1.650.000
Changzhou	Çin	41	51	900	0	77	60	18	7400	-
Curitiba	Brazilya	70	127	600	26	-	-	-	-	2.000.000
İstanbul^[2]	Türkiye	42	33	1200	0	120^[3]	350	40	15000^[3]	600.000
Jinan	Çin	34,4	46	760	2	40	165	16	3100	-
Mexico City	Meksika	48	80	600	0	60	226	-	9000	500.000
Seul	G. Kore	43	73	600	-	210	-	16	8400	-

[1] <http://www.chinabrt.org/>

[2] İçen (2010)

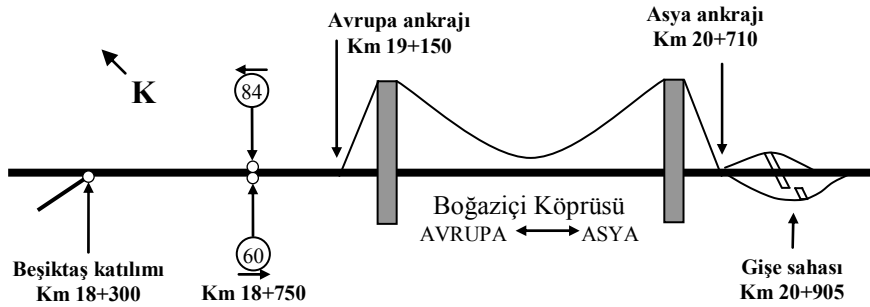
[3] Avcılar - Söğütluçeşme hattında zirvedeki sefer sayısı ve taşınan yolcu sayısı saha gözlemlerimiz doğrultusunda eklenmiştir.

İstanbul’daki Metrobüs sistemi ilk olarak D-100 koridorunda yaklaşık 19 km uzunluğundaki Avcılar – Topkapı hattında 14 istasyonla Eylül 2007’de hizmet vermeye başlamıştır. Hattın yaklaşık 10 km uzunluğunda 11 istasyonlu Topkapı (Maltepe) – Zincirlikuyu ayağı O-1 karayolunda Eylül 2008 tarihinde hizmete alınmıştır. Metrobüs hattı Mart 2009’da 11 km ek ve 7 yeni istasyonla Boğaziçi Köprüsünü geçerek Söğütluçeşme’ye kadar uzatılmıştır (<http://www.ibb.gov.tr/> ve www.iETT.gov.tr/ Erişim tarihi: 29 Mayıs 2009). Avcılar – Söğütluçeşme Metrobüs hattının büyük bölümü koridorun orta refüjünde özel yola sahip iken, Metrobüs taşıtları sadece Boğaz geçişinde karma trafik içinde yol almaktadır. Güven ve Şahin (2009) Metrobüs sistem bileşenlerinin özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, İstanbul’daki Metrobüs uygulamasına ilişkin çeşitli değerlendirmeler yapmışlardır. Çalışmanın sonuçlar bölümünde, “*Avcılar-Söğütluçeşme Metrobüs hattı neredeyse kapasitesinde çalışmaktadır*” denilmektedir. Gözleme dayanan bu çıkarıma ek olarak, hizmetin içinde bulunduğu koridordaki trafik koşullarını nasıl değiştirdiğinin de araştırılması gerektiği belirtilmektedir. Avcılar – Söğütluçeşme koridorunda hizmet vermekte olan Metrobüs sistemi araştırmacıların ilgisini çekmeyi sürdürmektedir. Akyazıcı (2010), Avcılar – Söğütluçeşme Metrobüs hattının hizmete girmesiyle, O-1 karayolunun belirli kesitlerinde trafik hacimlerindeki değişimler ile yakın çevresinde bulunan raylı sistem yolculuklarındaki değişimleri incelemiştir. Işık (2010), Metrobüs hattının 2009

yılında Boğazi geçeni Zincirlikuyu – Söğütluçeşme kesiminin bulunduğu O-1 karayolunun bir simülasyon modelini oluşturmuş, kesimdeki 2008 ve 2010 trafik koşullarını karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Orhan (2010), Avcılar – Söğütluçeşme Metrobüs hattının simülasyon modelini oluşturmuş, mevcut durum ile birlikte çeşitli işletim senaryolarını sınamıştır. Bu bildiri, yukarıda değinilen Işık (2010) ve Orhan (2010) yüksek lisans tezlerine dayanmaktadır. İzleyen bölümlerde, sırasıyla, Metrobüs hizmetinin Boğaziçi Köprüsü zirve trafiğine etkileri incelenmiş, Metrobüs sisteminin simülasyon modeli tanıtılarak yapılan senaryo sınamaları sunulmuş, ardından elde edilen sonuçlar değerlendirilerek, sistemin işletimine ve gelecekte benzer sistemlerin planlanmasına yönelik bazı öneriler sunulmuştur.

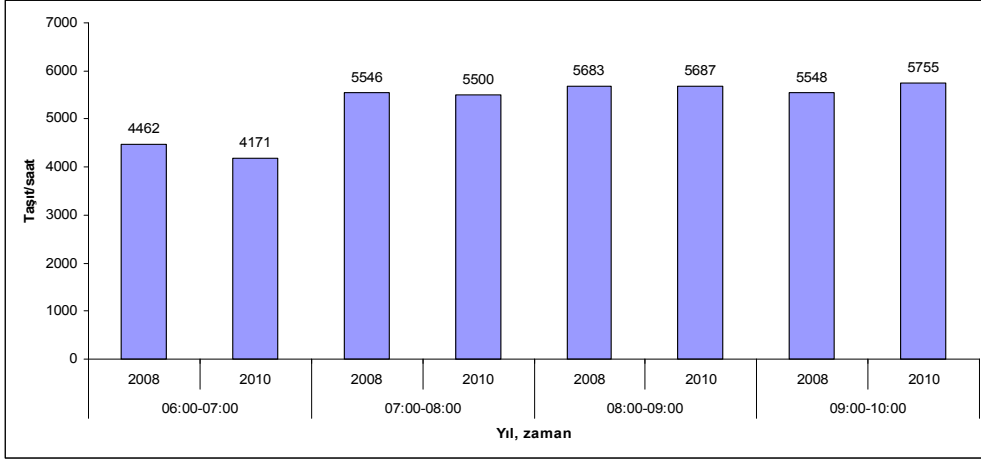
Metrobüs Hizmetinin Boğaziçi Köprüsü Taşıt Geçişlerine Etkisi

Metrobüs hattının Zincirlikuyu – Söğütluçeşme ayağı 2009 Mart başında hizmete açılmıştır. Bu kısımda, Metrobüsten önceki ve sonraki durum değerlendirmesi için, 2008, 2009 ve 2010 Nisan ayları taşıt sayıları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bu sayıları elde etmek için iki veri kaynağından yararlanılmıştır: RTMS kayıtları (İBB yol kenarı radarlarından; RTMS: Remote Traffic Microwave Sensor) ve gişe geçiş kayıtları (Boğaziçi Köprüsü Başmühendisliği OGS-KGS kayıtlarından). RTMS 60 ve 84 numaralı radarlar Avrupa yakasında köprüye yakın bir noktada konumlandırılmıştır (Şekil 1). RTMS 60 Avrupa-Asya ve RTMS 84 Asya-Avrupa yönündeki trafiği algılamaktadır. Boğaziçi köprüsünden geçen taşıtlar, Avrupa-Asya yönünde Asya yakasında konumlandırılmış OGS ve KGS şeritlerinde/gişelerinde ödeme yaptıklarından, ödeme kayıtları, sadece, Avrupa-Asya yönündeki taşıt sayılarını göstermektedir.

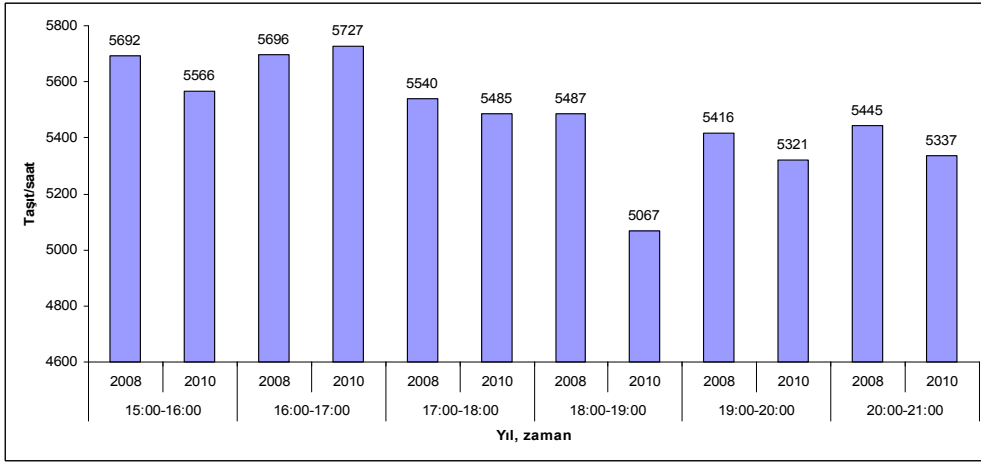


Şekil 1. RTMS 60 ve RTMS 84 konumları.

Şekil 2’de Asya – Avrupa yönünde 06:00 – 10:00 saatleri arasındaki sabah zirvesinde ve Şekil 3’de Avrupa – Asya yönünde 15:00 – 21:00 saatleri arasındaki akşam zirvesinde 2008 Nisan ve 2010 Nisan aylarında hafta içi günlerde 3 ana şeritteki radar ölçümlerinin ortalamaları sunulmaktadır. Şekil 2’deki ölçüm değerleri, Asya – Avrupa yönünde iki yıla ait saatlik taşıt sayılarında kayda değer bir değişim bulunmadığını göstermektedir. Şekil 3’de Avrupa – Asya yönü için yapılan ölçümlerde, 18:00 – 19:00 saatleri arasında 2010 Nisan ayında bir azalma görülmekle birlikte, diğer zaman dilimlerinde kayda değer bir değişim görülmemektedir.

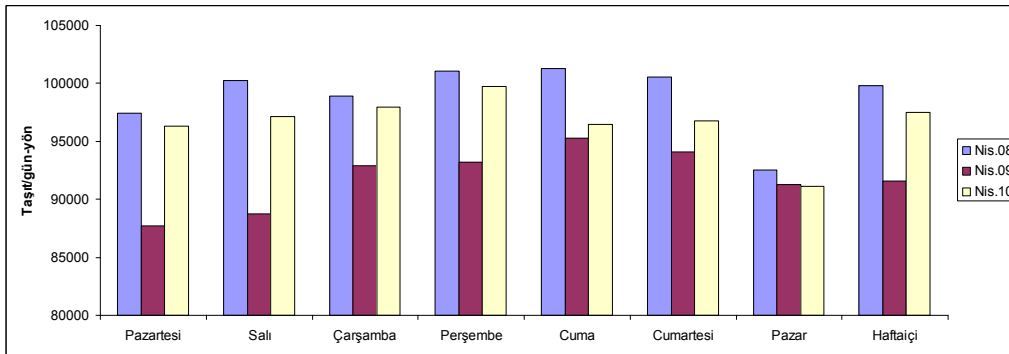


Şekil 2. Asya - Avrupa yönü hafta içi sabah zirve trafiği (3 ana şerit toplamı).



Şekil 3. Avrupa - Asya yönü hafta içi akşam zirve trafiği (3 ana şerit toplamı).

Şekil 4’de Boğaziçi Köprüsü gişelerinden 2008, 2009 ve 2010 Nisan aylarındaki geçişlerin günlük ortalamaları gösterilmiştir. 2009 yılında köprü gişelerinden geçiş sayılarında 2008 yılına göre, özellikle hafta içi günlerde, belirgin bir düşüş görülmektedir. İzleyen 2010 yılında geçişlerin tekrar arttığı görülmektedir. 2009 yılında hafta içi taşıt sayısı ortalamalarındaki azalmaya, Metrobüs hattının hizmete girmesinden çok, 2009 yılında etkileri hissedilen dünya mali krizinin neden olduğu düşülmektedir.



Şekil 4. Boğaziçi Köprüsü gişelerinden geçen taşıt sayıları ortalaması.

2008 ve 2010 yılı karşılaştırmalarında, Boğaziçi Köprüsü'nden geçen taşıt trafiğinde kayda değer bir değişim olmadığı görülmektedir. Bunun iki nedeni olabilir: (1) 2008 yılındaki sürücüler 2010 yılında da taşıtlarını kullanarak köprüden geçiş yapmaktadırlar ya da (2) Metrobüs hizmetinden sonra otomobillerini bırakıp bu hizmetten yararlananların yerine yeni sürücüler tetiklenmiş ve ortaya çıkan kapasite boşluğu bu sürücüler tarafından doldurulmuştur. Bu çıkarımların desteklenebilmesi için kapsamlı saha çalışmaları yapılmalıdır. Bu çalışmalar, yapılan yatırımın sonuçlarını değerlendirmeye olanak vermekle birlikte, sunulması düşünülen benzer hizmetlerin ön değerlendirmesine de katkı yapacaktır.

Avçılar - Söğütlüçeşme Metrobüs Hattının Simülasyonla İşletim Analizi

Dünyada gittikçe yaygınlaşan Metrobüs hizmetlerini geleneksel kentiçi lastik tekerlekli toplu taşıma hizmetlerinden ayıran başlıca özellikler, hızlı, konforlu ve yüksek kapasiteli hizmet sunabilmesidir. Uygun tasarım ölçütleri ve bileşenleri kullanılmak şartıyla bu ayırt edici özelliklere sahip olabilen Metrobüs sistemleri, kısa sürede ve ekonomik inşa edilebilme özellikleriyle de geleneksel kentiçi raylı toplu taşıma sistemlerine göre tercih edilmektedirler. Avçılar – Söğütlüçeşme Metrobüs hattının kısa sürede hayata geçirilmesinin ardında, sistemin öne çıkan bu özellikleri olduğu düşünülmektedir. Bu bölümde, 2009-2010 bahar döneminde Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü öğrencilerinden oluşan bir takımın Bitirme Çalışması (2010) kapsamında, Metrobüs hattında taşıtlarda ve terminallerde topladıkları verilerden faydalanarak kalibre edilen bir simülasyon (benzetim) modeli ile yapılan analizler sunulmaktadır. Modelin oluşturulmasında kullanılan geometrik veriler çeşitli haritalardan elde edilmiştir. Modellemede TSIS (Traffic Software Integrated System) 5.1 yazılım paketinin NETSIM bileşeni kullanılmıştır. Avçılar – Söğütlüçeşme Metrobüs sisteminde dört hat iki yönde hizmet vermektedir: 34 Avçılar – Zincirlikuyu, 34T Avçılar – Topkapı, 34A Söğütlüçeşme – Edirnekapı ve 34Z Söğütlüçeşme – Zincirlikuyu. Bunlardan 34 ve 34A uzun hatlar, 34T ve 34Z kısa hatlar olarak sınıflandırılabilir. Saha çalışmaları yağışlı olmayan hafta içi günlerde, sabah 07:00 – 09:00 ve akşam 17:30 – 19:30 zirve saatleri arasında yapılmıştır. Sayıları yapılan çalışmaya göre 7 ila 9 arasında değişen takım elemanları, kalibre edilmiş saatleri kullanarak, sadece uzun hatlardaki taşıtlarda yolculuk süresi (terminaller ve duraklar arası) ve duruş süresi (duraklarda) ve terminallerde kalkış zamanı (izleme aralıkları hesabı için) ölçümleri yapmıştır. Hattın özel yola sahip kesimlerinde serbest hız 70 km/sa ve taşıtların karma trafik içinde yol aldığı Boğaz geçişinde ise 50 km/sa kabul edilmiştir. Gerçek uygulamada tek körüklü Mercedes Capacity, Mercedes Citaro ve çift körüklü Phileas taşıtları kullanılırken, simülasyon modelinde standart otobüsler kullanılmıştır.

Simülasyon modelinde otobüs işletimine ilişkin temel girdiler, taşıtların terminallerden ortalama kalkış aralıkları ve duraklardaki (ampirik) duruş süreleri dağılımlarıdır. Bu girdilerin büyüklükleri saha ölçümleriyle belirlenmiştir. Simülasyon modelinin gerçek işletimi temsil edip etmediği, taşıtların terminaller arasındaki yolculuk süreleri karşılaştırılarak saptanmıştır. Tablo 2 ve Tablo 3'de, sırasıyla, sabah ve akşam zirveleri için gerçek ve model yolculuk süreleri gösterilmiştir. Her iki büyüklük arasındaki farklar kabul edilebilir mertebede olduğundan, modelin gerçek işletimi yeterli doğrulukta temsil ettiği kabul edilmiştir.

Tablo 2. Sabah Zirvesinde Terminaller Arası Yolculuk Süreleri (Dakika)

Hat	Gerçek	Simülasyon	Fark
34	43,60	44,48	0,88
34T	26,82	27,20	0,38
34A	33,78	33,85	0,07
34Z	18,92	19,05	0,13

Tablo 3. Akşam Zirvesinde Terminaller Arası Yolculuk Süreleri (Dakika)

Hat	Gerçek	Simülasyon	Fark
34	41,45	43,83	2,38
34T	26,77	27,83	1,06
34A	31,52	32,48	0,96
34Z	18,10	18,53	0,43

Uzun hat (34 ve 34A) taşıtlarının durak duruş süresi ölçümleri şöyledir: Avcılar – Zincirlikuyu yönünde (sabah zirvesi) duruş süreleri 9 sn ile 25 sn ve Zincirlikuyu – Avcılar yönünde (akşam zirvesi) 11 sn ile 24 sn arasında değişmektedir. Söğütlüçeşme – Edirnekapı yönünde (sabah zirvesi) duruş süreleri 10 sn ile 32 sn ve Edirnekapı – Söğütlüçeşme yönünde (akşam zirvesi) 10 sn ve 33 sn arasında değişmektedir. Ücret ödemeleri, zirve saatlerde taşıt dışında, peron girişindeki turnikelerden geçişte yapıldığından (ön ödeme sistemi), duruş süreleri üzerinde etkili değildir.

Uzun hatların terminallerdeki ortalama izleme süreleri şu değerleri almıştır: Avcılar terminalinde 34 hattı sabah 31 sn, akşam 46 sn ve Zincirlikuyu terminalinde sabah 36 sn, akşam 42 sn. Söğütlüçeşme terminalinde 34A hattı sabah 78 sn, akşam 104 sn ve Edirnekapı terminalinde sabah 87 sn, akşam 104 sn.

Senaryo Analizleri

Çalışmada duraklarda ortalama bekleme süreleri, duruş süresi dağılımlarına göre durak türleri, durakta durmadan (pass) geçme oranları ve terminallerdeki izleme süreleriyle ilgili bazı senaryolar oluşturulmuştur. Sabah zirvesi için geliştirilen 18 ve akşam zirvesi için 21 senaryoya ilişkin açıklamalar Tablo 4’de sunulmuştur. Tabloda değişiklik belirtilmeyen ölçütler gerçek işletimdeki gibi kabul edilmiştir.

Tablo 4. Simülasyonu Gerçekleştirilen İşletim Senaryoları

Senaryo No	Sabah ve Akşam Zirvesi
1 – 7	<p>Tüm duraklarda duruş süresi dağılımları eşdeğer – farklı duruş süreleri eşit olasılığa sahip kabul edildi.</p> <p>Terminal izleme aralıkları eşit miktarda değiştirildi. 34 Avcılar – Zincirlikuyu hattında; Avcılar terminali sabah zirvesinde: 70 sn'den 20 sn'ye, Zincirlikuyu terminali akşam zirvesinde: 70 sn'den 20 sn'ye.</p> <p>34A Söğütlüçeşme – Edirnekapı hattında; Söğütlüçeşme terminali sabah zirvesinde: 120 sn'den 60 sn'ye, Edirnekapı terminali akşam zirvesinde: 130 sn'den 70 sn'ye.</p>
8 – 14	Terminal izleme aralıkları eşit miktarda değiştirildi (bkz. Senaryo 1 – 7).
15	<p>Tüm duraklarda duruş süresi dağılımları eşdeğer – farklı duruş süreleri eşit olasılığa sahip kabul edildi.</p> <p>Tüm taşıtların her durakta durduğu (pass geçmediği) kabul edildi.</p>
16	Tüm duraklarda ortalama duruş süresi: 32 sn (ölçülen en büyük) kabul edildi.
17	Tüm duraklarda ortalama duruş süresi: 9 sn (ölçülen en küçük) kabul edildi.
18	Tüm duraklarda ortalama duruş süresi: 16 sn (ölçümlerden hesaplanan ortalama) kabul edildi.
	<p style="text-align: center;"><u>Sadece Akşam Zirvesi</u></p> <p>Tüm duraklarda duruş süresi dağılımları eşdeğer – farklı duruş süreleri eşit olasılığa sahip kabul edildi.</p> <p>34A Söğütlüçeşme – Edirnekapı hattında, sırasıyla, Zincirlikuyu ve Edirnekapı terminallerinde zıt yönlerde izleme aralıkları aşağıdaki gibi değiştirildi.</p>
19	52 sn ve 53 sn
20	42 sn ve 43 sn
21	32 sn ve 33 sn

Oluşturulan senaryoların simülasyon sonuçları ticari hız, ortalama yolculuk süresi ve kayıp süre gibi etkinlik ölçütlerine göre elde edilmiştir. Bulunan tüm sonuçlar, duruş süreleri için üretilen rastgele sayılarla senaryo modelin 10 kez çalıştırılmasından elde edilen ortalamalardır. Sabah zirvesi için elde edilen sonuçlar Tablo 5 ve Tablo 6'da, akşam zirvesi için elde edilen sonuçlar Tablo 7 ve Tablo 8'de gösterilmiştir. Sabah zirvesi tablolarında 12. Senaryo ve akşam zirvesi tablolarında 11. Senaryo "gerçek" işletimi temsil etmektedir. Burada, taşıt başına kayıp süre, taşıtların durağa yaklaşırken yavaşlama ve duraktan ayrılırken hızlanmaları, taşıtın durakta durması ve taşıtların birbirleriyle etkileşimi (demetlenme) nedeniyle oluşan zaman kayıplarının toplamıdır.

Tablo 5. Avcılar – Zincirlikuyu Kesimi Simülasyon Sonuçları (Sabah)

Senaryolar	Ticari hız (km/sa)	Ortalama yolculuk sü- resi (dak)	Kayıp süre / taşıt (sn)
1. Senaryo	43,1	41,75	356
2. Senaryo	43,0	41,85	358
3. Senaryo	42,9	41,95	359
4. Senaryo	42,7	42,12	363
5. Senaryo	42,5	42,39	368
6. Senaryo	42,2	42,69	376
7. Senaryo	41,7	43,16	389
8. Senaryo	42,3	42,58	379
9. Senaryo	42,0	42,85	386
10. Senaryo	41,7	43,20	394
11. Senaryo	41,1	43,77	409
12. GERÇEK	39,9	45,13	445
13. Senaryo	38,1	47,29	504
14. Senaryo	33,6	53,60	675
15. Senaryo	41,7	43,12	387
16. Senaryo	25,6	70,37	1177
17. Senaryo	44,2	40,75	324
18. Senaryo	39,7	45,29	454

Tablo 6. Söğütluçeşme – Edirnekapı Kesimi Simülasyon Sonuçları (Sabah)

Senaryolar	Ticari hız (km/sa)	Ortalama yolculuk sü- resi (dak)	Kayıp süre / taşıt (sn)
1. Senaryo	44,7	30,87	343
2. Senaryo	44,6	30,93	343
3. Senaryo	44,3	31,12	350
4. Senaryo	43,4	31,77	370
5. Senaryo	42,9	32,16	374
6. Senaryo	42,7	32,32	371
7. Senaryo	42,5	32,47	364
8. Senaryo	41,0	33,64	458
9. Senaryo	41,0	33,66	455
10. Senaryo	40,9	33,77	451
11. Senaryo	40,8	33,80	443
12. GERÇEK	40,6	33,95	435
13. Senaryo	40,2	34,33	438
14. Senaryo	39,9	34,57	428
15. Senaryo	42,2	32,71	393
16. Senaryo	32,4	42,57	773
17. Senaryo	46,0	29,97	293
18. Senaryo	42,5	32,45	400

Tablo 7. Zincirlikuyu – Avcılar Kesimi Simülasyon Sonuçları (Akşam)

Senaryolar	Ticari hız (km/sa)	Ortalama yolculuk sü- resi (dak)	Kayıp süre / taşıtlık (sn)
1. Senaryo	44,3	40,64	382
2. Senaryo	44,2	40,71	384
3. Senaryo	44,1	40,80	387
4. Senaryo	44,0	40,90	391
5. Senaryo	43,9	41,04	395
6. Senaryo	43,7	41,21	401
7. Senaryo	40,3	44,61	515
8. Senaryo	42,6	42,23	433
9. Senaryo	42,2	42,69	447
10. Senaryo	41,7	43,21	464
11. GERÇEK	40,8	44,15	493
12. Senaryo	39,2	45,96	548
13. Senaryo	37,2	48,38	625
14. Senaryo	27,6	65,25	1193
15. Senaryo	43,6	41,24	401
16. Senaryo	26,9	66,97	1185
17. Senaryo	45,4	39,69	350
18. Senaryo	41,1	43,79	478
19. Senaryo	39,8	45,17	520
20. Senaryo	38,7	46,47	580
21. Senaryo	34,7	51,85	841

Tablo 8. Edirnakapı – Söğütluçeşme Kesimi Simülasyon Sonuçları (Akşam)

Senaryolar	Ticari hız (km/sa)	Ortalama yolculuk sü- resi (dak)	Kayıp süre / taşıtlık (sn)
1. Senaryo	43,9	31,44	301
2. Senaryo	43,9	31,44	301
3. Senaryo	43,9	31,47	301
4. Senaryo	43,8	31,48	301
5. Senaryo	43,7	31,55	302
6. Senaryo	43,7	31,58	303
7. Senaryo	43,6	31,62	304
8. Senaryo	42,6	32,36	333
9. Senaryo	42,7	32,35	332
10. Senaryo	42,5	32,47	336
11. GERÇEK	42,4	32,55	338
12. Senaryo	42,3	32,64	341
13. Senaryo	42,2	32,70	343
14. Senaryo	41,8	33,00	352
15. Senaryo	43,4	31,80	311
16. Senaryo	23,4	58,91	1194
17. Senaryo	45,5	30,35	262
18. Senaryo	42,6	32,39	334
19. Senaryo	41,0	33,67	375
20. Senaryo	38,8	35,59	440
21. Senaryo	31,9	43,24	689

Sonuçlar ve Öneriler

Avcılar – Söğütlüçeşme Metrobüs hattının oluşturulan simülasyon modeli kullanılarak çeşitli işletim senaryoları incelenmiştir. Terminallerdeki mevcut sıklık artmaya başlandığında (taşıt izleme aralıkları kısaltıldığında) duraklardaki bekleme süreleri ve dolayısıyla yolculuk sürelerinin de arttığı görülmüştür. Bu sonuç, mevcut işletimin kapasitesinde çalıştığını göstermektedir. 34A Söğütlüçeşme – Edirnekapı hattında ortalama izleme aralığı 34 Avcılar – Zincirlikuyu hattına göre daha uzundur. Bu hattaki izleme aralıkları kısaltılıp sıklık arttırıldığında, Zincirlikuyu – Edirnekapı kesiminde 34 ve 34A taşıtları birlikte işletildiğinden, artan taşıt yoğunluğu ile birlikte taşıtlar arasındaki etkileşim ve gecikmeler artmaktadır. Avcılar – Söğütlüçeşme metrobüs hattının genişleme olanakları maalesef kısıtlıdır. Ne şerit sayısı ne de hizmet sıklığı arttırılabilir. Modellenen sistemde işletilebilen taşıt sayısı sadece düzenli işletim durumlarında arttırılabilmektedir. Bu işletim tarzları, tüm duraklarda bekleme sürelerinin eşit, tüm duraklardaki duruş süresi dağılımlarının aynı ve taşıtların tüm duraklarda durduğu durumlardır. İşletimi düzenli tutabilecek teknik ve teknolojiler kullanılarak, sistem kapasitesi kısmen arttırılabilir. Bu işletim tarzı, yol boyunca taşıtlar arasındaki izleme aralıklarının kontrol edilerek düzenli hale getirilmesiyle sağlanabilir.

Boğaz geçişi özelinde ve Avcılar-Söğütlüçeşme genelinde, İstanbul'daki Metrobüs hattı, yolcularına, (taşıtlar özel yolda hareket ettiğinden) hızlı bir ulaşım olanağı sağlamakta, ancak taşıtların aşırı dolu olması nedeniyle de konforsuz bir hizmet sunmaktadır. Bu durum, sistemin daha şimdiden kapasitesine eriştiğini ve aynı koridordaki otomobil kullanıcıları için cazip olmaktan uzaklaştığını göstermektedir. 2008 ve 2010 yıllarında Boğaziçi Köprüsü'nü geçen taşıt sayılarının neredeyse aynı kalması, bu saptamayı kısmen desteklemektedir. Kentiçi toplu taşıma hizmetlerinde tür seçimi, incelenen koridordaki talep-kapasite ilişkileri dikkate alınarak yapılmalı, kısa sürede kapasitesine erişecek ve genişleme olanağı bulunmayan sistem yatırımlarından kaçınılmalıdır. Başlangıçta kısa sürede inşa edilen ve ekonomik görünen toplu taşıma yatırımları, kısa vadede çözüm olmakla birlikte, orta ve uzun vadede çözümü öncekinden daha zor sorunlar yaratabilmektedir. İşletilmekte olan İstanbul Avcılar-Söğütlüçeşme Metrobüs hattı, bu kentte ve ülkemizdeki diğer kentlerde yapılması düşünülen benzer yatırımlar için alınması gereken derslerle doludur. Metrobüsün en azından kendi koridorunda yaptığı etkilerin anlaşılabilmesi ve başka uygulamalara örnek oluşturması bakımından, önceki-sonraki ilişkilerin neden-sonuç bağlamında kapsamlı şekilde araştırılması ve sonuçların ortaya konulması gerekmektedir. Bizler bu çalışma sırasında böyle kapsamlı bir araştırmaya rastlamadık. Böyle bir çalışmanın hayata geçirilmesindeki görev öncelikli olarak İBB'ye düşmektedir. Daha somut ifade edersek; Avcılar – Söğütlüçeşme Metrobüs hattı uygulamasının sonuçları bilinmekte midir? Astarı yüzünden pahalıya gelen bir hizmeti kullanmak zorunda mı bırakılıyoruz? Sistemin işletme maliyetleri nedir? İlgili kurumların bu ve benzeri soruları soran ve yanıtlarını içeren, kamuoyunu bilgilendirici yayımlanmış çalışmaları var mıdır? Uygulamanın toplu taşıma kullanıcılarına ve koridordaki diğer karayolu kullanıcılarına etkileri nelerdir? Yolculuk talepleri, süreleri, hızları vd. performans (başarım) ölçütleri nasıl değişmiştir? Uygulamaların sonuçlarının bilinmesi/dersler çıkarılması sonraki uygulamalara ışık tutacağı için yeni yatırımların başarı düzeylerini arttıracaktır. Bu tür uygulama sonuçlarını raporlama, mevzuata bağlanarak zorunlu hale getirilmelidir. Bu işler için gereken insan kaynağı ve diğer teknik altyapı oluşturma çalışmaları yapılmalı ve hızla hayata geçirilmelidir.

Yukarıda değinilen hızlı yapım ve düşük yatırım maliyeti yerel yöneticiler için caziptir. Ülkemizde 5 yılda bir yenilenen yerel seçimler, yöneticileri kendi dönemlerinde ulaştırma sorunlarına çözüm arayışına itmektedir. Ancak, kentlerdeki ulaştırma sorunları uzun vadeli sağlıklı planlama yaklaşımları ve uygulamalarıyla çözüme kavuşturulabilir. Metrobüs sistemleri, bu bağlamda, büyük kentlerdeki toplu taşıma sorunlarının hızlı ve ekonomik çözümü için kurtarıcı gibi görünebilir. Ancak, Metrobüs sistemleri, talep-kapasite dengesi gözetilerek uygun koridorlarda hizmete konulmalı ve bu

yatırımlar, büyük kentlerin raylı sistem/metro yatırımlarından vazgeçmesi ya da bu yatırımları ertelenmesi için gerekçe oluşturmamalıdır.

Teşekkür

Çalışmada, 2009 – 2010 Bahar döneminde YTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü’nde Bitirme Çalışması hazırlayan öğrencilerin sahada topladıkları verilerden yararlanmışır. Ayrıca, diğer verilere ulaşmamızda gösterdikleri kolaylıklardan dolayı Karayolları 17. Bölge Müdürlüğü’ne, Boğaziçi Köprüsü Başmühendisliği’ne, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Daire Başkanlığı’na ve İETT İşletmeleri Genel Müdürlüğü’ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

1. Acar, İ. H. (2005) Kentlerimiz İçin “Metrobüs” Çözümleri. 6. Ulaştırma Kongresi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, Bildiriler Kitabı, s. 89-98, ISBN: 97505-3-8, 23-25 Mayıs, İstanbul.
2. Akyazıcı, M. (2010) Hızlı Otobüs Taşımacılığı ve İstanbul Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
3. Bitirme Çalışması (2010) Avcılar – Söğütluçeşme Metrobüs Hattının İşletim Özellikleri, 7 kişilik takım çalışması, 2009-2010 Bahar Yarıyılı, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
4. Güven, G. ve İ. Şahin (2009) Metrobüs (BRT) Sistemlerinin Planlama, Tasarım ve İşletim Özellikleri, 8. Ulaştırma Kongresi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, Bildiriler Kitabı, s. 299-308, ISBN: 978-9944-89-773-0, 30 Eylül-1-2 Ekim, İstanbul.
5. Işık, S. (2010) Metrobüs Sisteminin Boğaziçi Köprüsü Trafikğine Etkilerinin Simülasyon Modeli ile İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
6. İçen, H. (2010) Kentiçi İşletme Uygulamaları-Metrobüs Sistemi. TRANSİST 2010, Ulusal Toplu Ulaşım Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı s. 171-174, 02-03 Aralık, İstanbul.
7. Orhan, D. (2010) Avcılar - Söğütluçeşme Koridorunda Metrobüs Sisteminin İşletim Özelliklerinin Simülasyon Modeli İle İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

“Taksim - 4. Levent” Hattı’nın, “Şişhane - AOS” Hattı’na Dönüşümü Esnasında Karşılaşılan Zorluklar Ve Geliştirilen Çözümler

İnş.Yük.Müh. Yalçın EYİGÜN*

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ek Hizmet Binası
Raylı Sistemler Müdürlüğü Merter / İSTANBUL

Tel: (532) 601 00 21

E-Posta: yalcin.eyigun@ibb.gov.tr

İnş.Yük.Müh. Yavuz DELİCE**

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ek Hizmet Binası
Ulaşım Daire Başkanlığı Merter / İSTANBUL

Tel: (532) 220 99 15

E-Posta: yavuz.delice@ibb.gov.tr

Öz

Günümüzde pek çok büyükşehirde olduğu gibi İstanbul’da da en önemli sorunlardan birisi ulaşım sorunudur. Bu soruna ilişkin en efektif çözümün, toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesi olduğu görüşü tüm ulaşım otoriteleri tarafından desteklenmektedir. Toplu ulaşım sistemleri içerisinde çevreci, sürdürülebilir, çağdaş, hızlı ve yüksek yolcu taşıma kapasiteli gibi nitelikleriyle raylı toplu taşıma sistemleri öne çıkmaktadır.

Raylı Sistemler yüksek yatırım maliyeti gerektiren komplike sistemlerdir. Teknolojik gelişmelerle birlikte, raylı sistemler alanında da gerek elektro-mekanik, gerekse de sinyalizasyon ve araç teknolojilerinde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Bu teknolojik gelişmelerin yeni yapılan hatlarda uygulanmasının yanı sıra mevcut hatlarda da uygulanarak, mevcut taşıma kapasitesinin artırılması mümkün olmaktadır.

Bu çalışmada, Taksim – 4. Levent Metro Hattı’na ait 4. Levent İstasyonu’nun Atatürk Oto Sanayi İstasyonu’na; Taksim İstasyonu’nun ise Şişhane İstasyonu’na uzatılması sırasında imalat ve işletme açısından izlenen stratejiler incelenmektedir. Çalışma içeriği, Taksim – 4. Levent Hattı’nın İstanbul ulaşımındaki yerinin tanımlanması, işletme planlarının incelenmesi, mevcut hattın Şişhane ve AOS İstasyonlarına uzatılması, sinyalizasyon sisteminin dönüşümü, dönüşüm esnasında uygulamadaki ilerlemeye paralel olarak işletme planlarındaki ve araç sayılarındaki değişimin izlenmesi şeklindedir.

Anahtar sözcükler: İstanbul metrosu, raylı sistemler, sinyalizasyon.

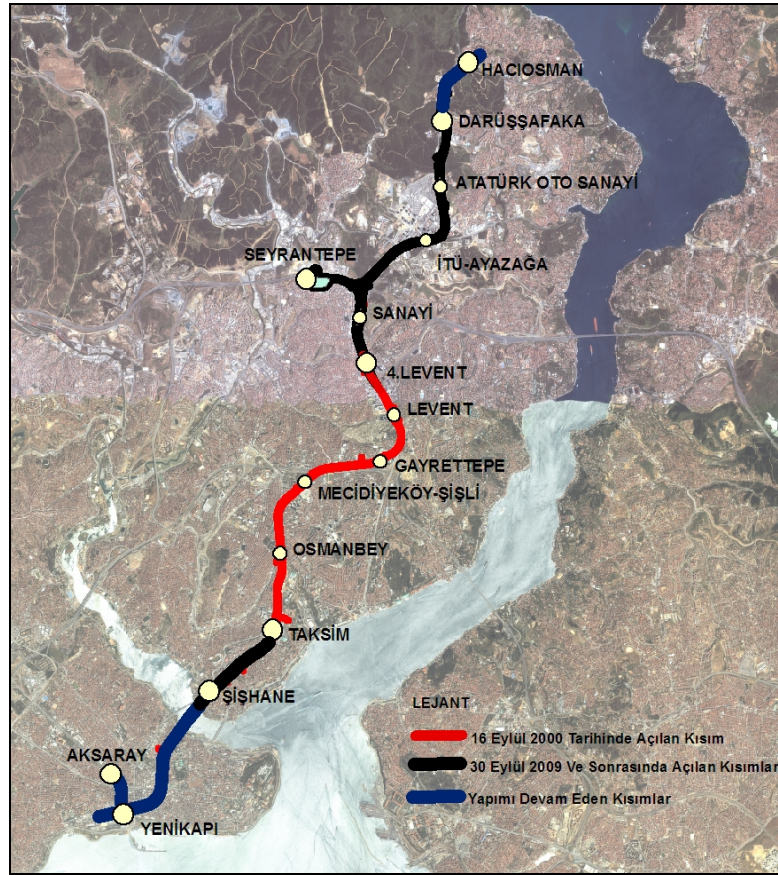
* İ.B.B. Raylı Sistemler Müdürü

** İ.B.B. Ulaşım Daire Başkanı Danışmanı

Giriş

İstanbul'da ilk raylı toplu taşıma sistemleri 1871 yılında Avrupa yakasında kurulan banliyö hatları ile hizmet vermeye başlamıştır. Hemen akabinde 1872 yılında ise Anadolu yakasında banliyö hatları tesis edilmiştir. Sonrasında, 1875 yılında İstanbul'un ilk metrosu olarak addedilen, Karaköy – Beyoğlu arası funiküler sistem hizmete girmiştir. Tarihçe olarak raylı toplu taşıma sistemlerine ilişkin çalışmaların oldukça eskiye dayanmasına karşın; 1966 yılında son tramvay hattının da kapatılmasıyla kentiçi raylı sistemler, toplu ulaşımdaki önceliğini yitirmiştir. 1990'lı yıllarda raylı sistem yatırımları tekrar ivme kazanarak, modern dönemin ilk raylı toplu ulaşım sistemi 1992 yılında Beyazıt – Yusuf Paşa arasında hizmet vermeye başlamıştır. Bu hattın Sirkeci'ye uzatılmasına müteakip 19.08.1992 yılında Taksim – 4. Levent Metro Hattı'nın temeli atılmıştır.

İstanbul Metrosu olarak da adlandırılan Taksim – 4. Levent Metro Hattı, Avrupa yakasında yer almakta ve kuzey – güney aksında İstanbul'un en önemli raylı toplu ulaşım sistemi durumundadır. İlk olarak 16.09.2000 tarihinde "Taksim – 4. Levent" arasında 6 istasyonda hizmet veren metro hattı; 30.01.2009 tarihinde sisteme 4 yeni istasyon daha eklenmesiyle birlikte, "Şişhane – Atatürk Oto Sanayi" İstasyonları arasında hizmet verilmeye başlamıştır. Daha sonra Darüşşafaka ve Seyrantepe İstasyonlarının eklenmesiyle, 6 adet olan mevcut istasyon sayısı 12'ye yükselerek günümüze gelmiştir. (Şekil 1)



Şekil 1. Yenikapı – Haciosman Metro Hattı'nın Şematik Planı.

Sinyalizasyon Dönüşümünün Özeti

Taksim-4.Levent Hattı 8,5 km ve 6 istasyondan (Taksim, Osmanbey, Şişli-Mecidiyeköy, Gayrettepe, Levent, 4.Levent) ibaret bir sistem olarak 16 Eylül 2000'den beridir hizmet vermekte iken, ilk kez 30 Ocak 2009 tarihinde kuzeyde sırasıyla Sanayi, İTÜ-Ayazağa ve Atatürk Oto Sanayi (AOS) İstasyonlarından ibaret 5,5 km.lik bir uzatma ve güneyde tek istasyondan ibaret (Şişhane) 1.650 m.lik bir uzatma sisteme eklenmiştir. Ayrıca, müteakip birkaç yıl içinde inşaatı devam eden Haciosman ve Yenikapı kısımlarıyla beraber, 8,5 km olan ana hat 22 km.ye çıkmış olacaktır.

Hattın 1998 yılında kurulan mevcut tren kontrol sistemi, sabit bloklu sinyalizasyon (fix block) sistemiydi. Bu sistem, ardışık trenler arasındaki minimum mesafenin, hatta oluşturulan fiziki sabit sinyal blokları marifeti ile belirlendiği ve bu blok mesafelerinin hattın minimum sefer aralığını (headway) tayin ettiği bir yapı idi. Bu yapıda iki tren arasındaki en kısa zaman aralığı, bu fiziki blokların fonksiyonu olarak bilinen sabit bir değerdir. Günümüzde tren kontrol sisteminin geldiği son nokta ise sabit bloklu sinyalizasyon yerine ardışık trenler arasındaki mesafenin teşkilinde, arkadaki trenin takip mesafesini öndeki trenin hızına ve hareketine göre belirlediği, trenlerin ara mesafesinin aslında bilgisayarda fiktif olarak her an hesaplanan, ara mesafe bloğunun sabit değil hareketli blok (moving block) olduğu bir tarz tercih edilmektedir. Bu tip sinyalizasyonda trenler arasındaki mesafe, bilinen sabit bir değer olmayıp hareket parametrelerine göre mümkün olan en düşük aralık değerine inebilecek esnekliktedir.

Mevcut hatta yapılan eklentilere ilişkin fizibilite çalışmalarında belirlenen talep değerleri incelendiğinde; 2005 yılında hazırlanan (Gerçek ve Demir, 2005) ve hattın AOS İstasyonu'na uzatılması durumunda incelenen talep değerlerine göre 2034 yılı için sabah zirve saatinde en büyük kesit hacmi 27.675 ve günlük 807.379 yolcu iken bu değer, 2007 yılında hattın Haciosman İstasyonu'na uzatılması durumu için hazırlanan fizibilite çalışmasında (Gerçek ve Demir, 2007) sabah zirve saatinde en büyük kesit hacmi 42.891 ve günlük 1.549.510 yolcu olarak öngörülmektedir. Bu iki değer arasındaki dramatik artış, hattın ilerleyen yıllarda yüksek talep karşısında, kapasitesinin istenildiği kadar arttırılabileceği esnek bir sinyalizasyon yapısına sahip olmasını da gerektirmiştir. Mevcut sabit bloklu sistemin korunması halinde taşınabilecek en büyük yolcu sayısı değeri sabit bir sayı olacağından, bu değerın üzerindeki bir talep halinde sabit bloklu sistemde kapasite arttırmak imkansız iken, hareketli blok dönüşümü ile bu kapasite artışı gerçekleştirilebilecektir. Dünyada kapasitesinin üst sınırına gelmiş hatlarda kapasite artırımının yegane yolu sinyalizasyon dönüşümü uygulamasıdır. Böylelikle mevcut hatta vagon ilave edilmesi mümkün olmakta, dolayısıyla kapasite artışı gerçekleştirilebilmektedir. Örneğin, en düşük sefer aralığı 90sn. olan bir hatta, hareketli blok sinyal sistemi ile sefer aralığının 70sn.'ye düşürülmesi durumunda kapasite %28,6 oranında artmaktadır. Bu, bizim sistemimizin de ihtiyaç duyduğu esnekliği sağlayabilecek bir kabiliyettir.

30 Ocak 2009 tarihinden başlanarak sisteme eklenecek istasyonlarla 8,5 km. olan ana hat toplam 22 km civarına çıkarılarak; eklenecek istasyonlarla birlikte yine bu tarihten başlanarak, hattın 32 olan vagon sayısı tedricen 124'e yükseltilecekti. Her yeni eklenen yeni vagonun hatta çalışabilmesi için sinyalizasyon sisteminin onu yönetebileceği araç üstü (on-board) ekipmanla donatılması ve hattaki yapıyı algılaması / algılanması gerekmektedir. Bu koşullar altında, yani aynı anda sisteme hem istasyon hem de vagonlar eklenirken, tüm operasyonu yöneten sinyalizasyon sistemi için de bir seçim yapmak durumu oluşmuştur. Ya ileride oluşacak ihtiyaçta daha sık tren sevkine cevap vermeyebilecek olan mevcut sinyalizasyon sistemini devam ettirmek ya da mevcut 8,5 km'deki sinyalizasyon sistemini de değiştirmek suretiyle toplam 22 km.de geçerli olacak yeni sinyalizasyon sistemine (hareketli blok) geçmek tercih edilecekti. Şehrin en yoğun hatlarından biri olması beklenen bu hatta doğru tercih yapılarak sinyalizasyon sisteminin de değiştirilmesi kararı verildi.

Aynı kararı Madrid, New York ve Hong Kong Metro işletmecileri de benzer durumlarda vermişlerdir.

Böylece, hem istasyon hem vagon eklerken, diğer yandan sinyalizasyonu dönüştürmek gibi zorlu bir periyot başlatılmış oldu. (Mevcut sinyalizasyon sisteminin de değiştiği koşullarda eski sistemin tanıdığı 32 vagonunda yeni sisteme entegrasyonu, 124 vagonluk bir vagon dönüşümü anlamına gelmektedir.) 30 Ocak 2009 tarihine gelindiğinde kuzeyde 5,5 km. (3 istasyon) ile güneyde 1,65 km (1 istasyon) için yeni sinyal sistemi kullanılabilir hale getirilmişti ancak Taksim-4.Levent arasında geçerli olan eski sinyal sisteminde henüz dönüşüm işlemi gerçekleşmemişti. Bundan sonra yapılacak çalışma, geceleri işletme sona erdikten sonra Taksim-4.Levent kesimi ile farklı sinyale sahip olan kuzey ve güney uzantılarını beraber, yekpare şekilde çalıştıracak yeni sinyal sisteminin testlerini gerçekleştirmektir. Gündüz, eski sistemle çalışan mevcut hattın eski trenlerini gece depoya göndererek yeni trenleri hatta alıp sinyalizasyonu da yeni sisteme çevirerek sınırlı saatlerde gerekli döngüleri test ettikten sonra, bir sonraki gün sabah işletme başlamadan makul bir süre önce yeni trenleri depo alanına gönderip, eski tren-eski sinyal kurgusuna dönerek işletmeyi sorunsuz olarak devam ettirmek biçiminde son derece zor, külfetli ve hataya tahammülü olmayan ve aylar sürececek bir test süreci başlatılmış oluyordu.

30 Ocak 2009 tarihinde verilen stratejik bir karar daha vardı. Bu da; yeni sinyal sistemi ile kurulan kuzey ve güney uzatmalarını Taksim-4.Levent hattının da dönüşeceği zamana kadar bekletip hizmete almamak ya da sinyal sistemleri henüz uyumlu-yekpare çalışan hale gelmemiş dahi olsa da, kuzeyde ve güneyde kendi içinde döngü yapan iki ayrı yeni sinyal kısmını da hizmete alıp; sistemi Şişhane-Taksim, Taksim-4.Levent ve 4.Levent-AOS biçiminde 3 parçalı olarak çalıştırmaktı. Hattın, bir kısmını bekletmek yerine parçalı da olsa hizmete alınması tercih edildi. Parçalı ve kuzeyde tam mesaili çalışmayan bir sistem de olsa, trenler arası aktarmanın trenden trene aynı peronda gerçekleşmesi ve aktarmalardan ücret alınmaması sebebiyle bu sunulan hizmet, hattı kullanan vatandaşlara ilave bir fayda üretimi anlamına gelebilirdi. Nitekim, eklenen 4 istasyonun, farklı sinyal ve trenlere sahip parçalı yapıya rağmen, ilk açılışta günde 7.000 kişiye, parçalı işletmenin (kuzeyde) sona erdiği 14.ayında da günde 28.000 kişiye hizmet sunar hale gelmesi, tercihin fayda ürettiği anlamına gelmektedir. Bu yeni istasyonlarda anılan zaman zarfında 6 milyon üzerinde yolcu taşınması, faydanın fiziki ölçütünü de ortaya koymaktadır.

Parçalı işletmenin güneyde, Şişhane İstasyonu'nda sona ermemesi sinyal ve vagon dönüşümü ile ilgili olmayıp, hattın geometrisi ile ilgili bir sorun sebebiyledir. Trenlerin güneyde Taksim yerine Şişhane'den döngü yapabilmelerini sağlayacak dönüş makasları, Şişhane'nin daha güneyinde ve halihazırda inşa halindeki köprü'nün yaklaşım viyadüğünün üzerinde bulunmaktadır. Bu makasları kullanmadan tüm trenleri Şişhane'ye indirip buradan döndürerek, ilk harekette Hacıosman istikametine göndermek imkansızdır. Döngünün mümkün olacağı yani köprü inşaatının biteceği zamana kadar Şişhaneyi hizmete açmamak veya Şişhane-Taksim arasında bir mekik (shuttle) tren çalıştırmak seçenekleri arasında bu istasyonu da hizmete almak tercih edilmiş ve bugün, günde ortalama 10.000 kişiye hizmet veren bir istasyon şehre kazandırılmıştır. Şişhane mekiğinin çalıştırılması tercihi, Taksimde bir peronun (sağ) bu trene, diğer peronun Taksim-AOS İstasyonları arası döngü yapan hat trenlerine tahsisini zorunlu kılmıştır ki bu Taksim İstasyonu'nun bir peronunda (sol) daha yoğun yolcu durumuna sebep olmuş ve döngü yapan trenlerin sol hattan Taksim-Osmanbey İstasyonları arasındaki uzun mesafeli makaslar bölgesini kat ederek sağ hatta geçişlerinde düşük hız kaidesi sebebiyle süre ve konfor kaybına da sebep olmuştur. Yakın gelecekte güneydeki eksik istasyonların ortaya çıkan tarihi eserler sebebiyle geciken inşaatlarının tamamlanmasıyla anılan sorunlar da geride kalacaktır.

Sinyalizasyon Dönüşümün Kronolojisi

Taksim - 4.Levent Metro Hattı'nda kuzey ve güneyde ilave edilen istasyonlar ve aynı zamanda gerçekleşen sinyalizasyon dönüşümü programının önemli tarihleri ve hatta geçerli olan sefer aralıkları özet olarak Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. Taksim – 4. Levent Hattı ile ilgili önemli tarihler.

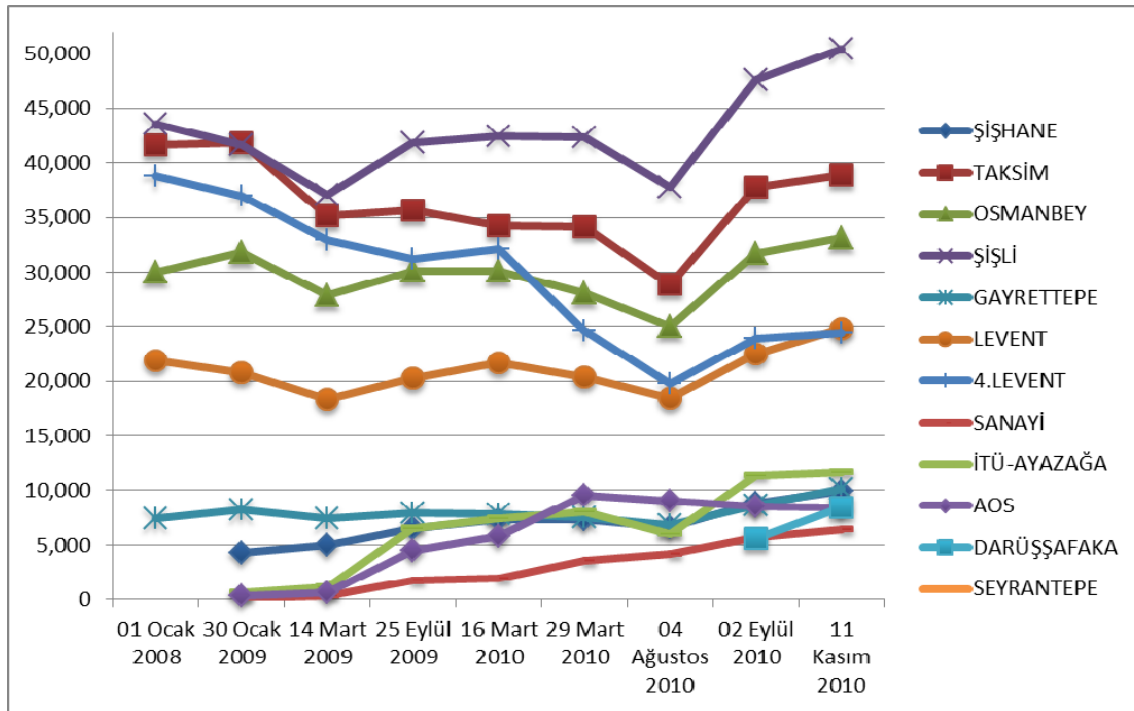
TARİH	SÜRE (GÜN)	GERÇEKLEŞEN DÖNÜŞÜMLER
16 Eylül 2000-30 Ocak 2009		Taksim-4.Levent arası 6 istasyon ile 4,5 dk. aralıklı seferlerine devam etti.
30 Ocak 2009	31	Güneyde Şişhane, kuzeyde ise 4.Levent-Atatürk Oto Sanayi Hattı eklendi. 4.Levent-Atatürk Oto Sanayi Hattı gerekli sinyalizasyon entegrasyonu çalışmalarının yapılabilmesi için ilk açıldığında 10:00-16:00 arasında çalıştırıldı. Güneyde işletme tam mesaili ve 8,5 dak sefer aralığı ile yapılarak başladı. (Sistem 3 parçalı-aktarmalı durumdadır.)
14 Mart 2009	134	Kuzeyde işletme 09:30-17:00 arasında (11 dk. sefer aralığı ile) yapılmaya başlandı.
25 Eylül 2010	117	Kuzeyde seferler 06:15-21:07 arasında (11 dk. sefer aralığı ile) yapılmaya başlandı.
16 Mart 2010	9	Kuzeyde seferler 06:15-24:00 arasında (7 dk. sefer aralığı ile) yapılmaya başlandı.
29 Mart 2010	90	Taksim-Atatürk Oto Sanayi İstasyonları arasında aktarmasız seferler(5 dk. 39 sn sefer aralığı ile) yapılmaya başlandı.
4 Ağustos 2010	20	Taksim-Atatürk Oto Sanayi İstasyonu arasında sefer aralığı (4 dk. 7 sn'ye indi)
2 Eylül 2010	46	Taksim-Darüşşafaka arası seferler (4 dk. 7 sn. sefer aralığı) ile yapılmaya başlandı.
11 Kasım 2010	87	Sanayi-Seyrantepe arasında bir mekik hat olarak (8 dk. 40 sn. sefer aralığı) ile yolcu taşınmaya başlandı.

Sinyalizasyon dönüşümünün tüm önemli tarihleri esas alınarak, Metro Hattı'nın mevcut ve yeni istasyonlarının hafta içi günlük ortalama yolcu sayılarının zaman içindeki değişimi Tablo 2'de verilmiştir. Bir istasyonda her bir tarih için verilen yolcu sayısı değeri, bir sonraki önemli dönüşüm tarihine kadar taşınan tüm hafta içi yolcu sayılarının ortalaması olarak yer almaktadır. Ayrıca dönüşümün 30 Ocak 2009'da başlaması sebebiyle, bu tarihten önce Taksim-4.Levent Hattı istasyonlarının rutin ortalama yolcu sayıları hakkında bir başlangıç değeri vermek amacıyla, bir önceki yılın başından (1 Ocak 2008) dönüşümün başladığı 30 Ocak 2009 tarihine kadar olan ortalama hafta içi yolcu değeri hesaplanarak 1 Ocak 2008 değeri başlığı altında verilmiştir.

Tablo2. Önemli tarihlerde belirlenen yolcu sayıları.

TARİHLER	1.1.08	30.1.09	14.3.09	25.9.09	16.3.10	29.3.10	4.8.10	2.9.10	11.11.10
SÜRELER (GÜN)	271	31	134	117	9	90	20	46	87
ŞİŞHANE		4.279	4.998	6.501	7.332	7.280	6.621	8.870	9.926
TAKSİM	41.592	41.837	35.193	35.703	34.241	34.117	28.882	37.831	38.931
OSMANBEY	29.949	31.804	27.876	30.047	30.122	28.028	25.080	31.737	33.173
ŞİŞLİ	43.583	41.679	37.036	41.809	42.443	42.382	37.799	47.603	50.485
GAYRETTEPE	7.402	8.199	7.380	7.883	7.855	7.556	6.758	8.613	10.101
LEVENT	21.916	20.811	18.362	20.310	21.705	20.377	18.437	22.517	24.780
4.LEVENT	38.753	36.950	32.933	31.187	32.149	24.668	19.728	23.883	24.384
SANAYİ		176	343	1.754	1.921	3.545	4.213	5.718	6.419
İTÜ-AYAZAĞA		588	1.120	6.473	7.421	7.983	5.984	11.362	11.647
AOS		359	587	4.439	5.751	9.578	9.046	8.540	8.381
DARÜŞŞAFKA								5.642	8.387
SEYRANTEPE									2.396
TOPLAM	183.194	186.682	165.829	186.106	190.941	185.514	162.549	212.316	229.011

Tabloda görüldüğü gibi İstanbul Metrosu'nun günlük ortalama yolcu sayısı 183.000 civarında iken eklenen yeni istasyonlar ve dönüşüm sonucunda tam mesaili ve aktarmasız çalışan sisteme geçilmesiyle iki yıl içinde 229.000'e çıkmıştır. Tablo 2.'de verilen günlük ortalama yolcu sayılarının önemli tarihler itibariyle değişimi Şekil 2'de tüm istasyonlar için grafik olarak vermektedir.



Şekil 2. Önemli tarihlerde belirlenen yolcu sayılarının grafik gösterimi.

İstasyonların Dönüşüm Sürecindeki Yolcu Sayıları Ve Yorumlar

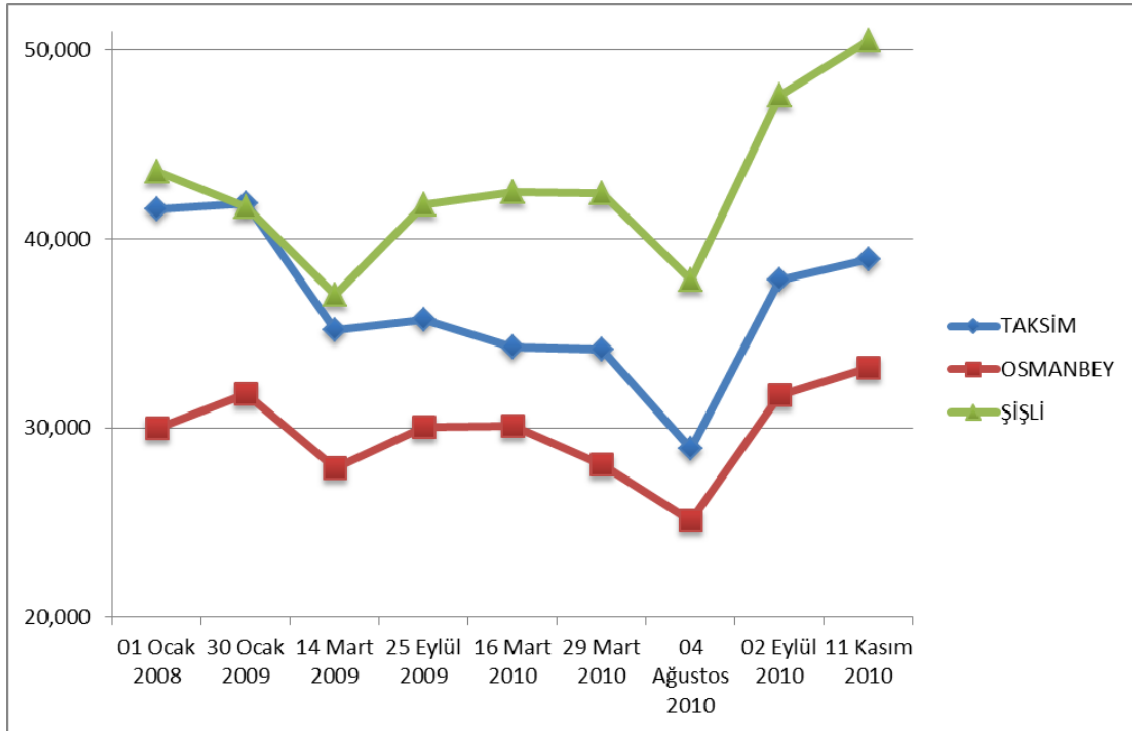
Mevcut İstasyonlar

Dönüşümden sonra uç istasyonlarda azalan bir trend ve Darüşşafaka İstasyonu'nun hizmete girmesiyle de tüm istasyonlarda artan bir yolculuk trendi görülmektedir. Ara istasyonlardan Metrobüs Hattıyla entegre olan Şişli-Mecidiyeköy İstasyonu'nda genel olarak belli bir ivmeyle artan bir seyir ile özellikle Gayrettepe İstasyonu'nun oransal olarak yolcusu en fazla artan istasyon olduğu dikkat çeken hususlardır.

Şehrin merkezinde olan bu istasyonların tümünde yaz aylarında nispeten azalan yolcu sayısının en düşük değerinin Ağustos ayında olduğu görülmektedir. Aşağıdaki grafiklerde artan seyir gösteren istasyonlarda Ağustos Ayı'nda görülen dramatik düşüşler anormal bir gelişme olarak dikkate alınmamıştır.

Taksim İstasyonu

Şişhane İstasyonu'nun açılmasıyla birlikte Taksim İstasyonu son istasyon konumunu kaybetmiştir. Yolcuların bir kısmının Şişhane İstasyonu'ndan Metro Hattı'na intikal ettikleri için 30 Ocak 2009 tarihinden itibaren Taksim İstasyonu'nu kullanan yolcu sayısı azalmıştır. 2 Eylül 2010 tarihinde Metro Hattı'nın, Darüşşafaka İstasyonu'na ulaşması ile Taksim İstasyonu dahil tüm eski istasyonlarda daha belirgin yolcu artışları başlamış; ancak, Taksim İstasyonu dönüşüm öncesi yolcu değerine ulaşamamıştır. En güncel durum itibariyle Taksim İstasyonu başlangıçlı yolculukların sayısı, dönüşüm öncesinden % 6 daha azdır (Şekil 3).



Şekil 3. Taksim, Osmanbey ve Şişli İstasyonları'na ait yolculuk değerleri.

Osmanbey İstasyonu

Dönüşüm süreci yolcu sayısını değiştirmemiştir. Paralel seyir gösteren istasyon yolcu sayısı 2010 yaz aylarında %17 azalmakla birlikte 2 Eylül 2010 tarihinden itibaren Darüşşafaka İstasyonu'nun sisteme eklenmesiyle birlikte sürekli bir yükseliş trendine girerek günümüze kadar en yüksek değeri olan 33.000 yolcu sayısına varmıştır. Bu değer, dönüşüm öncesi en iyi değerinin %10 üzerinde bir değerdir (Şekil 3).

Şişli(Mecidiyeköy)İstasyonu

Dönüşüm süreci başlangıcındaki yolcu sayısı 41.679'dur. 2010 yılı Eylül Ayı'nda bu değer değişmediği; 2 Eylül 2010 tarihinde Darüşşafaka İstasyonu'nun açılmasıyla birlikte yükseliş trendine girerek günümüze kadar en yüksek değeri olan 50.485 ortalama yolcu sayısına ulaştığı ve artışın devam ettiği görülmektedir. Hattın uzayıp daha uzak noktalara kadar ulaştırabilmesi ve bu istasyonun Metrobüs Hattı ile kolay aktarma noktası olması sebebiyle her geçen gün yolcu sayısı artmaktadır. Ulaşılan son ortalama değer, dönüşüm öncesi ortalama değerinin %16 üzerindedir (Şekil 3).

Gayrettepe İstasyonu

Dönüşüm süreci öncesinde 7.402 olan günlük yolcu sayısı, dönüşümün tamamlanıp Metro Hattı'nın Darüşşafaka İstasyonu'na ulaşmasıyla birlikte % 36 artışla 10.101'e ulaşmıştır. Bu istasyon civarında çalışan insanların artık Metro Hattı'nı daha fazla kullandıkları görülmektedir (Şekil 4).

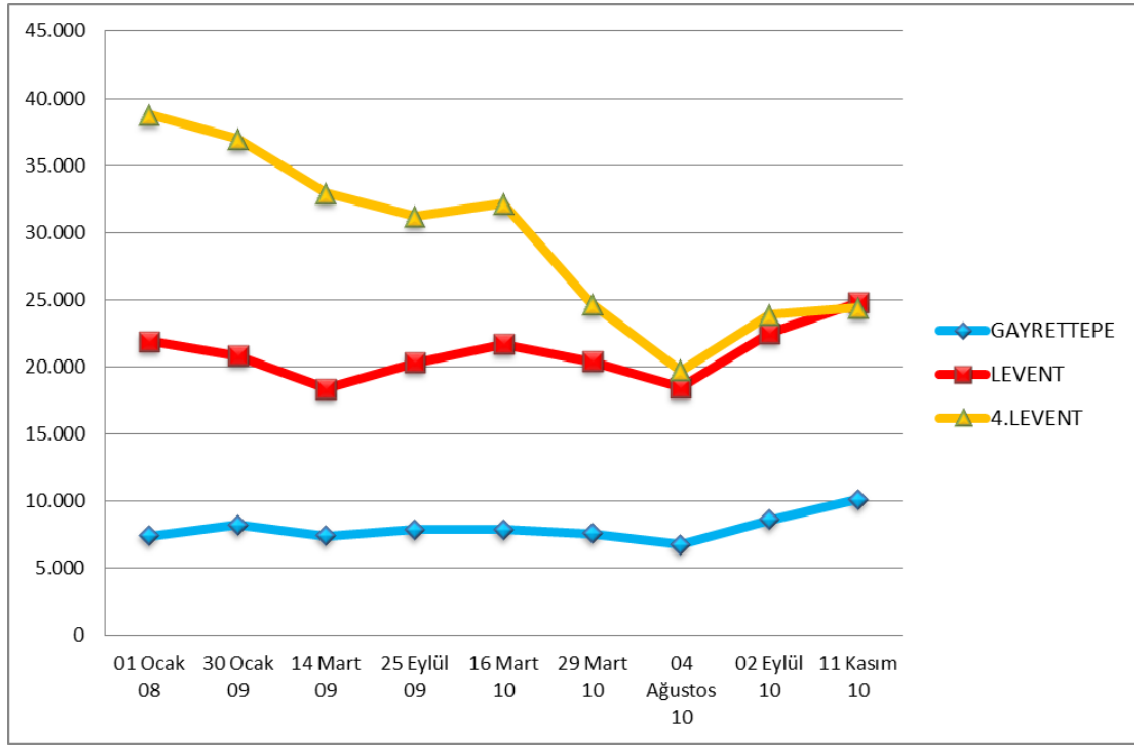
Levent İstasyonu

Dönüşüm süreci boyunca ortalama yolculuk sayısı paralel seyir göstermekle birlikte, sürecin tamamlanıp Hattın Darüşşafaka İstasyonu'na ulaşmasıyla birlikte, ortalama yolcu sayısında % 13'lük artış görülmektedir (Şekil 4).

4.Levent İstasyonu

4.Levent İstasyonu, dönüşüm süreci öncesinde kuzeyden gelen bir çok otobüs hattının, Anadolu Yakası'ndan gelen bazı otobüs hatlarının, Metro Hattı'nı kullanmak isteyen ve aracını park ederek toplu taşıma ile yolculuklarına devam eden yolcuların Metro Hattı'na entegre olduğu istasyondur. İstasyonun bu özelliği 30 Ocak 2009'da sunulan sınırlı servisle dahi değişmeye başlamıştır. Dönüşüm süreci sonunda artık normal bir "ara istasyon" durumuna dönüşen 4.Levent İstasyonu'nun yolculuk değerleri, sinyalizasyon dönüşümünün tamamlanmasından sonra en alt seviyeye inmiştir (Şekil 4).

4. Levent İstasyonu, son istasyon konumundayken günlük ortalama 38.753 biniş yapılmaktaydı. 30 Ocak 2009 tarihinden itibaren kuzey hattı saat 10:00-16:00 arasında çalışırken dahi bu sayı 36.950'ye; 9:15-17:00 arasında hizmet verilmesiyle 32.933'e, 06:15-21:07 arasında işletmeye geçilmesiyle 31.187'ye, Taksim-AOS arasında aktarmasız (tam mesaili) işletmeye geçilmesiyle de 24.668'e inmiş; bundan sonra en düşük değeri ise 23.883 biniş olarak belirlenmiştir (Ağustos 2010 yaz ayları koşulları hariç). Dönüşüm öncesine göre biniş sayısında %38 düşüşün yaşandığı 2010 Kasım Ayı'ndan sonra, Darüşşafaka İstasyonu'nun açılmasının pozitif etkisiyle bu minimum değer günümüze gelirken %2 oranında artış göstermiştir.



Şekil 4. Gayrettepe, Levent ve 4. Levent İstasyonları'na ait yolculuk değerleri.

Yeni Eklenen İstasyonlar

Yeni eklenen istasyonların her biri buldukları noktalarda dönüşümün her aşamasında yolcu sayısını ve Metro Hattı'na yönelişi arttıran grafikler ortaya koymuştur. Sınırlı saatlerde ve sefer aralığı nispeten yüksek (11 dakika) iken de yolcuların Metro Hattı'nı tercihi aşamalarla servisin iyileştirilmesiyle artmıştır.

Şişhane İstasyonu

30 Ocak 2009'da 4.279 yolcu ile başlayan ve günümüze kadar Şişhane-Taksim arasındaki mekik hattının istasyonu olarak çalışan Şişhane İstasyonu, esasen kuzeydeki 4.Levent-AOS hattının dönüşümü ve sunduğu hizmetin iyileşmesiyle yolcusunu arttırmıştır. Sonradan Darüşşafaka İstasyonu'nun mevcut hatta eklenmesiyle de artışın ivmesi büyümektedir. Günlük ortalama taşınan yolcu sayısı kuzey hattının aktarmasız işletmeye geçtiği 29 Mart 2010 tarihine kadar % 70 artışla 7.300 bandına ve Darüşşafaka İstasyonu'nun açılmasından sonraki süreçte de toplam % 132 artışla 10.000 sınırına gelmiştir (Şekil 5).

Sanayi İstasyonu

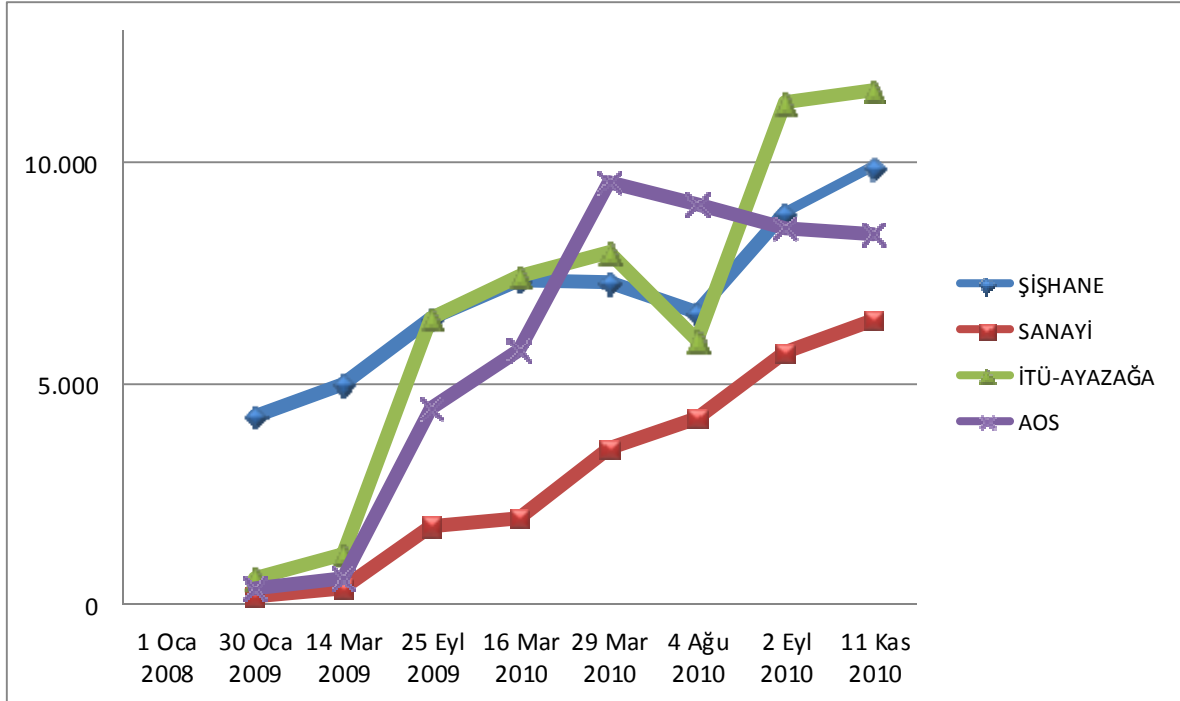
Başlangıçta günlük 176 yolcu ile hizmete başlayan Sanayi İstasyonu'nda yolcu sayısı, kuzey hattında gün içindeki hizmet saatlerinin tedricen iyileşip sefer aralığının azaltılmasıyla yükselmişse de Taksim-AOS İstasyonları arasında aktarmasız seferlerin başlaması öncesine kadar ancak 2.000 civarına gelebilmiştir. Çünkü Sanayi Mahallesi yolcuları burada kuzey hattında çalışan treni 11 dakika (veya daha sonra 7 dakika) bekleyerek bir istasyon sonra 4.levent İstasyonu peronunda Taksim'e giden başka bir trene geçmek suretiyle kendilerine zaman kaybettiren bir erişim yerine yakınlarında olan 4.Levent İstasyonu'na eskiden yaptıkları gibi yürümek veya mahalle merkezinden ilk hareketi olan toplu taşıma araçlarını kullanmayı tercih etmişlerdir. 29 Mart 2010'da aktarmasız işletme ile birlikte 3.545'e çıkan yolcu sayısı bu tarihten sonra sürekli artmış ve Ağustos 2010'da dahi yolcusu artan tek istasyon olarak günümüze gelmiştir. Mart 2011'de günlük ortalama yolcu sayısı artık 6.500 seviyesine gelmiştir (Şekil 5).

İTÜ Ayazağa İstasyonu

Çalışma saatlerinin 10:00-16:00 ve 09:30-17:00 olduğu dönüşümün ilk 8 ayında günlük yolcu sayısı ancak 1.120 olabilmiştir. Çünkü çoğunlukla İstanbul Teknik Üniversitesi ile karşısındaki iş merkezlerinden gelen yolcuya hitap eden bu istasyonun ilk 8 aylık dönemdeki çalışma saatleri bu sektörlerin başlama-bitiş saatlerine uygun değildi. Çalışma saatlerinin 06:15-21:07'ye çıkmasıyla dramatik artış görülerek 6.473 yolcu sayısına ulaşıldı. Aktarmasız servisin başladığı 29 Mart 2010'da bu sayı 7.983'e çıkmış sonrasında da sürekli artarak 11.647'ye yükselmiştir (Şekil 5).

Atatürk Oto Sanayi (AOS) İstasyonu

30 Ocak 2009'da 359 yolcu ile işletmeye açılan bu istasyon, kuzeyde son istasyon konumunda bulunmasına rağmen, sınırlı mesaili çalışılan süreçte yolcu daha kuzeyden gelirken bu istasyonu kullanarak Metro Hattı'na entegre olmayı tercih etmemiş, eski alışkanlıklarını sürdürerek 4. Levent İstasyonu'ndan binış yapmayı tercih etmişlerdir. 06:15-21:07 arasında işletmenin başladığı 25 Eylül 2009'dan itibaren büyük bir artış ile bu istasyon 600 yolcu seviyesinden 4.500 yolcu seviyesine çıkmıştır. Zirve yolcu değeri ise 29 Mart 2010'da Taksim-AOS İstasyonları arasında aktarmasız seferlerin başlamasıyla görülmüştür (9.578 adet binış). Bu yükseliş, aktarmasız seferlerle birlikte kuzeyde oturan yolcunun artık 4. Levent'e kadar gitmek yerine AOS İstasyonu'nda Metro Hattı'na geçiş yaptığını veya merkezden kuzeye giderken AOS İstasyonu'na ulaştıktan sonra başka bir ulaşım modu ile yoluna devam ettiğini göstermektedir. 2 Eylül 2010 tarihinde Darüşşafaka İstasyonu'nun hizmete girmesi ile AOS İstasyonu'nun son istasyon olma hali sona ermiş, ancak bundan sonraki süreçte yolcusu azalmakla birlikte yolcu sayısında dramatik bir düşüş gözlenmemiştir. Günümüze gelirken, zirve noktadan % 12,5 düşüşle 8.381'e inen yolcu binış sayısının 4.Levent'teki kadar büyük oranda olmamasına AOS İstasyonu'nun Büyükdere Caddesi'nin her iki tarafına hitap eden Metro altgeçidi ve cadde kotuna bağlantılı yürüyen merdiven ve asansörlerinin kullanım imkanı sebebiyle diğer toplu ulaşım türlerine aktarmada uygun imkan sunabilmesi ve Darüşşafaka İstasyonu'nun açılmasının, Metro Hattı'nın tüm istasyonlarının yolcu sayısına olumlu etkisinin etkili olduğu düşünülebilir (Şekil 5).



Şekil 5. Yeni eklenen istasyonlara ait yolculuk değerleri.

Sonuçlar

Dünyanın benzer metropollerinde olduğu gibi İstanbul'da ilk kez bir metro hattının uzatılması, sisteme yeni vagonların katılması ve mevcut sinyalizasyon sisteminin değiştirilerek yeni istasyonlarla eski istasyonların beraber işletilebildiği bir hale dönüşüm süreci yaşanmıştır.

Bu çalışmada süreç boyunca yeni istasyonların eklenmesi, aktarmalı halde sefer aralıklarının azaltılması ve aktarmasız işletmeye geçilmesi aşamalarının yolcu sayısına etkileri istasyon bazında eski ve yeni istasyonlar için incelenmiş ve elde edilen dönüşüm verileri kullanılarak sebep-sonuç ilişkili yorumlar yapılmıştır. Yolcuya sunulan ideal raylı toplu ulaşımın aktarmasız, düşük sefer aralıklı, tam mesaili bir standartta olması gerektiği muhakkaktır. Bununla birlikte aktarma bulunsa dahi, ilave ücret alınmaması ve yolcuya süre kazandırıcı özelliğin bulunması halinde yolcunun tercihinin alınabildiği görülmüştür.

Dönüşümün başladığı 30 Ocak 2009 tarihinden Taksim-Atatürk Oto Sanayi İstasyonları arasında aktarmasız seferlerinin başladığı 29 Mart 2010 tarihine kadarki 14 aylık süreçte yolcu alınmayıp dönüşümün tamamlanması ardından yolcu taşınmaya başlanması tercih edilse idi 6 milyonu aşkın İstanbullu, raylı sistemi değil karayolunu kullanmak zorunda kalacaktı. Bu da ilave akaryakıt tüketimi, hava kirliliği, trafik sıkışıklığı, trafikte harcanan zamanlar biçiminde toplumsal kayıplar anlamına gelecekti.

İstanbul Metrosu, başarılı bir dönüşüm süreci sonunda istasyon sayısını 6'dan 12'ye, vagon sayısını 32'den 124'e çıkarmış; sinyalizasyon sistemini de güncelleyerek daha sık sefer aralıklı işletme yapılabilecek şartlara sahip olmuştur.

Kaynaklar

1. Gerçek, H. ve Demir, O. (2005) 4. Levent – Ayazağa – Maslak Sanayi Metro Project Economic and Financial Feasibility Study.
2. Gerçek, H. ve Demir, O. (2007) 4. Levent – Ayazağa – Hacıosman (Tarabya Kavşağı) Metro Projesi Ekonomik ve Mali Fizibilite Etüdü.

İstanbul'daki Kentiçi Raylı Sistemlerde Hat Bakımı ve Maliyeti

Prof. Dr. Zübeyde ÖZTÜRK İnş. Yük. Müh. **M. Nesih DEMİRDAĞ**
İTÜ İnşaat Fakültesi Ulaştırma İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü

Öz

Ülkemizde son yıllarda nüfus ve buna bağlı olarak trafik yoğunluğunun fazla olduğu şehirlerde trafik yoğunluğunu azaltmak ve çevreye duyarlı bir toplu taşıma gerçekleştirebilmek için kent içi raylı sistemler arttırılmaktadır. Yapılan kent içi raylı sistemlerin işlevlerini yerine getirebilmesi için bu sistemlerin uygun bakımının yapılması gerekir. Bakım çalışmalarının nasıl ve hangi yöntemlerle yapılması gerektiği ve bakım maliyetlerinin ne olduğu bir raylı sistemin işletme maliyetleri için önemli kriterlerdendir. Bu çalışmada kentiçi raylı sistemlerde bakım maliyetleri, üstyapı türü açısından karşılaştırma ve değerlendirmeye yönelik bir araştırma yapılmaktadır. Bunun için, incelenen sistemlerin (2002-2009) yılları arasında taşıdığı yolcu sayıları ve toplam bakım maliyetleri belirlenerek, yıllık taşınan yolcu sayısına göre her sistemin birim bakım maliyetleri incelenmektedir.

Anahtar sözcükler: *Tramvay, Hafif Metro, Metro, Koruyucu ve Düzeltici Bakım.*

Giriş

Ülkemizde artan trafik yoğunluğunun fazla olduğu şehirlerde kara taşımacılığının getirmiş olduğu çevre kirlenmesi, kazalar ve trafik sıkışıklığının giderilmesi için kent içi raylı sistemlere önem verilmektedir. Bazı şehirlerimizde yeni raylı sistem inşaatları yapılmakta ve yeni yatırımlar yapılmaktadır.

Raylı sistemlerin yatırım maliyeti yüksek olduğu için, etüt aşamasında kent içi raylı sistemin seçilmesiyle birlikte, işletme ve bakım maliyetleri açısından optimum üstyapı tipinin seçilmesi de önemlidir. Üstyapının doğru seçilmesi işletme aşamasında çıkan problemlerden dolayı oluşan sefer kayıplarını ve yüksek bakım maliyetlerini minimuma indireyecektir. İstanbul kent içi raylı sistemlerde şu an 4 saatlik bir maksimum bakım süresi bulunmaktadır ki, bu sürenin ilerleyen yıllarda artan trafik yoğunluğu ile birlikte azalması zorunlu olacaktır. Bu durumda hatların işletmeye kapalı oldukları bakım süreleri daha azalacağından bakım kalemlerini ve bakım sürelerini minimize edecek şekilde üstyapı sistemlerinin seçilmesi önemlidir. Yeni yapılan kent içi raylı sistemlerde bakım maliyetleri ve servis ömrü göz önünde bulundurularak daha az bakım gerektiren ve servis ömürleri daha fazla olan üstyapı tipleri seçilmelidir.

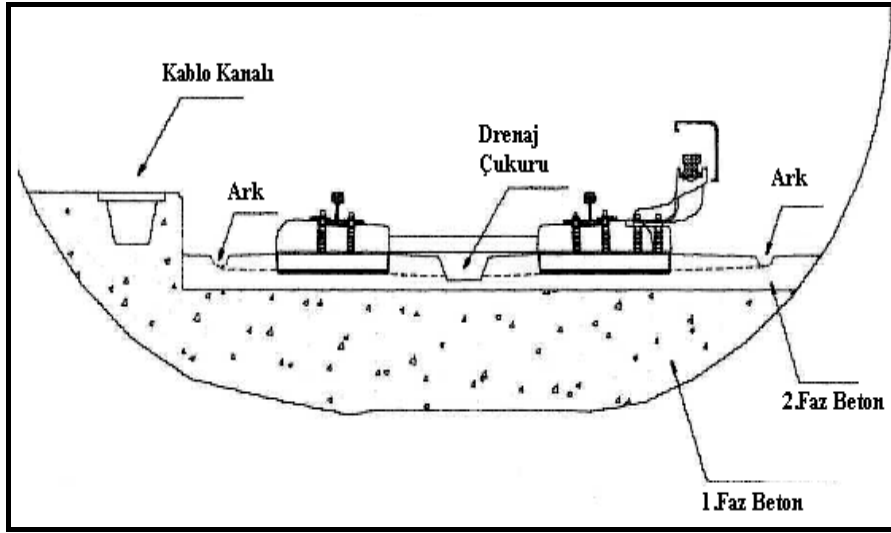
Bakımda önemli olan; sistem arızalanmadan önlem almak ve işletimi tehlikeye sokacak durumları önceden belirleyip, gereken koruyucu bakımı yapmaktır. Raylı sistemler veya diğer tüm mekanik sistemlerde bakım hiçbir zaman arıza durumunda yapılan bir iş olmamalıdır, (Alstom, 2002; Vossloh, 2009).

İncelenen Kentiçi Raylı Sistemlerin Üstyapısı

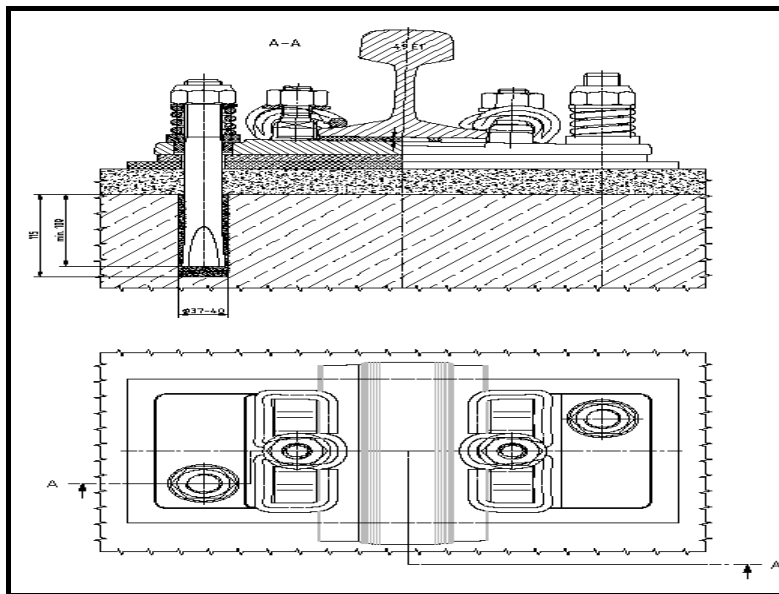
İstanbulda mevcut metro, hafif raylı sistem ve cadde tramvayı gibi kentiçi raylı sistemlerin bakım işi ve maliyetleri gibi bilgilerine altlık oluşturması ve hangi tip üstyapıda ihtiyaç duyulan bakım maliyetlerinin ne olduğu hakkında değerlendirme yapabilmek açısından önce bu sistemlerin üstyapı tipleri hakkında kısa bilgi verilmesi uygun görülmüştür. İstanbul'daki tramvay hatlarının ortaya çıkan işletme kapasitesi değerleri yüksek olduğu için bu üç tür raylı sistem birarada değerlendirilmiştir.

Metro

İstanbul Metrosunun 1. aşama üstyapı sistemi; ikiz blok beton traversler, makaslar için ahşap traversler ve traverslerle ilişkili olan elastik travers çizmeleri, travers altı mikroselüler yastıklar ve elastik ray bağlantı elemanlarından oluşmaktadır.



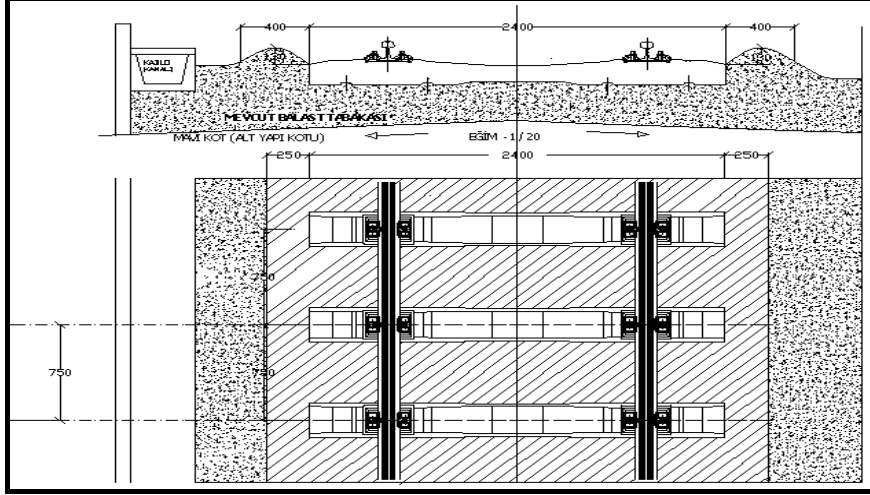
Şekil 1. İstanbul Metrosunun üstyapı kesiti-STEDEF.



Şekil 2. İstanbul Metrosu üstyapısının kesit ve planı-Vossloh Sistem 336.

Hafif Metro (LRT)

Hafif metro hattı 2 aşama olarak inşa edilmiştir. 1. aşamada Aksaray-Esenler arasındaki hat tamamen balastlı bir üstyapı seçilerek (Şekil 3), 2. aşama olan Otogar-Havaalanı arasındaki hat ise Yenibosna'ya kadar balastlı, Yenibosna-Havaalanı arası sürekli beton kiriş üzerine monte edilen doğrudan tespitli sistem olarak uygulanmıştır.

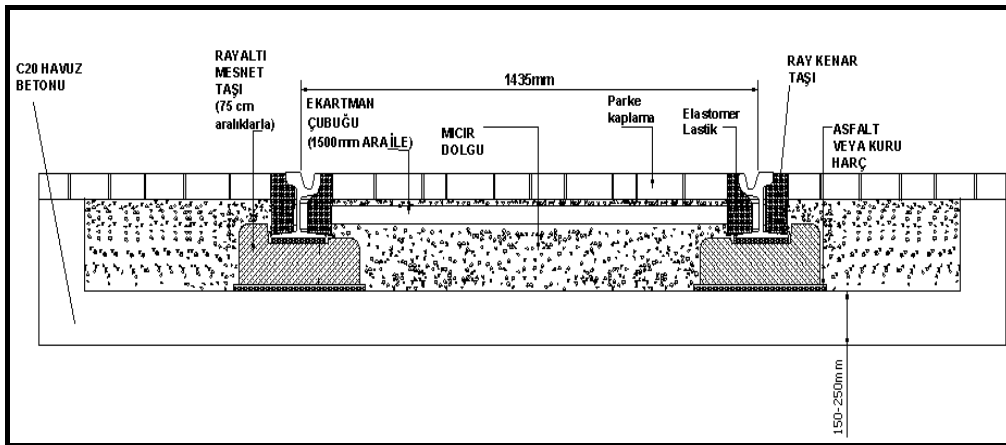


Şekil 3. LRTde balastlı üstyapı kesiti.

Cadde Tramvayı

Tramvay hattı aşamalı inşa edilmiş ve işletmeye açılmıştır. Tramvay hattı için ayrılan güzergahta hızlı bir inşa sürecine girilmiş, fakat uluslararası standartlara pek de uymayan bir üstyapı tasarlanmış ve uygulanmıştır. Bu üstyapı tipi, mevcut koşullara cevap veremediği için, farklı zamanlarda yapılan rehabilitasyon projeleri ile üstyapının kalitesi artırılmaya çalışılmıştır.

Yapılan çalışmalardan biri de rayların altına 1,5 m aralıklarla mesnet taşı konularak üstyapının daha stabil hale getirilmeye çalışılmasıdır (Şekil 4). Son yıllarda yapılan yenileme çalışmaları sonucu, elastik ray bağlantı malzemeleri kullanılarak, rayların her iki tarafına beton dökülmek suretiyle üstyapı değiştirilmiştir, (Sevim 2007).



Şekil 4. Tramvay hattı üstyapı kesiti (ray altı taşı).

Raylı Sistem Üstyapısında Bakım Tipleri ve Maliyetleri

Bakım sınıflandırılmasını, detaya girmeden 2 ana başlıkta özetlemek mümkün olup, bunlar koruyucu ve düzeltici bakımdır.

Koruyucu (Periyodik) Bakım

Koruyucu bakım önceden tanımlanmış periyotlarda gerçekleştirilir. Bu tip bakımlarda; görsel kontrol, muayene, ölçüm, yağlama ve cıvata sıkma gibi küçük ölçekli bakım çalışmaları gerçekleştirilir. Yapılan periyodik kontroller esas alınarak ilgili ekipmana ilişkin belli parça değişiklikleri, rayların taşlanması ve bağlantı elemanlarının sıkıştırılması gibi bakımlar da yapılır, (Demirdağ 2007).

3. Ray ile beslenen bir metro hattında yapılan periyodik bakım ve bakım aralıkları Tablo 1’de gösterildiği gibidir.

Tablo 1. 3. Ray ile Beslenen Hattta Yapılan Periyodik Bakımlar.

Periyodik Bakım Adı	Bakım Aralığı
Hattın Sürücü Kabininden	Haftalık
Hat ve 3. Ray Görsel	2 Haftalık
Makas Görsel Kontrolü	3 Haftalık
Makas Boyutsal Kontrolü	2,5 Aylık
Makas Yağlama	2,5 Aylık
Bağlantı Elemanları Kontrolü	Yıllık
Hat Geometrisi Kontrolü	Yıllık
3.Ray İzalatörü Ankraji Kont-	Yıllık
3.Ray Besleme Bağlantısı	Yıllık
3.Ray Pozisyon Aşınması	Yıllık
3.Ray Genleşme Derzi Kont-	Yıllık
Durdurucu Tampon Bakımı	Yıllık
İzole Cebire Kontrolü	Yıllık
Ray Taşlama	2 Yıllık

Düzeltilici Bakım

Düzeltilici bakım işlemleri ray hattı ile ilgili olaylar sonrasındaki müdahaleleri içerir. Kural olarak söz konusu işlemler orta vadede program kapsamında yer almaz. Büyük çaplı parça değişiklikleri, hattın yenilenmesi ve program dışı oluşan aksaklıkların tamiri bu kapsama dahil edilir. Düzeltilici bakım kapsamında; ray bağlantı elemanlarının değiştirilmesi, ray kusurlarının tamiri, ray değiştirme, travers değiştirme, hat geometrisinin düzeltilmesi, izole cebirelerin değiştirilmesi ve tamiri, buraj, balast eleme, dolgu kaynağı ve ısıl işlem uygulamaları, makas dil takımı ve göbek değiştirilmesi, ray taşlama ve 3. ray arıza işleri yapılabilmektedir.

Bakım Maliyetleri

Belirtilen hatlarda 8 yıllık sürede gerçekleştirilen bakım maliyetleri ve taşınan yolcu sayılarından yararlanılarak birim işe düşen bakım maliyetleri belirlenmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bunun için ilgili Kurumdan gerekli verilerin alınarak derlenmesi önemlidir.

LRT, tramvay ve metroya ait yıllık yolcu sayıları, bir yılın değerlerinin bir sonraki yılın değerlerine göre değişimi dikkate alınarak bir önceki yıla göre artış yüzdesi ve bu artışların cebirsel toplamından hareketle 2002-2009 yılları arasındaki toplam artış yüzdeleri belirlenmiştir. En fazla artışın tramvayda olduğu, onu metro ve LRT'nin izlediği tablodaki değerlerden net olarak görülmektedir.

Yıllık Yolcu Sayıları

İncelenen sistemlerin yolcu sayıları Tablo 2'de verilmekte olup, tramvayın yolcu sayılarının 2002 yılında LRT'nin gerisinde olmasına rağmen, hızlı bir şekilde artarak 2008 ve 2009 yıllarında onu geçtiği görülmektedir, (İ.U.A.Ş.den alınan bilgiler).

Tablo 2. İncelen Kentiçi Raylı Sistemlerin Yolcu Sayıları.

YILLIK YOLCU SAYILARI ARTIŞI						
	LRT	TRAMVAY	METRO	LRT (%)	TRAM (%)	MET. (%)
2002	52.963.072	44.891.357	35.581.375	6,43	-2,47	9,15
2003	56.370.080	43.781.365	38.836.858	13,76	12,64	12,04
2004	64.128.508	49.314.437	43.514.341	9,89	17,68	8,64
2005	70.473.388	58.034.653	47.273.883	10,14	15,92	11,22
2006	77.622.397	67.273.895	52.576.758	4,56	16,91	7,03
2007	81.158.613	78.651.772	56.274.283	-6,11	3,14	3,26
2008	76.199.671	81.123.202	58.110.105	-9,48	1,17	-2,21
2009	68.973.291	82.069.309	56.827.168	30,23	82,82	59,71

Bir önceki yıla göre artış yüzdesi

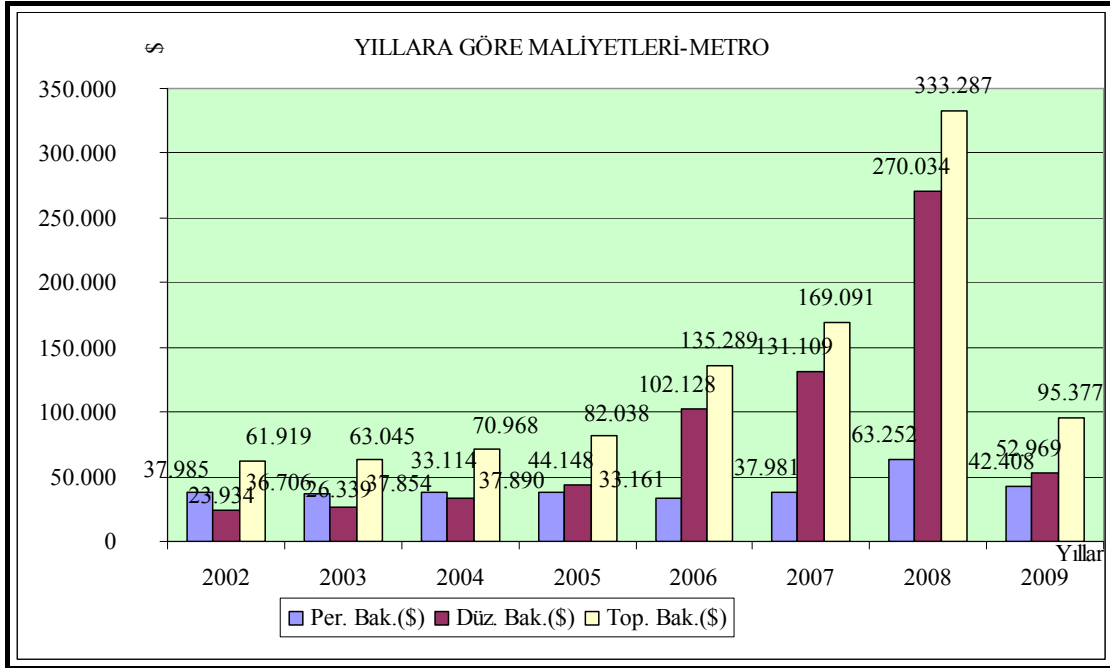
2002'den itibaren 2009'ya kadar olan toplam artış

İncelenen Kentiçi Raylı Sistemlerin Bakım Maliyetleri

2002-2009 yılları arasında 8 km uzunluğunda olan İstanbul metrosunda yapılan hat işleri ile ilgili bakım maliyetleri periyodik, düzeltici ve toplam bakım olarak Tablo 3 de verilmektedir. 2008 yılında görülen bakım maliyetlerindeki artış, hattın tümünde yapılan koruyucu ve düzeltici taşlamadan kaynaklanmaktadır.

Tablo 3. İstanbul Metrosunun Yıllık Bakım Maliyet Değerleri.

YOLCU VE KM YILLIK BAKIM MALİYETLERİ-METRO						
Yıllar	\$/Km	\$/Yolcu	Per. Bak.(\$)	Düz. Bak.(\$)	Top. Bak.(\$)	Yıllık Yolcu
2002	7.739,89	0,00174	37.985	23.934	61.919	35.581.375
2003	7.880,67	0,00162	36.706	26.339	63.045	38.836.858
2004	8.871,00	0,00163	37.854	33.114	70.968	43.514.341
2005	10.254,78	0,00174	37.890	44.148	82.038	47.273.883
2006	16.911,15	0,00257	33.161	102.128	135.289	52.576.758
2007	21.136,33	0,00300	37.981	131.109	169.091	56.274.283
2008	41.660,85	0,00574	63.252	270.034	333.287	58.110.105
2009	11.922,08	0,00168	42.408	52.969	95.377	56.827.168
Toplam	126.376,74	0,0197	327.238	683.776	1.011.014	388.994.771
Ortalama	15.797,09	0,00247				



Şekil 5. İstanbul Metrosunun yıllık bakım maliyetleri grafiği.

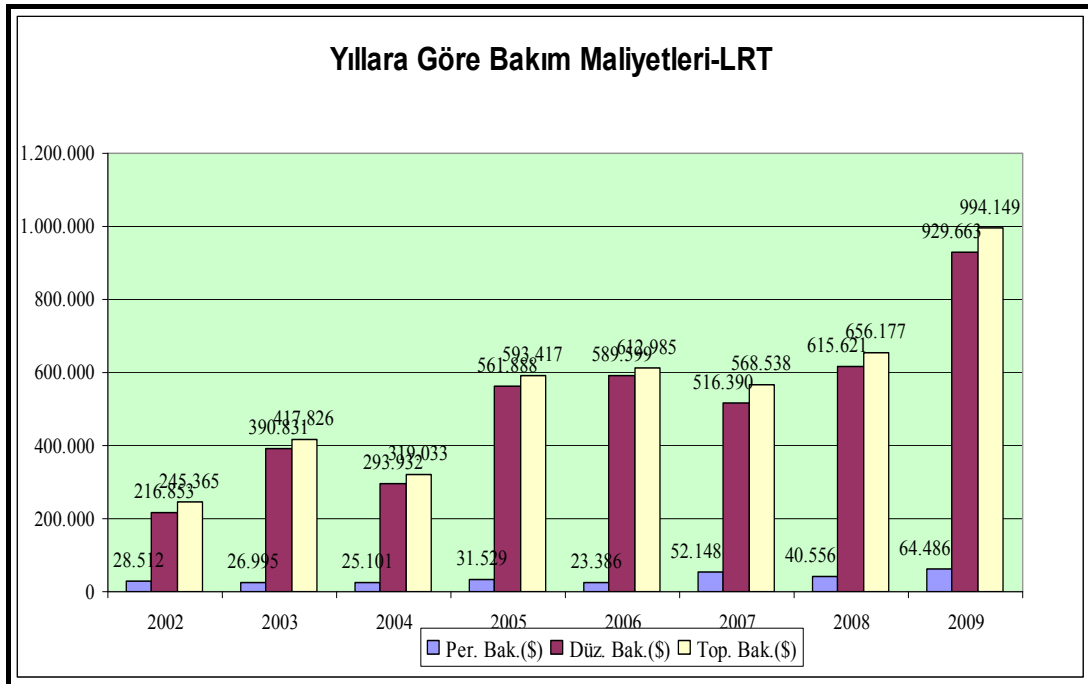
Tablo 4’de 20,5 km uzunluğundaki LRT hattına ait bakım maliyetleri ve yolcu sayılarına göre her yıla ait yolcu başına ve yolcu-km başına bakım maliyetleri belirlenmiştir. (LRT: Aksaray-Havaalanı).

2009 yılında görülen düzeltici bakım maliyetindeki artış, hattın tümünde conta bölgelerinde yapılan balast değiştirme ve tüm hat genelinde yapılan makineli buraj çalışmalarından kaynaklanmaktadır.

Tablo 4. LRTnin Yıllık Bakım Maliyetleri.

YOLCU VE KM YILLIK BAKIM MALİYETLERİ-LRT						
Yıllar	\$/Km	\$/Yolcu	Per. Bak.(\$)	Düz. Bak.(\$)	Top. Bak.(\$)	Yıllık Yolcu
2002	11.969	0,00463	28.512	216.853	245.365	52.963.072
2003	20.382	0,00741	26.995	390.831	417.826	56.370.080
2004	15.563	0,00497	25.101	293.932	319.033	64.128.508
2005	28.947	0,00842	31.529	561.888	593.417	70.473.388
2006	29.902	0,00790	23.386	589.599	612.985	77.622.397
2007	27.734	0,00701	52.148	516.390	568.538	81.158.613
2008	32.009	0,00861	40.556	615.621	656.177	76.199.671
2009	48.495	0,01441	64.486	929.663	994.149	68.973.291
Toplam	215.000	0,06337	292.713	4.114.777	4.407.490	547.889.020
Ortalama	26.875	0,00792				

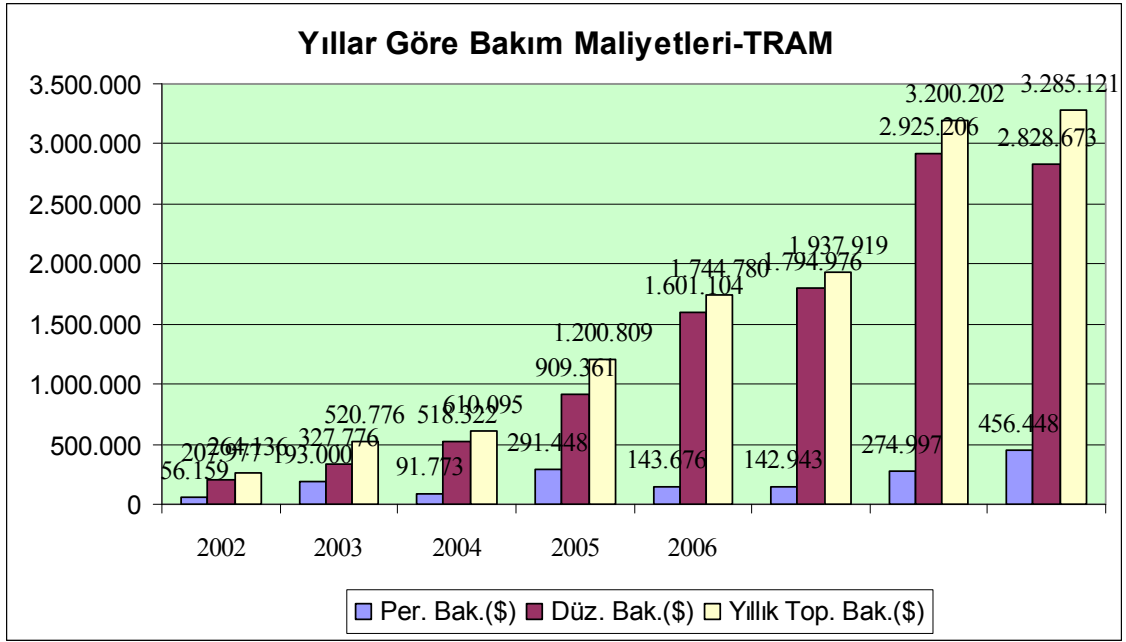
Şekil 6'da LRT hattında 2002-2009 yılları arasında yapılan periyodik, düzeltici bakım ve toplam bakım maliyetleri diyagram olarak gösterilmektedir. Buradan net olarak görüldüğü gibi, 2004 yılı dışındaki tüm yıllarda düzeltici bakım maliyetleri ve toplam bakım maliyetleri yıl geçtikçe artmaktadır. Özellikle düzeltici bakım maliyetlerinin artması, sistemde bakım ihtiyacının her geçen yıl arttığını göstermektedir.



Şekil 6. LRT için yıllık bakım maliyetleri grafiği

Tramvay hattında 2002-2009 yılları arasında yapılan periyodik ve düzeltici bakımlara bakıldığında (Şekil 7) 2002'den itibaren periyodik bakımların az, düzeltici ve toplam bakım maliyetlerinin ise daha fazla arttığı görülmektedir.

Çünkü, yenileme çalışmalarını da düzeltici bakım kapsamında değerlendirilmiştir.



Şekil 7. Tramvayın yıllık bakım maliyetleri grafiği

Tablo 5’de 13km uzunluğundaki Eminönü-Zeytinburnu tramvay hattının yolcu ve km başına bakım maliyetleri verilmektedir.

Tablo 5. Tramvayın Yıllık Bakım Maliyetleri.

YOLCU VE KM YILLIK BAKIM MALİYETLERİ-TRAM						
Yıllar	\$/Km	\$/Yolcu	Per. Bak.(\$)	Düz. Bak.(\$)	Yıllık Top. Bak.(\$)	Yıllık Yolcu
2002	19.566	0,00588	56.159	207.977	264.136	44.891.357
2003	38.576	0,01189	193.000	327.776	520.776	43.781.365
2004	45.192	0,01237	91.773	518.322	610.095	49.314.437
2005	88.949	0,02069	291.448	909.361	1.200.809	58.034.653
2006	129.243	0,02594	143.676	1.601.104	1.744.780	67.273.895
2007	143.550	0,02464	142.943	1.794.976	1.937.919	78.651.772
2008	237.052	0,03945	274.997	2.925.206	3.200.202	81.123.202
2009	243.342	0,04003	456.448	2.828.673	3.285.121	82.069.309
Toplam	945.470	0,1809	1.650.443	11.113.395	12.763.838	505.139.990
Ortalama	118.184	0,02261				

Karşılaştırma

Tablo 6’da, çalışmada incelenen kentiçi raylı sistemlerin yolcu ve km başına düşen toplam hat bakım maliyetleri verilmektedir.

Tablodan da görüldüğü gibi LRT’deki yolcu başına düşen 8 yıllık ortalama bakım maliyeti metro’nun yaklaşık 3,5 katı, km başına düşen bakım maliyeti ise 2 katı olmaktadır. LRT hattının balast-

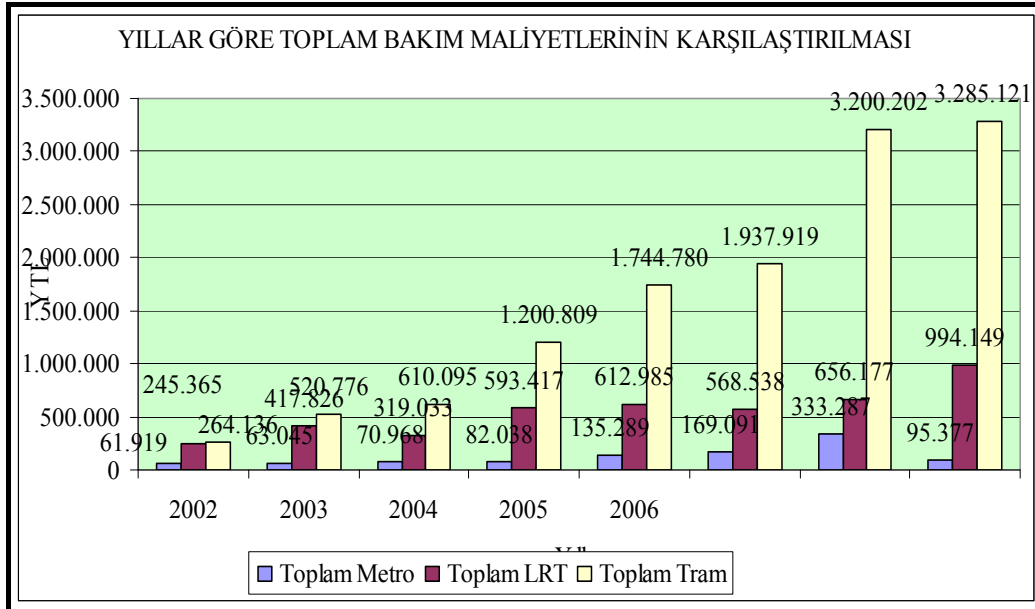
lı üstyapı ve yenileme ihtiyacının olmasından dolayı maliyetlerin balastsız üstyapıya göre fazla olması gayet doğaldır.

Tramvay hattının yolcu başına düşen 8 yıllık ortalama bakım maliyeti metronun yaklaşık 10 ve km başına düşen bakım maliyeti ise yaklaşık 8 katı civarındadır. Tramvay hattı üstyapısının gömülü sistem olmasından ve ilk yapım aşamasında uygun bir üstyapı uygulaması yapılmadığı için üstyapı bakım maliyetlerinin balastlı ve balastsız hatlara göre yüksek olması beklenen bir sonuçtur.

Özellikle 2008 ve 2009 yıllarında yolcu ve km başına düşen bakım maliyetleri ortalamasının üzerinde görülmektedir. Bu durum ise tramvay hattının bu yıllarda yenilenmesinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 6. Yolcu-kmye Düşen Bakım Maliyetlerinin Karşılaştırılması.

YOLCU VE KM BAŞINA BAKIM MALİYETLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI						
Yıllar	Metro (\$/Km)	Metro (\$/Yolcu)	LRT (\$/Km)	LRT (\$/Yolcu)	Tram (\$/Km)	Tram (\$/Yolcu)
2002	7.740	0,0017	11.969	0,0046	19.566	0,0059
2003	7.881	0,0016	20.382	0,0074	38.576	0,0119
2004	8.871	0,0016	15.563	0,0050	45.192	0,0124
2005	10.255	0,0017	28.947	0,0084	88.949	0,0207
2006	16.911	0,0026	29.902	0,0079	129.243	0,0259
2007	21.136	0,0030	27.734	0,0070	143.550	0,0246
2008	41.661	0,0057	32.009	0,0086	237.052	0,0394
2009	11.922	0,0017	48.495	0,0144	243.342	0,0400
Ortalama	15.797	0,0025	26.875	0,0079	118.184	0,0226



Şekil 8. Kentiçi raylı sistemlerin toplam bakım maliyetlerinin karşılaştırılması.

Şekil 8’de incelenen tüm sistemlerin yıllık bazda toplam bakım maliyetleri arasındaki fark net olarak görülmektedir.

Sonuç

Kent içi raylı sistemlerin verimli kullanılması ve servis ömürlerinin fazla olması için; tasarım aşamasında geçki seçiminin şehir planına ve yolculuk taleplerine uygun olması gerekmektedir. Bununla birlikte yapılacak hattın altyapısı ve üstyapısı da sistem ömründe ve işletim maliyetlerinde önemli olduğu için, gerekirse altyapının güçlendirilmesi ve doğru üstyapı sisteminin kullanılması gerekmektedir. Altyapının yeterli yapılamaması durumunda üstyapı hızlı bozulacağından, devamlı bakım gerektirecek, maliyet artacak ve servis ömrünün kısalmasına neden olacaktır.

Üstyapı ömrünün uzun olması; doğru bir üstyapı sisteminin seçilmesi, planlı, sürekli, kalıcı ve doğru malzemelerin kullanıldığı bir bakımla sağlanır. Özellikle koruyucu bakımın zamanında ve sürekli yapılması, düzeltici bakım maliyetlerini azalttığı gibi servis ömrünü de arttırmaktadır.

Bu çalışmaya göre İstanbul'daki balastsız üstyapıların yolcu ve km başına düşen bakım maliyetleri, balastlı ve gömülü üstyapı tiplerine göre daha azdır. Bu nedenle hafif metro ve metrolarda doğrudan tespitli üstyapı seçilirken, yolcu kapasitesinin fazla olmadığı bölgeler dışında, emniyet açısından da tartışmalı olan cadde tramvayının yapımında dikkatli olunmalıdır.

Kaynaklar

1. Alstom, 2002. Track Work Maintenance Manuel, İstanbul.
2. Vossloh, 2009 Doğrudan Tespitli Hat Ray Montaj Prosedürü.
3. Sevim, R., 2007. İstanbul'de Kentiçi Raylı Sistemler ve Üstyapı Hesapları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
4. Demirdağ, Muhammed N., 2007. Kentiçi Raylı Sistemlerde Hat Bakımı ve Maliyeti, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
5. İstanbul Ulaşım San. Tic. A.Ş.den alınan 2010 yılına ait sayısal değerlerin olduğu dökümanlar.

Tramvay Hatlarında Gömülü Ray Sisteminin Titreşime Etkisi

Prof. Dr. Zübeyde ÖZTÜRK
İTÜ İnşaat Fakültesi Ulaştırma

Dr. Yük. Müh. Veysel ARLI
İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü

Yük. Müh. Sabahat T. KİREMİTÇİ
İTÜ İnşaat Fakültesi Ulaştırma

Özet

Kent içi raylı sistemlerden olan tramvay sisteminin yapısal özelliği gereği bulunduğu yol kesimleri diğer araçlar tarafından da kullanılır. Tramvay hatlarında oluklu raylar genelde seletli veya bloklu ray bağlantı elemanları ile betona tespit edilmekte ve çevre yapılarla çok yakın olduğu için kaçak akım, gürültü ve titreşim önlemleri alınması gerekmektedir. Rayın altına elastik tabakalar döşenerek ray ile beton arasının izole edildiği önlemlerin yerine, gömülü raylı sistemde ray tamamen kauçuk ile sarılmaktadır. Bu tür üstyapıda ray sürekli elastik tabaka ile mesnetlidir ve tekerlek yükü noktasal değil, sürekli olarak altyapıya iletilmektedir. Tramvay taşıtlarından kaynaklanan titreşimlerin etkisini azaltmak için 54mlik yolda gömülü ray sistemi uygulaması yapılmıştır. Rayın tamamen kauçuk malzeme ile kaplı olduğu özel titreşim azaltma sistemleri kullanıldığı için, yapılan ölçümlerde titreşimlerin azaldığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Gömülü ray sistemi, tramvay, titreşim sönmleme.

Giriş

Kent içi toplu taşıma sistemleri, birçok şehirde hızlı ve ucuz bir ulaşım olanağı sağlayarak özellikle trafiğin yoğun olduğu saatlerde karayollarındaki trafik sıkışıklığını azaltırlar. Bu sistemler seçilirken ve planlanırken, mevcut ulaşım yolları arasında entegrasyonu sağlamasının yanısıra, hem talebi karşılayacak hem de gelecekteki gelişmelere uyarlanabilecek sistemler tercih edilmektedir. Bunu uygulamak için ekonomik ve kentsel özellikler, talep durumu ve entegrasyon ihtiyacı dikkate alınmaktadır. Kentsel ulaşım projelerinin odak noktası raylı sistemler olmaktadır.

Özellikle tek yönde büyük miktarlarda yolcu taşınmasını gerektiren kesimlerde karayoluna göre sağladığı üstünlük, getirdiği çevresel yararlar, güvenlik ve konfor bu sistemi karayoluna göre oldukça cazip kılmaktadır. Kentiçi raylı taşıma sistemleri ‘yakın mesafe ulaşım sistemleri’ grubuna dahildir. Bu sistemler kısa duraklar arası mesafeye, büyük hızlanma ve yavaşlama ivmesine, küçük durma süresine sahiptirler.

Genel olarak sınıflanmaları tramvay, hafif metro, metro ve banliyö treni şeklindedir. Kentiçi raylı sistemlerin karayolu ile büyük ölçüde ortak üstyapıyı kullanan türü olan ‘tramvay’ geleneksel olarak kent sokaklarında tek ya da dizi şeklinde işletilmektedir. Tramvay karışık kent trafiğinde kapasitesi ve etkinliği daha düşük olan, fakat duraklar arası mesafenin az olması nedeni ile yolcuların yürüyerek duraklara ulaşabildikleri bir türdür.

Kent trafiği içinde işletildiği için hız dūřuktur, sık kavşaklar ve trafik sıklışıklığı ticari hızı azaltmaktadır. Tramvay hattının diğer trafik modları ile i içe olması (ayrılmış olmaması) ve istasyonların birbirine yakınlığı nedeniyle ortalama hız dūřuk olmaktadır.

Tramvay Tūrleri ve Őzellikleri

Tramvay sisteminin yapısal Őzelliđi gereği bulunduğu yol kesimleri diğer araçlar tarafından da kullanılır. Bu nedenle ticari hızları çoğunlukla 15-20 km/saat civarındadır. Trafik sinyal ışıkları planlanırken tramvaylara Őncelik tanınır. Tramvay hatlarının bulunduğu alanlar karayolundan yola çizgiler çizilerek ya da kaldırım taşları koyularak ayrılmaktadır. Tramvay uygulamaları genelde 3 farklı tūrdedir, (Őztūrk 2004).

Lastik Tekerlekli Tramvay

Bu sistemin normal tramvaydan bazı farklılıkları dışında çalışma sistemi olarak aynı amaçla kullanılabilir. Bu araçlar bir bakıma daha Őnceleri İstanbul’da kullanılan trolleybüslerin daha modernize edilmiş halleridir. Fransa’da yaygın bir Őekilde kullanılmakta olan bu tūrde araçlar, optik okuyucuyu takip ederek hat üzerinde optik iz dışında herhangi bir altyapı olmadan ilerler. Dizel motorlu modelleri de vardır, aynı araç hattın bir kısmını elektrik enerjisiyle diğer bir kısmını dizel motorla gidebilir.

Avantaj-Dezavantajları

- Yolun altyapı maliyeti dūřuktur, hat üzerinde optik iz dışında birşey olmadığından rahat bir Őekilde araç trafiği ile birlikte hareket edebilir.
- Çok kūuk yarıçaplı kurları ($R=12m$) ve daha yūksel eđimleri (%13) ıkabilme Őzelliđi vardır,
- Raylı sistemlere gōre esnek olup, gerektiğinde hattan çıkabilir,
- Dūřuk tabanlı oldukları için istasyon maliyetleri dūřuktur,
- Makas problemi yoktur.
- Bazı modelleri az yolcu tařıdıđından nūfusu yođun olan bōlgeler için çok uygun deđildir,
- Lastik tekerlekli bu sistemin enerji maliyeti ve işletme maliyeti biraz daha fazladır,
- Bu araçları imal eden firma sayısı sınırlı olup, normal tramvaylara gōre araç fiyatları daha yūkseldir.

Cadde Tramvayı

Tramvaylar kent sokaklarında işletilen ve transit ulaşım için uygun olmayan araçlardır. Tek veya çift vagonlardan oluşur, diğer karayolu araçları ile aynı yolu kullanır. Yolcular tramvay duraklarına yūrūyerek ulaşabilecek Őekilde durak aralığı kısa tutulur. Kentiçi trafiğin içinde işletildiğinden hızları genelde 20 km/saatten kūuktur. Tramvayların daha etkin işletilebilmesi için kent yollarının planlanmasında çeşitli değişiklikler yapılmaktadır. Bunlar genellikle sinyalizasyon kavşaklarında tramvaylara Őncelik tanımak ve tramvay hatlarının bulunduğu alanları kaldırım taşları ile ayırmak Őeklinindedir, daha farklı uygulamalara da gidilebilir.

Tramvayların etkinliđi tūm iyileřtirmelerle birlikte %20den fazla artmamaktadır. Olumlu yōnleri kısa mesafede etkili olması, kolay ulařılabilirliđi ve kent dekoruna sađladıđı uyumdur. Korunma oranının dūřuklūđu, kentiçi araç trafiđine Őnemli derecede bađlı olması olumsuz yōnlerindedir.

Hızlı tramvay (hafif metro)

Metro ve hafif metronun ayrılmasında, bu sistemlerin tam tanımlamalarının yapılmamış olmasından dolayı zorluklar yaşanmaktadır. Ancak bu sistemin standartlarının metro ya da banliyö treni ile tramvay arasında olduğu söylenebilir. En önemli yararı, çok geniş alanlara yayılan ulaşım talebini ekonomik bir şekilde sağlayabilmesidir. Hafif metro sistemlerinde yol kısmen kontrollüdür, yani yol diğer trafikten kısmen ayrılır, değişik ulaştırma türleri ile eşdüzey kesişmeler olabilir. Yol kontrolü sinyalli ya da görseldir. Bu tür bir sistemin seçilebilirliğinin belli kriterleri vardır. Bunlar, kullandıkları hatta sağlayacakları servis düzeyi, parasal olanaklar ve hattın geçirileceği alanların niteliğidir. Bu kriterlerin ışığında kullanılacak sistem belirlenir.

Avantaj-Dezavantajları

- Genellikle konut sahalarına yakın geçtiğinden ve yoğun bir ağa sahip olduğundan sisteme erişmek kısa sürer,
- Basit ve nispeten sağlam taşıtlar nedeniyle büyük bir güvence sağlamaktadır.
- Hat yapımı kolaydır,
- Duraklarının uygun donanımlı olması ve az yer kaplaması, kent dokusuna uyum sağlamasını kolaylaştırması önemli avantajlarıdır.
- Durakların kötü korunması,
- Yüksek personel sayısı ve gideri,
- Düşük trafik hacmi,
- Diğerlerine göre kötü ulaşım konforu,
- Yol trafiğindeki engeller nedeniyle düşük seyir hızı,
- Zaman tarifesine uyamaması ise dezavantajlarıdır.

Hafif metro; yarı-metro, pre-metro gibi isimler de almaktadır. Kaliteyi bozmadan yani kaliteli oturma yeri düzeni etkilenmeden kapasite değeri 25000 yolcu/saat/yöne çıkarılabilir. Hızı kent merkezinde 20-50 km/saat, kentin uzak kesimlerinde 65-100 km/saat arasındadır. Durak aralıkları 400-800 m arasında olup, yolcular bu duraklara yürüyerek ya da otobüsle ulaşabilir.

Tramvay Üstyapısı

Demiryollarının çoğu klasik balastlı üstyapı tipi şeklindedir, ama giderek balast yerine betonun kullanıldığı demiryolu uygulamaları daha fazla gerçekleştirilmektedir. Beton döşemeli üstyapıya özellikle tünel, köprü ve viyadüklerde gereksinim duyulmakta, ancak toprak gövde üzerinde bulunan kentler arası yüksek hızlı demiryollarında fazla bakım gerektirmeyen iyi bir seyir yolu sağlayabilmek için de beton döşemeli üstyapı kullanılmaktadır.

Balast yatağı demiryolu üstyapısının en zayıf elemanı durumundadır ve en yüksek bakım harcamalarını gerektirmektedir. Beton döşemeli üstyapı, balast yerine ondan daha az şekil değiştiren beton, betonarme ya da asfalttan yapılan taşıma tabakalarının kullanıldığı bir demiryolu üstyapısıdır. Beton taşıma tabakası, sürekli boyuna donatılı ve derzsiz olarak yerinde imal edilmektedir. Balast olmadığı için balastsız (ballastless) veya beton plaklı (slab) hat olarak isimlendirilmektedir, (Eisenman 1975; 1995).

Demiryolu hatlarının dizaynlarında ömür boyu maliyeti (life cycle cost), inşaat süresi, elverişlilik ve durabilite gibi faktörlerin önemi oldukça artmaktadır. Beton döşemeli hatların bazı avantajları vardır. Bunlar;

Tünellerde yapı yüksekliğinin azalması,
Daha az bakım ihtiyacı ve bundan dolayı daha fazla elverişlilik,
Artan servis ömrü,
Trenlerde tilting (araçların kurlarda dever gerekmeksizin yana yatması) teknolojisi ile birlikte hız artışlarına imkan veren yüksek yanal hat direnci,
Yüksek hızlarda balast fırlaması sorununun olmamasıdır.

Özellikle kent içi raylı sistemlerde (tramvay ve metrolarda) işletmenin sürekliliği, konfor, çevresel etkilerden dolayı beton üstyapılar çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Tramvay hatlarında karma trafik şartları (lastik tekerlekli taşıtlar ile birlikte) için rayların tamamen gömülü olduğu beton üstyapı kaçınılmaz olmaktadır.

Sürekli döşeme tipinde raylar sürekli olarak beton taşıma tabakası üzerinde elastik bir tabaka üstüne döşenmekte ve ray kenarlarına akışkan halde ve blok halindeki kauçuk malzeme monte edilmektedir.

Avrupa'da beton finişer araçları ile yol eksenine doğrultusunda ve beton ya da istisnai durumlarda çelik malzemeden yapılmış paralel iki kirişin içlerinde oluşturulan oluklarda, doğal ya da yapay kauçuk yataklar içine döşenmektedir. Bu tipte, içine simetrik ve derzsiz dikdörtgen kesitli iki kanal (çukur) açılan, yaklaşık 0,40m kalınlığında donatılı beton taşıma tabakası kullanılmaktadır. Raylar bu çukurlar içine bir mantar taban levhası üzerine, PVC boruları ile birlikte yerleştirilir. Bu borular olası yanal deplasmanları önleyici ve azaltıcı görev yapmaktadırlar. Geriye kalan boş kısımlar dayanıklı elastik malzeme ile doldurulur. Her tarafından sönümleyici karakterde olan bu yapı, özellikle gürültü ve titreşime duyarlı çevre koşulları için uygundur. Bu tip, ilk kez Hollanda'da EDİLON adı ile 1973'de geliştirilmiş, tünel ve köprülerde başarıyla kullanılmıştır, (Öztürk, Öztürk; 2005).

Daha sonra geliştirilen tipin adı INFUNDO olup, tramvay yollarında ve kentler arası demiryollarında başarılı olmuştur. Hollanda'da 10km yüksek hızlı hat, hafif raylı sistemler ve Madrid Metrosu (100km) önemli uygulama sahalarıdır. Bu dizaynın en büyük avantajı şudur; hat yukardan aşağıya doğru inşa edilir yani bu şekilde yatak yapısındaki toleransların hat geometrisine bir etkisi yoktur. Hollanda Demiryollarının bu sistemde 20 yılı aşan deneyimleri vardır ve çok az bakım gerektiğini ispatlamışlardır. Almanya'da denenen beton döşemeli üstyapı tipleri arasında en iyi sistem olarak seçilmiştir, (Esveld ;1991).

Gömülü Raylı Tramvay Üstyapısı

Raylı sistem ulaşımında küçük ve orta büyüklükteki kentlerde yolculuk talebini karşılayabilen ve kent dokusuna en uygun ulaşım sistemi tramvaydır. Özellikle eski kent merkezlerinde dar kurplu ve yüksek eğimli topoğrafya şartlarına uygun bir tramvay güzergahı geçirilebilmesi çok önemli bir avantajdır. Bununla birlikte konut, okul, hastane, tarihi eser gibi titreşim ve gürültü açısından duyarlı yapıların çok yakınından geçtiği için bu tür çevresel etkilerin seviyesi çok önemli olmaktadır.

Tramvay hatlarında rayın betona montajı iki yöntemle yapılmaktadır:
Ray bağlantı elemanları ile ayrıık mesnetli olarak,

Gömülü ray sistemi ile sürekli mesnetli olarak.

Gömülü ray sisteminde ray altı ve ray kenarları sürekli olarak kauçuk malzeme ile kaplanır. Bu sistemde ray altındaki elastik tabakanın dinamik özellikleri çok önemlidir, trafik ve çevre yapılara bağlı olarak optimize edilmelidir. Çünkü rijitlik katsayısı çok düşük olursa, rayın yanal hareketinden dolayı ekartmanda artış, rayda aşırı gerilmeler ve taşıt stabilitesi sorunları olur. Buna karşın rijitlik katsayısı çok yüksek olursa, beton tabakaya iletilen yükler artmakta, titreşimlerde artış ve konfor sorunu oluşmaktadır.

Bir demiryolu üstyapı tasarımı dayanıklılık, elverişlilik, bakım yapılabilirlik ve güvenilirlik olmak üzere dört açıdan değerlendirilmelidir. Gömülü raylı üstyapı; bu açılardan kendini ispat etmiş, uzun yıllardır kullanılan bir tasarımdır.

Ülkemizde ray bağlantı elemanlı üstyapı sistemi bilinmektedir. Raylar askı tertibatı ile projedeki kot ve eksenine getirildikten sonra ray bağlantı elemanları monte edilmekte ve taşıyıcı beton dökülmektedir. Kaçak akımı önlemek için rayın betondan izolasyonunun yapılması gereklidir. Bunun için ray altına strofor yerleştirilir ve ray kenar yüzeyine bandaj yapıştırılır. Ayrıca ray mantarı ile üst kaplama (beton veya asfalt) arasına elastikliği sağlamak ve suyun sızmasını önlemek için mastik macun serilir.

Gömülü ray sisteminde ise, ray altına ve kenarlarına kauçuk elemanlar yapıştırılmakta ve daha sonra askı tertibatı ile raylar kot ve eksenine getirilmektedir. Bu sistemde, rayın her iki tarafı kauçuk malzeme ile kaplandığı için bandaj, strofor, mastik gibi malzemelere gerek kalmamaktadır.

Gömülü Raylı Üstyapının Üstünlükleri

Gömülü ray sisteminin üstünlükleri aşağıda maddeler halinde özetlenmektedir.

Daha homojen yük dağılımı

Bu sistemin en üstün tarafı, rayın sürekli olarak mesnetlenmiş olmasıdır. Bu sayede homojen bir yük dağılımı sağlanmakta ve betona iletilen tekerlek yükü daha fazla azalmaktadır. Ayrıca raydan çevreye iletilen titreşimler sürekli olarak absorbe edilmektedir.

Taşıyıcı beton ve zemin tabakalarına iletilen yüklerde azalma

Belli aralıklarla (genelde 75cm) seletli veya seletsiz ray bağlantı elemanları ile ray taşıyıcı betona sabitlenmektedir. Titreşimleri ve dinamik yükleri ray altındaki veya selet altındaki elastik tabaka sönümleyerek azaltmaktadır. Tekerlek yükü mesnet noktasında ve komşu iki selete dağılmaktadır. Balastlı hatta mesnet noktasına tekerlek yükünün %40'ı iletilirken beton hatta bu değer %70 mertebesindedir.

Yapısal gürültü ve titreşimlerde önemli oranda azalma

Titreşim izolasyonunda en pratik çözüm, yaylandırılan kütleyi arttırmaktır, yani belli aralıklı ray altı elastik tabaka yerine sürekli olarak elastik tabaka kullanmak daha fazla titreşimi azaltır. Gömülü ray sisteminde titreşim 10-15 dBv, gürültü 3-5 dBA azalmaktadır.

Ondülasyon oluşumunda azalma

Tramvay hatlarında metro hatlarında olduğu gibi ray mantarında dalgalı aşınma denilen ondülasyon oluşmaktadır. Genelde hemzemin kavşaklarda, frenleme ve hız artırımı (demeraj) bölgelerinde oluşmaktadır. Ondülasyon çok yaygın bir demiryolu hastalığıdır ve ray taşıma ile giderilmelidir. Ondülasyonların oluşma nedenlerinden biri de rayların ayırık mesnetlenmesinden kaynaklanan mesnet rezonans frekansıdır. Sürekli mesnetli raylarda mesnet rezonans frekansı oluşmadığı için ondülasyon oluşumu da daha az veya hiç oluşmamaktadır, (Dawn ve Stanworth; 1979).

Ray kırılması ile oluşan derayman riskinin önlenmesi

Başka bir konu da ray bağlantı sisteminde ray kırılması esnasındaki derayman riskidir. Raylar belli noktalardan mesnetlendiği için ray kırılması esnasında raylarda yanıl ve düşey ekseninde kaçmalar oluşmakta ve tekerleğin çarpması sonucu derayman riski oluşmaktadır. Ancak sürekli mesnetli raylarda oturmalar aynı olduğu için bu riskler olmamaktadır.

Oluklu ray yerine vinyol tipi ray kullanma imkanı

Ray kenarı kauçuk elemanları ile tekerlek geçişi için gerekli olan oluk sağlanabilmektedir. Yani vinyol tipi ray ve kauçuk malzeme ile tamamen gömülü tramvay hattı inşa edilebilmektedir.

Daha hızlı yol döşeme imkanı

Gömülü ray sistemi klasik ray bağlantılı sistemde olduğu gibi ray askı tertibatları ile döşenmektedir. Bu sistemde, ray bağlantı elemanını belli aralıklarla ve belli tork değerinde monte etme işi yoktur. Ayrıca kaçak akım ve su izolasyonu önlemleri olmadığı için daha hızlı yol döşeme imkanı vardır, (Kurtzweil;1979).

Daha iyi kaçak akım kontrolü

Klasik ray bağlantı sisteminde ray ile beton arasında iyi bir izolasyon sağlamak zordur. Çünkü yağışlı havalarda ray gövdesine yapıştırılan bandaj malzemesi tam yapışmamakta ve yerinden çıkmaktadır. Ray altındaki boşluklar strofor ile çok iyi kapatılmazsa betonun sızdırma ihtimali yüksektir. Sonuç itibarıyla klasik yöntemde rayın tamamen izolasyonu mümkün değildir. Ancak gömülü sistemde ray tamamen kauçuk ile bohçalanmakta ve beton teması söz konusu olmamaktadır, (Popp ve diğ; 1979).

Ray ve ray bağlantı elemanlarında yurt dışı bağımlılığın azalması

Demiryolunda yay (klips) denilen özel bağlantı elemanı haricinde tirfon, dübel, rondela, selet gibi her türlü bağlantı malzemesi ülkemizde üretilmekte, ancak takım halinde satın alındığı için yurt dışına bağımlılık devam etmektedir.

Yol yapım maliyetini düşürme imkanı

Avrupa'da gömülü ray sisteminin ilk maliyeti daha yüksek olmasına rağmen, toplam ömür maliyeti daha düşük çıkmaktadır. Ülkemiz şartları açısından gömülü ray sistemi klasik ray bağlantı sistemi ile aynı maliyette veya daha düşük maliyette yapılabilir.

Gömülü Raylı Üstyapının Uygulanması

Avrupa’da özellikle Belçika ve Hollanda gibi ülkelerde gömülü ray sistemi benimsendiği için birçok firma tarafından üretilmektedir. Farklı malzemelerden üretilmekle birlikte genelde atılmış kamyon lastiklerinin geri dönüşümünden elde edilen granüler malzemenin reçine ile bağlanması ile elde edilmektedir.

Ray kenarı kauçuk malzemesine göre, ray altı elastik tabakanın dinamik özellikleri daha önemlidir. Ray altı tabaka, dinamik davranışının doğrusala yakın olması için atık malzeme yerine doğal ve sentetik kauçuktan imal edilmektedir. Kauçuk malzeme ray askı tertibatı ile monte edilmekte ve yerinde beton dökülerek hat döşenmektedir, Şekil1. Daha hızlı ve kaliteli inşaat için rayların beton kirişlere gömülü olduğu prefabrik kiriş sistemi ve iki rayın beton döşemeye gömülü olduğu prefabrik döşeme sistemleri de mevcuttur, Şekil 2. Bu iki sistemin farklı özelliği, prefabrik beton fabrikasında üretildiği için işçilik montaj hatasının olmamasıdır. Bu iki sistem, yeni hat inşasından daha fazla, mevcut hatların işletme altında çok hızlı yenilenmesi amacıyla veya hemzemin geçitlerde kullanılmaktadır.



Şekil 1. Gömülü ray sisteminde yerinde beton dökümü.



Şekil 2. Prefabrik beton kiriş ve döşeme sistemi.

İstanbul Tramvayında Gömülü Ray Uygulamasının Titreşime Etkisi

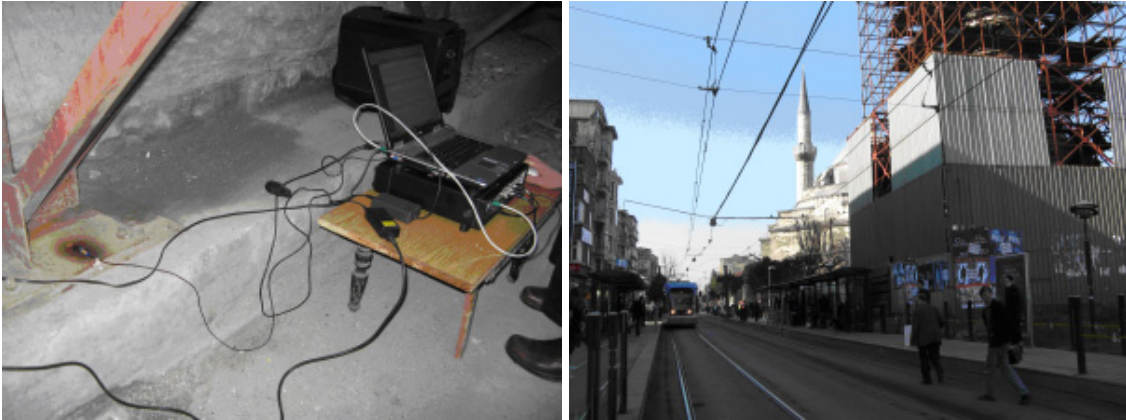
Tramvay hattı, ‘Eski İstanbul’ denilen Suriçi semtlerinden geçerek Eminönü Sahili’ne ve Galata Köprüsü’nden geçerek Kabataş İskelesi’ne kadar ulaşmaktadır. Zeytinburnu-Kabataş arasında işletilen tramvay hattının Sirkeci-Aksaray-Topkapı bölümü 1992de, Topkapı-Zeytinburnu bölümü Mart 1994 ve Sirkeci-Eminönü bölümü ise Nisan 1996da işletmeye açılmış, 30 Ocak 2005 tarihinde hat Kabataş'a uzatılmıştır. Pik saatlerde 2,5 dak. izleme aralığı olup, günde (saat 06:00-24:00) toplam

385 sefer yapılmaktadır. Tramvayın maksimum işletme hızı 40km/sa ve ortalama işletme hızı 20 km/saattir.

Tramvay hattında oluklu rayların altında 30x15cm boyutlarında ve 75cm aralıklarla donatılı beton bloklar bulunmaktaydı. Blok taşla ray arasında elastikiyet sağlamak için kauçuk ara tabaka yerleştirilmiştir. Rayın üst kotunu ayarlamak için blok taşların altına 3-5cm kalınlığında asfalt sıkıştırılmıştır. İki ray arası açıklığını korumak için her 1,5m de bir ekartman çubukları (profil demirler) ile raylar birbirine bağlanmıştır. Hat U şeklinde C20 kalitesinde donatısız bir beton yatak içinde bulunmaktadır. Beton yatak içi kum ve mıcır karışımı ile doldurulmuş ve üst kaplama olarak kilitli beton parke kullanılmıştır. Bu eski üstyapı trafik yükleri altında sürekli çöktüğü için yenileme ihtiyacı olmuştur. Rehabilitasyon projesi kapsamında rayın altına 20cm kalınlığında C30 hazır beton dökmüş ve raylar betona çelik plaka mesnetli elastik Pandrol SFC ray bağlantı sistemi ile sabitlenmiştir.

Tramvay hattının özellikle Beyazıt ve Eminönü İstasyonları arasında kalan kısmında birçok tarihi yapı bulunmaktadır. Divanyolu Caddesi üzerinde tarihi camiler, Yerebatan Sarnıcı, Ayasofya, Gülhane parkı gibi birçok değerli ve eski yapı vardır ve bunlardan biri de Çemberlitaş Sütunu'dur. Tramvay taşıtlarından kaynaklanan titreşimlerin Çemberlitaş Sütunu'na etkisini azaltmak için Çemberlitaş tramvay peronu boyunca 54mlik tramvay yolunda gömülü ray sistemi uygulaması yapılmıştır. CDM Firmasından temin edilen Preferail-Stero kiriş sisteminde ray etrafı tamamen reçine ile bağlı kauçuk malzeme ile kaplı prefabrik kiriş bloklar kullanılmıştır. Yoğunluğu 690 kg/m^3 olan kauçuk malzemenin Statik rijitlik katsayısı $1,62 \times 10^7 \text{ N/m}$ ve dinamik rijitlik katsayısı $3,82 \times 10^7 \text{ N/m}$ dir.

Ölçümler, Çemberlitaş Sütunu'nun yakınında bulunan peronun arkasında sütunun temel seviyesinde yapılmıştır. Ölçümler için zemine demir çubuk çakılması ve demir çubuk üstünde ölçümlerin yapılması düşünülmüştür. Ancak, yenileme firmasının izin vermemesi üzerine, yenileme için kurulan iskelenin zemine ankastre edilmiş çelik saplamaları üstünde yapılmıştır, Şekil 3. Ölçümler, her iki yolda perona giren ve perondan çıkan tramvay taşıtları için, sadece lastik tekerlekli taşıtların geçişi sırasında ve hiçbir taşıtın geçmediği zamanlarda gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. Prefabrik beton kiriş ve döşeme sistemi.

Gömülü ray sistemi uygulamasının öncesinde ve sonrasında Çemberlitaş Sütunu'nun temel seviyesinde titreşim ölçümleri yapılmıştır. Ölçümlerde, 3 eksenli ivme ölçer kullanılarak, tramvay hattına dik doğrultuda (x eksen), paralel doğrultuda (y eksen) ve düşey doğrultuda (z eksen), titreşim hızının (rms) değerleri, frekansa bağlı olarak ölçülmüştür. Ölçüm noktası ile en yakın ray arasındaki

mesafe 5,6m alınıp, zemin titreşim değerleri 0-10 Hz frekans aralığında ölçülmüştür, (TS EN 123354-4, 1997-2004). Titreşim sönümlenme çalışmasından sonra tramvay kaynaklı titreşim seviyesinin 0.42mm/sn'den 0.38mm/sn'ye (yani normlara göre) uygun seviyelere düştüğü görülmüştür.

Kent içi raylı sistemler karakteristikleri nedeniyle çevredeki yapılara zemin ile iletilen kısa süreli titreşimlere neden olmaktadır. Kısa süreli titreşimler, ortaya çıkma sıklıkları, materyal yorgunluk görünümleri oluşturmaya yetmeyen ve zamana bağlı ortaya çıkışları, etkilenen yapıda rezonans üretmeye uygun olmayan titreşimlerdir. Eminönü-Zeytinburnu Tramvay hattı yakınında bulunan 17 ayrı tarihi yapıda tramvay nedeniyle oluşan yapısal titreşimler tramvay araçlarının değişik seyir durumları, ayrıca lastik tekerlekli araçların geçişi ve hiç taşıt bulunmadığı durumlar için incelenmiştir. İlk ölçümler, 12 Ocak 2008 tarihinde saat 11.00-12.30 arasında ve 28 Şubat 2008 tarihinde saat 10.00-17.30 arasında yapılmıştır. Ölçüm ve değerlendirmeleri takiben, tramvay hattında gerçekleştirilen iyileştirme çalışmalarında son durumu gözlemek amacıyla, seçilen sınırlı sayıda özel noktada işlemler 15 Temmuz 2008 tarihinde saat 11.00-14.30 arasında tekrarlanmıştır.

Endevco-66A12 model 3 eksenli ivme ölçer kullanılarak, titreşim hızının (rms) değerleri frekansa bağlı olarak ölçülmüş, ölçüm ve analizler için bilgisayar tabanlı "PULSE Type 3560C" sistemi, ivme sinyallerini kuvvetlendirmek ve analog olarak entegre etmek için bir sinyal yükseltici ile kullanılmıştır.

Titreşim Ölçümü ve Değerlendirilmesi

Tarihi yapılar için DIN 4150-3 1999-02 Tablo 1'e göre herhangi bir yöndeki en yüksek titreşim hızı değeri esas alınır. Bu norm, sarsıntılar nedeniyle yapı tesislerinde, genellikle durağan zorlanmalar için ölçülen etkilerin bulunması ve değerlendirilmesini tespit etmektedir. Bu değerlendirme için temeldeki titreşim hızının üç tekil bileşeninin en büyük değeri dikkate alınmaktadır.

Taşıt olmayan anlar, karayolu taşıtları ve tramvay geçerken ölçülen en yüksek titreşim hızları normdaki sınır değerlerle karşılaştırıldığında; İstanbul tramvay sisteminin neden olduğu yapısal titreşimlerin ilgili standartta belirtilen titreşim hızı değerinin altında kaldığı gözlenmiştir.

Diğer önemli bir nokta ise, raylı sistemin neden olduğu yapısal titreşimlerin, lastik tekerlekli taşıtların neden olduğu yapısal titreşimlerden az olmasıdır. Bazı kesimlerde üstyapıda yenileme ve iyileştirme çalışmaları yapılmış olup, Çemberlitaş Sütunu önünde rayın özel malzeme ile kaplı olduğu titreşim azaltma sistemi uygulanmıştır.

Ayrıca elastik ray bağlantı elemanları kullanılmış ve bu sayede titreşimleri azaltmak hedeflenmiştir. Bu çalışmalardan sonra ölçümler tekrarlanarak azalma ya da artma durumu incelenmiştir. Önemli tarihi yapılar için altyapı yenileme öncesi ve sonrasında yapılan ölçümlerin sonuçları, Tablo 1'de sunulmakta, burada ölçüm yapılan yer, titreşimin en üst düzeyde olduğu eksenler ve frekans aralığına göre titreşimlerin maksimum seviyeleri üç farklı durum için verilmektedir.

Bu durumlar; taşıt olmayan anlardaki zemin titreşimleri, karayolu taşıtlarının neden olduğu titreşimler ve tramvay dizisi geçerken oluşan titreşimlerdir. Ayrıca Tablo 1de araç olmaması halini veren sadece zemin titreşimlerinin ve tramvay geçişi için ölçülen titreşim seviyelerinin farkı hesaplanarak, yalnızca tramvayın meydana getirdiği titreşimler de belirlenmiştir.

Tablo 1. Tarihi Yapılar için Yenileme Öncesi ve Sonrası Ölçümler.

Ölçüm Yeri	Ölçüm durumu	Eksen	Frekans (Hz)	Titreşim seviyesi (mm/sn)	
				yenileme öncesi	yenileme sonrası
Çemberlitaş Sütunu	Taşıt yok	y	0-10	0.32	0.37
Çemberlitaş Sütunu	Karayolu taşıtı	y	0-10	0.41	0.41
Çemberlitaş Sütunu	Tramvay	z	0-10	0.42	0.38
Alay Köşkü	Taşıt yok	z	0-4	0.80	0.71
Alay Köşkü	Tramvay	x, y	0-10	1.70	1.56
Birlik Vakfı	Taşıt yok	x	0-5	0.40	0.40
Birlik Vakfı	Karayolu taşıtı	y	0-5	0.70	0.62
Birlik Vakfı	Tramvay	x	0-5	0.50	0.38
Caferağa Med.	Taşıt yok	x	0-10	1.20	1.40
Caferağa Med.	Tramvay	x	0-10	1.40	1.40
Köprülü Camisi	Taşıt yok	x, y, z	0-3	0.40	0.45
Köprülü Camisi	Karayolu taşıtı	z	0-3	1.70	1.55
Köprülü Camisi	Tramvay	z	0-3	1.20	0.59
Zeynep Sultan Camisi	Taşıt yok	y	0-3	0.4	0.34
Zeynep Sultan Camisi	Tramvay	x, z	0-10	2.2	2.0

Yapılan çalışmada; üç eksenli ivme ölçerle yapılan ölçümlerde, en yüksek hız değerleri farklı doğrultularda çıkmıştır ve titreşim frekansları 0-10 Hz arasında olup, titreşim hızı frekans arttıkça azalmaktadır. En yüksek titreşim Milion Taşı önünde tramvay geçerken (2.4 mm/sn) ölçülmüştür.

Ancak tüm titreşim seviyeleri DIN 4150 Standartındaki limitin altında olduğu için (3mm/sn), tarihi yapılara iletilen titreşimin, tehlike oluşturmadığı düşünülmektedir. Genel olarak taşıt yok iken saptanan seviye tramvay etkisi ile bir miktar artmakta, karayolu taşıtları ise tramvaya göre daha fazla arttırmaktadır. Yani, tarihi yapılara iletilen titreşimlere tramvaydan daha çok karayolu taşıtları neden olmaktadır.

Hat yenileme çalışma sonrasında genel olarak titreşim seviyesi azalmıştır. Ancak bazı noktalarda yenileme sonrası titreşim seviyesinde bir miktar artışın veya tramvay geçişi sırasında ölçülen titreşimin taşıt geçmediği zamanki titreşiminden daha düşük çıkması beklenmeyen ve nedeni tam anlaşılamayan hususlardır.

Sonuçlar

Tramvay hattı projelerinde klasik ray bağlantılı üstyapı yerine alternatif tasarımların araştırılması, uygun tasarımın belirlenmesi önemlidir. Ayrıca demiryolu malzemelerinde yurt dışına bağılılığı azaltacak, yerli çözümler üzerine odaklanmak gerekir. Gömülü ray sistemi klasik ray bağlantılı sisteme göre üstün performansı ile birlikte daha ekonomik bir alternatif olabilecek durumdadır.

Prefabrik beton kiriş ve döşeme sistemleri ile daha hızlı hat döşeme imkanı vardır. Prekast kiriş ve döşeme sistemleri hemzemin kavşak gibi yerlerde veya işletme altında bulunan hatlarda çok hızlı yenileme çalışmaları için uygun çözümlerdir. Ayrıca titreşim sönümlemedeki katkısı nedeniyle de hassas yapılara yakın tramvay hatlarında avantaj sağlamaktadır. Yapılan uygulama ve ölçüm çalışmalarında bu durum doğrulanmaktadır.

Kaynaklar

1. Öztürk, Z. 2004, Kentiçi Raylı Sistemlerin Seçimi için Kriterler, Sixth International Conference on Advances in Civil Engineering, Oktober 6-8, Boğaziçi Univ, 1789-1799.
2. Eisenmann, J., 1975, Railroad Track Mechanics and Technology, Railroad Track Structure for High-Speed Lines, Pergamon Press Inc., Oxford, 39-57.
3. Eisenmann, J., 1995, Ballastless Track as an Alternative to Ballasted Track, Rail International, November, 19-27
4. Öztürk, Z., Öztürk, T. 2005, 'Kentiçi Demiryolunda Üstyapı Tasarımları ve Uygulanma Esasları', Antalya Yöresinin İnşaat Müh. Sorunları Kongresi, 22-24 Eylül, Antalya,
6. TS EN 123354-4, 1997-2004.
7. DIN 4150-1, 2001-2006, Erschütterungen im Bauwesen.
8. Esveld C. 1991, Railway-Induced Ground Vibrations, Rail Eng. Int. Edition, 13-17.
9. Dawn T.M, Stanworth C.G. 1979, Ground vibrations from passing trains, Journal of sound and vibration 66 (3), 355-362.
10. Kurtzweil L. G 1979, Ground-borne noise and vibration from underground rail systems, Journal of sound and vibration 66 (3), 363-370.
11. Popp K, Kruse H, Kaiser I, 1999, Vehicle-track dynamics in the mid-frequency Rang Vehicle System Dynamics, 31(5-6).

Derince-Ambarlı Ro-Ro Hattı İşletme Maliyet Analizi Üzerine Bir Değerlendirme

Metin ÇANCI

Okan Üniversitesi
Uluslararası Lojistik Bölümü
Tel: (216) 677 16 30
E-Posta: metin.canci@okan.edu.tr

Emine BAYBURT

İstanbul Metropolitan Planlama Merkezi
Lojistik Planlama Grubu
Tel: (212) 245 99 00
E-Posta: emine.gonuler@ibb.gov.tr

Gülşen TESLİME AYDIN

İstanbul Metropolitan Planlama Merkezi, Lojistik Planlama Grubu
Tel: (212) 245 99 00
E-Posta: gulaydin@itu.edu.tr

Öz

Ülkemizde, ulaşım yolcu taşımacılığında olduğu gibi yük taşımacılığında da büyük oranda karayolu kullanılmaktadır. Karayolunun yoğun kullanımı ekonomik yönden maliyetlerin yükselmesine sebep olurken, çeşitli çevre ve sosyal sorunların da ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Taşıma sistemlerinin dengeli gelişmesi ve karayolu dışında diğer alternatif taşıma türlerinin kullanımının yaygınlaştırılması, karayolundan kaynaklanan sorunların azaltılmasında temel çözüm yolu olarak görülmektedir.

Kapıdan kapıya teslim imkanı sağlayabilen karayolu taşımacılığının tamamen bertaraf edilmesi yerine denizyolunda Ro-Ro taşımacılığının karayoluna entegre edilmesi, taşıma aracı değiştirmeksizin kapıya teslimat imkanı sağlamaktadır.

İstanbul için Boğaz geçişli yük taşımacılığı; şehir içi ulaşım düzenlemeleri nedeniyle geçiş zaman sınırlamaları ve kısıtlı süre içinde yoğunlaşan trafik nedeniyle önemli sorunları da beraberinde getirmektedir.

Bu çalışma İstanbul boğaz geçişli karayolu yük taşımacılık sorunlarına alternatif olarak denizyolu hattının alternatif kullanımının değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır.

Bu hattın incelenmesinde işletme maliyet analizi iki yönlü olarak, zaman ve operasyon maliyeti temel alınmıştır. Zaman maliyeti kapsamında gemiye yüklemeden başlayarak teslim noktasına kadar geçen süre tespit edilmiş, mevcut karayolu güzergâhındaki ortalama geçiş süreleri ve trafik hızları tespit edilerek Ro-Ro hattı ile karşılaştırılmıştır.

Operasyon maliyeti kapsamında ise; kalkış ve varış liman operasyon maliyetleri, Ro-Ro gemi sefer başına maliyetleri ve kapasite kullanımına ait maliyetler belirlenmiş yine alternatif karayolu güzergâhı ile mukayese edilerek hattın operasyon maliyeti üzerine bir değerlendirme yapılmıştır.

Anahtar sözcükler: Ro-Ro hattı, karayolu geçiş sınırlamaları, kombine taşımacılık, işletme maliyeti, zaman maliyeti, operasyon maliyeti.

Giriş

Gerek yük trafiği, gerekse yolcu trafiğindeki hızlı büyüme ve karayolu taşımacılığının yaygın kullanımından dolayı, son yıllarda birçok önemli karayolunda ve otoyolda trafik tıkanıklıkları gözle görülür derecede artmış ve bu da hizmet kalitesinin düşmesine ve sosyal maliyetlerin artmasına sebep olmuştur. (Bernetti ve diğ., 2002) Bu nedenle çok sayıda araştırmacı, karayoluna alternatif olacak farklı taşıma türlerinin geliştirilmesi, karayolu kullanımının yaygınlaştırılması ve karayolundaki yük trafiğinin diğer taşıma türlerine kaydırılması üzerine çalışmalar yapmıştır.

Kombine taşımacılığının her türünde yükün kaynağından varış noktasına kadar koordinasyonun düzgün bir şekilde sağlanması ve seyahat parkurunun önceden planlanması hizmet kalitesinin geliştirilmesi ve tek modlu taşıma türüne alternatif olabilmesi açısından oldukça önemlidir.

Artan yük talebini karşılamak ve hizmet kalitesini arttırmak amacıyla lojistik hizmet sağlayıcılar kombine taşımacılığa yönelmişlerdir. Dünyada önde gelen birçok ülkede karayoluna olan bağlılığı azaltmak ve maliyetleri düşürmek amacıyla Ro-Ro taşımacılığı kullanılmaktadır.

Avrupa Birliği 1992 yılında ulaştırma ile ilgili politikalarını değiştirmiştir. Her bir taşıma türünü ayrı ayrı teşvik etmek yerine hareketlilikte sürdürülebilirliği sağlayabilmek amacıyla çok modlu (intermodal) taşımacılık politikasını benimsemiştir. Bu durum ise yolcu ve yük taşımacılığının, aşırı yoğun olduğu karayolu taşıma ağından kısmi bölgelerde kısa mesafe denizyolu taşımacılığına kaydırılmasını sağlamıştır.¹

AB komisyonu ve Avrupa'daki çok sayıda ulaştırma ve araştırma ile ilgili bakanlık, kısa mesafeli deniz taşımacılığını geliştirmek amacıyla faaliyet ve programları teşvik etmektedir. (Zachcial, 2001)

Avrupa Birliği; uygulamaya koyduğu ulaştırma politikaları çerçevesinde kombine taşımacılığı dolayısıyla Ro-Ro taşımacılığını desteklemektedir. 2003 yılında Avrupa Birliği'nde yayınlanan "Avrupa Birliği Kısa Mesafe Deniz Taşımacılığı'nın Teşvik Edilmesi" başlıklı hükümet raporunda deniz yollarının geliştirilmesi, kısa mesafeli deniz taşımacılığının çevreci performansının geliştirilmesi, kısa mesafeli deniz taşımacılığı ile ilgili gümrük prosedürleri kılavuzunun oluşturulması, deniz taşımacılığını olumsuz etkileyen engellerin belirlenmesi ve elimine edilmesi gibi programlar ve kanuni düzenlemeler sayesinde deniz taşımacılığının gelişmesi hızlanmıştır.² Kısa mesafeli deniz yolu taşımacılığın güvenli ve ekonomik olması da AB'de Ro-Ro taşımacılığının payını arttırmaktadır. (Papadimitriou, 2001)

Ro-Ro Taşımacılığı

Ro-Ro taşımacılığı, araçların ve konteynerlerin gemilerle taşındığı bir kombine taşımacılık türüdür. Ro-Ro taşımacılığındaki amaç, karayolu taşıma araçlarının denizyolu güzergahı ile taşınarak karayolu - denizyolu entegre taşımacılık sisteminin oluşturulmasıdır. Ro-Ro taşımacılığının tercih sebepleri arasında yükleme, boşaltma ve aktarmada tekerlekli araç kullanılmasından dolayı, karayolunun devamı niteliğinde algılanmasıdır.

Ro-Ro sisteminde yük, taşıma araçlarından boşaltılmadığı için elleçleme süreleri ve elleçleme maliyetleri elimine edilmektedir. (Kobune, 2008)

¹ <http://www.intertanko.com/pdf/weeklynews/cabotage.pdf>

² http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/l24258_en.htm

Ro-Ro Taşımacılığında Kullanılan Gemi Tipleri

Ro-ro gemisi, otomobil, kamyon, treyler, iş makineleri gibi kendi gücüyle yürüeyen veya başka bir araç ile çekilerek taşınabilen türdeki yüklerin taşınması için yapılmış bir gemi tipidir.

Ro-ro (roll-on / roll-out) tipteki yükler geminin parçası olan açılır kapanır rampa üzerinden yürütülerek yüklenir ve boşaltılır. Limana yanaşma koşullarına uyum sağlamak üzere geminin birden fazla rampası olabilir. Bu rampalar geminin pruva, kıç veya yan taraflarında bulunabilir. Bir Ro-Ro gemisinin yük kapasitesi uygun durumdaki maksimum şerit metre cinsinden ifade edilir. (Andreasson and Liu, 2010)

Ropax (Roll on / roll off passanger) Gemiler

Yolcuların araçları ile beraber seyahat edebildikleri gemilerdir. Bu gemiler kısa mesafe deniz taşımacılığında yaygın olarak kullanılır. Ropax gemileri diğer türlere göre genellikle daha hızlı olup, araç taşıma kapasiteleri Ro-Ro gemilerine göre daha düşüktür. Çoğunlukla araba, kamyonet ve yolcu taşımacılığında kullanılır. Ropax gemilerin yük kapasiteleri ise uygun durumdaki maksimum şerit metre ve maksimum yolcu sayısı cinsinden ifade edilir. (Branch, 2007)

Conro (Container RoRo) Gemiler

Konteyner ve Ro-Ro yüklerin bir arada taşınabildiği gemilerdir. Genellikle RoRo yükler alk kısımdaki ambara rampa ile yüklenirken, konteynerler de üst ambara ve güverte üzerine yüklenirler.

Rolo (Roll on / lift off) Gemiler

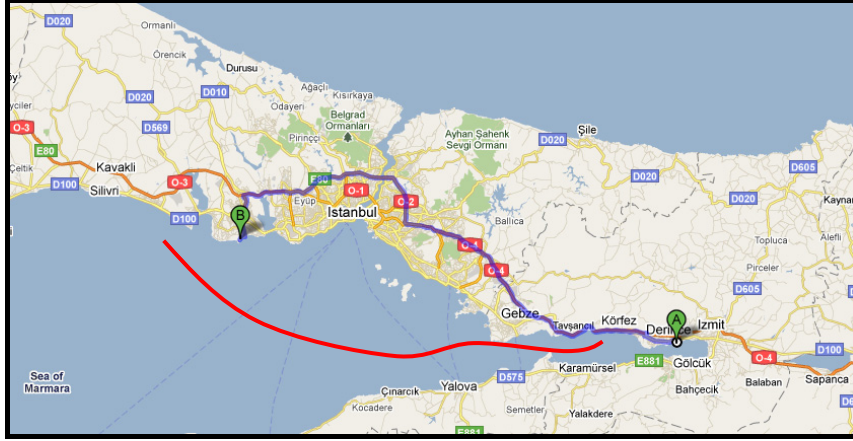
Rolo gemileri hem Ro-Ro rampası, hem de vinç ile yükleme yapabilen gemilerdir.

Otomobil taşıyıcı (carcarrier) gemiler:

Car carrier tipi Ro-Ro gemiler tek seferde yüksek sayıda otomobil taşıyabilen, dev bir otopark görünümünde okyanusları aşan gemilerdir.

Derince-Ambarlı Ro-Ro İşletme Hattı Modeli

İstanbul boğaz geçişi ve çevre yolları trafiğinin yoğun olmasından dolayı yük taşımacılığında Derince-Ambarlı arasında denizyolu alternatif güzergâhlardan biridir. Bu hat Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Derince – Ambarlı Arası Karayolu ve Denizyolu Alternatif Güzergâhları.

Derince'den Ambarlı'ya karayolu ile gitmek isteyen bir aracın 135 km yol kat etmesi gerekirken, aynı noktalar arası denizyolu mesafesi 55 deniz mili (102 km) olmaktadır.

Son yıllarda yapılan istatistiksel analizler lojistik sektörünün bir ülkedeki GSMH'nin ortalama olarak %10'unu oluşturduğunu göstermektedir. (Feige, 2007) Bu nedenle lojistik ve taşımacılık maliyetlerinin modellenmesi konusu giderek önem kazanmış ve maliyetlerin optimizasyonu ile ilgili çeşitli yaklaşımlar geliştirilmiştir. (Otomotiv Lojistik Planlaması, 2008) Bu yaklaşımlardan en yaygın olanı ve kabul edilene ise aktivite tabanlı maliyet analizidir. (Christopher, 2005) Bu çalışmada Derince - Ambarlı arası Ro-Ro taşımacılığı maliyet analizinin gerçekleştirilmesinde, aktivite tabanlı maliyet analizi kullanılmıştır.

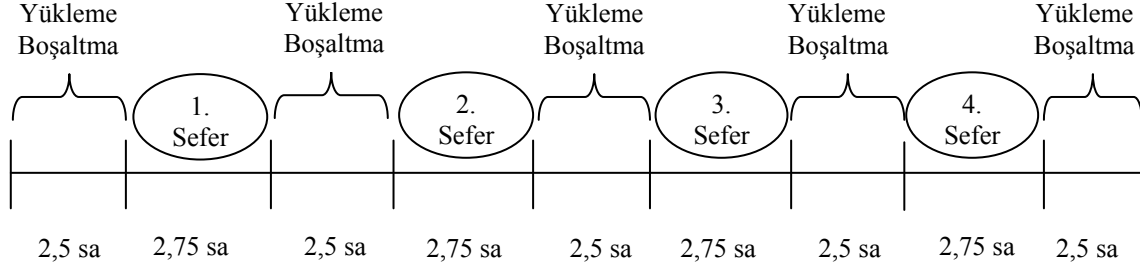
Derince - Ambarlı Denizyolu Taşımacılığı Model Özellikleri

Oluşturulan modelde değerlendirmelerin gerçekçi olabilmesi, değişkenler içerisinde mümkün olduğu kadar süre ve maliyet yönünden en uygun seçeneklerin kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu kapsamda karayolu eşya taşımacılığı yapan gerçek veya tüzel kişilerin Ro-Ro hattı denizyolu taşımacılığını tercih edebileceği ortamın kurulacağı varsayılmıştır.

Denizyolu için kabul edilen modelde Derince – Ambarlı güzergâhı arasında 200 araç kapasiteli, şoförlerin de araçlarla beraber yolculuk yapabileceği Ropax Ro-Ro gemi tipi kabul edilmiştir.

Avrupa yakasında Ambarlı - Derince arasındaki geçiş, saat ve araç türü sınırlamalarının varlığı nedeniyle denizyolu taşıma alternatifi talebi oluşturacağı düşünüldüğünden gemilerin %100 kapasite ile çalıştığı varsayılmıştır.

Ro-Ro gemilerinde yükleme boşaltma işlemlerinin tek katlı gemilerde yaklaşık 2,5 saat; çift katlı gemilerde ise yaklaşık olarak 1,5 saat sürmektedir. Modelde kolay yüklenip kolay boşaltılan tek katlı rampalı Ro-Ro gemisi temel alındığından yükleme-boşaltma süresi yaklaşık olarak 2,5 saat alınmıştır. Ortalama hız olarak optimal yakıt tüketimine imkan verecek hız limitleri alınmıştır. Bu kabuller doğrultusunda oluşturulan zaman çizelgesi Şekil 2'de yer almaktadır.



Şekil 2. Ro-Ro Hattı Zaman Planlaması

Derince – Ambarlı Ro-Ro Taşımacılığı Model Verileri

Araç Kapasitesi	: 200 araç
Gemi Kapasite Kullanım Oranı	: % 100
Günlük Sefer Sayısı	: 4 sefer/gemi
Günlük Taşınabilen Araç Sayısı	: 800 araç/gün (4x200 araç, çift yönlü)
Yükleme Tipi	: Rampalı
Hızı	: 20 knot/h (20x1,8532 = 37 km/h)
Yükleme – Boşaltma Süresi	: 2,5 saat
Seyahat Mesafesi	: 55 mil ³ (55x1,8532 = 102 km)
Ortalama Seyahat Süresi	: 2,75 saat (Seyahat Mesafesi/hız)
İhtiyaç Duyulan Personel Sayısı	: 15 personel/vardiya (1. Kaptan, 1. Mühendis, 2. Kaptan, 2. Mühendis, 3. Kaptan, 3. Mühendis, 2 Elektrik Zabiti, 7 gemici)

Ro-Ro maliyetlendirmesinde ilk yatırım maliyeti, amortisman maliyeti, yavaşma yeri ve yavaşma yerlerine erişim düzenlemelerine yönelik maliyetlendirmeler bu çalışma kapsamında ele alınmamıştır.

İşletme Maliyetleri:

Gemi Maliyeti	: 60-70 milyon Euro (Yeni) = 128-150 milyon TL 30 milyon Euro (İkinci El) = 64 milyon TL
Amortisman Maliyeti	: 2,5 milyon TL
Yakıt Tipi	: HFO Yakıt (Fuel Oil 6)
Saatlik Yakıt Tüketimi	: 3,24 ton/saat (seyahat süresi boyunca)
Jeneratör Yakıt Tüketimi	: 200 kg/saat (geminin çalıştığı süre boyunca)
Toplam Yakıt Tüketimi	: 40.440 kg/gün (3240x2,75*4 + 200x24)
Birim Yakıt Ücreti (BYÜ)	: 1,54 TL/kg ⁴ (Fuel Oil 6)
Toplam Yakıt Maliyeti	: 62.280 TL/gün (Toplam Yakıt Tüketimi x BYÜ)
İhtiyaç Duyulan Personel Sayısı	: 30 personel (15 personel x 2 vardiya)
Personel Maliyeti	: 105.000 \$/ay (3.500 \$ x 15 x 2) =164.400 TL/ay = 5.480 TL / gün
İşletme Giderleri	: 52.500 \$/ay = 82.200 TL/ay = 2.740 TL/gün
Toplam İşletme Maliyeti	: 70.500 TL/gün

³ <http://www.nakliyerehberim.com/nr.mesafe.htm>

⁴ <http://gm.poa.com.tr/pompafiyat/pompafiyatgrid.aspx>

Bakım Maliyetleri:

Havuzlama, Yedek Parça, Servis Bakım Maliyeti : 2 milyon Euro/Yıl
= 4.280.000 TL/yıl = 11.700 TL/gün

Liman Maliyetleri:

Pilotaj, kılavuzluk, palamar, barınma, römorkaj, atık alınması, tatlı su ve diğer hizmetlerin toplam maliyeti limanlar arasında farklılık göstermesine rağmen ortalama olarak günlük 2.350 TL/gemi kabul edilmiştir.

Gerçekleştirdiğimiz çalışmada elde edilen ortalama değerler sonucunda oluşturulan bir Ro-Ro gemisinin günlük maliyeti Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1. Ro-Ro Taşımacılığı Maliyet Kalemlerinin Hesaplanması

Maliyet Kalemleri	Miktar (TL/Gün)
İşletme Maliyetleri	70.500
<i>Gemi Maliyeti</i>	<i>Hesaba Katılmamıştır</i>
<i>Yakıt Maliyeti</i>	<i>62.280</i>
<i>Personel Maliyeti</i>	<i>5.480</i>
<i>İşletme Giderleri</i>	<i>2.740</i>
Bakım Maliyetleri	11.700
Liman Maliyetleri	2.350
Toplam Maliyet	84.550

Gemilerin %100 kapasite ile çalıştığı varsayıldığında araç başına sefer maliyeti aşağıdaki gibi olmaktadır.

Ro-Ro Sefer Maliyeti : $84.550 / 800 = 106$ TL/sefer

Derince – Ambarlı Karayolu Taşımacılığı

Derince-Ambarlı noktaları arasında karayolu güzergâhı tercih edildiğinde araç başına sefer süresi ve sefer maliyeti aşağıdaki gibi olmaktadır.

Araç / km maliyetlerinin belirlenmesinde sektördeki farklı birkaç kamyon türünün yakıt sarfiyatları temin edilmiş; yaygın olarak kullanılan 20 ton kapasiteli araçlar için ortalama olarak 0,32 Euro (0,68 TL/km) araç / km maliyeti bulunmuştur. Bu maliyetin içerisine personel, işletme, bakım gibi maliyet kalemleri dahil edilmiştir.

Karayolu Mesafesi : 135 km
Ortalama Hızı : 50 km/h
Karayolu Seyahat Süresi : 2 saat 45 dakika
Araç / km Maliyeti : 0,32 Euro/km = 0,68 TL/km
Karayolu Sefer Maliyeti : $135 * 0,68$ TL/km = 91,8 TL/sefer

Sonuçlar

Ambarlı – Derince arasındaki Ro-Ro deniz yolu ile karayolu taşımacılığı arasındaki alternatiflerin değerlendirilmesinden elde edilen sonuçlar Tablo 2.'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Ro-Ro Taşımacılığı ve Karayolu Taşımacılığının Kıyaslanması.

	Ro-Ro	Karayolu Taşımacılığı
Toplam Mesafe	102 km	135 km
Seyahat Hızı	37 km/h	50 km/h
Sefer Süresi	Sefer Süresi: 2 saat 45 dk Gemiye Yükleme Boşaltma Süresi: 2 saat 30 dk.	2 saat 45 dk.
Sefer Maliyeti	106 TL/sefer	91,8 TL / sefer
Avantajlar	<ul style="list-style-type: none">– Araç yıpranma paylarının azaltılması– Karayolu kaza riskinin düşmesi– Emniyetli ve rahat seyahat olanağı– Çevreye katkı– Yüksek tonajlı araçların karayolu geçiş sınırlamalarından muaf olması	<ul style="list-style-type: none">– Hareket kabiliyetinde esneklik– Kapıdan kapıya teslim olanağı– Kısa ve orta mesafeli teslimlerde düşük seyahat süreleri
Dezavantajlar	<ul style="list-style-type: none">– İlk yatırım maliyetinin yüksekliği– Yükleme, boşaltma ve aktarma sürelerinin yüksekliği– Sefer süresinin uzunluğu– Erişimin kolay olmaması	<ul style="list-style-type: none">– Trafik tıkanıklıkları– Yasal geçiş kısıtlamaları– Karayolu kaza oranları

Denizyolu taşımacılığı karayoluna göre daha düşük maliyetli olabilmesi, hacim ve mesafeye bağlıdır. Literatürde 500 km'den düşük kısa mesafe taşımalarda karayolunun üstün olduğu belirtilmektedir.

Hesaplamalardan da görüldüğü gibi Ro-Ro taşımacılığında yükleme, boşaltma ve nihai teslimat noktasına transfer süreleri karayoluna göre kıyaslandığında, geçiş sınırlamaları hariç olmak üzere Derince – Ambarlı arası denizyolu seyahat süresi karayolu seyahat süresinin yaklaşık iki katıdır. Diğer yandan oldukça yüksek olan ilk yatırım maliyetleri hesaba katılmadığı ve gemilerin %100 kapasite ile çalıştığı varsayıldığı halde, denizyolu maliyetinin karayolu maliyetinden fazla olduğu anlaşılmaktadır.

Modelden de anlaşılacağı üzere Ambarlı – Derince arasında karayolu taşımacılığının trafikle ilgili çok büyük sorunları olmasına rağmen, hala öncelikli taşıma türü olarak tercih edildiği görülmektedir.

Genel olarak kıyıya paralel Ro-Ro taşımacılığının başarılı olabilmesi ve modelimizin sonuçlarından da çıkarılabileceği üzere zaman ve maliyet açısından karayolu taşımacılığı ile rekabet edebilmesi mümkün görünmemektedir.

Kaynaklar

1. Andreasson L. and Liu S. (2010) European RoRo Short-sea Shipping – What can Ship Operators do to Unleash its Potential?, University of Gothenburg, Phd Thesis, Sweden.
2. Bernetti G., Dall’Acqua M. and Longo G. (2002) Road Transport vs. Ro-Ro: A Modellistic Approach to Freight Modal Choice, European Transport Conference, Italy.
3. Branch A.E. (2007) Elements of Shipping, 8th edition, Routledge, England.
4. Christopher, M. (2005) Logistics and Supply Chain Management: Creating Value-Adding Networks, 3rd edition, Prentice Hall-Finncial Times, London.
5. Çancı, M. ve Türkay M. (2008) Marmara Bölgesi Otomotiv Lojistik Planlaması Raporu, Otomotiv Sanayi Derneği, İstanbul.
6. Feige I. (2007) Transport, Trade and Economic Growth : Coupled or Decoupled? : An Inquiry Into Relationships Between Transport, Trade and Economic Growth and Into User Preferences Concerning Growth-Oriented Transport Policy, Springer, Berlin.
7. Kobune, K. (2008) Feasibility Assessment of Roro Transport System in The Philippines from the Viewpoint of Inter-Regional Commodity Flow, 16th Annual Conference of the Transportation Science Society of the Philippines, September 19, Philippines.
8. Papadimitriou S. (2001) Short Sea Shipping in Europe: Experience and Prospects, European Conference of Ministers of Transport, OECD.
9. Zachcial, M., (2001) Short Sea Shipping and Intermodal Transport, Prepared for European Conference of Ministers of Transport, OECD Publications, Paris.

İnternet Kaynakları

<http://www.intertanko.com/pdf/weeklynews/cabotage.pdf>

http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/124258_en.htm

<http://gm.poas.com.tr/pompafiyat/pompafiyatgrid.aspx>

<http://www.nakliyerehberim.com/nr.mesafe.htm>