

Sponsor kuruluşlara katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Resmi Sponsor



PALYE İnşaat Taahhüt San. ve Tic. A.ő

Sponsor



Maya Basın Yayın



3D-Lojistik Dergisi



Taőıyanlar Dergisi

40. DÖNEM YÖNETİM KURULU ÜYELERİ

Oda Yönetim Kurulu Üyeleri

TANER YÜZGEÇ	(Başkan)
H. SERDAR HARP	(II.Başkan)
AHMET GÖKSOY	(Sekreter Üye)
ZÜBER AKGÖL	(Sayman Üye)
D.GALİP KILINÇ	(Üye)
ALAETTİN DURAN	(Üye)
NECLA AYDINTÜRK	(Üye)

Sube Yönetim Kurulu Üyeleri

CEMAL GÖKÇE	(Başkan)
REZAN BULUT	(Sekreter Üye)
NUSRET SUNA	(Sayman Üye)
CEMAL İNAN	(Üye)
İSMAİL UZUNOĞLU	(Üye)
NERGİZ VASFİOĞLU	(Üye)
M.CEM KAFADAR	(Üye)

DÜZENLEME KURULU

Güngör EVREN
(Başkan)

Ergun GEDİZLİOĞLU
(İTÜ İnş. Fak.)

İsmail ŞAHİN
(YTÜ İnş. Fak.)

Rezan BULUT
(İMO İstanbul Şubesi)

Sevil KARINCALI
(İMO İstanbul Şubesi)

BİLİM KURULU

Dr. İsmail Hakkı ACAR

Prof. Dr. Emine AĞAR

Yrd. Doç. Dr. Perviz AHMEDZADE

Dr. Rahmi AKÇELİK

Prof. Dr. Necmettin AKTEN

Attila ALPÖGE

Doç. Dr. Fatma Gül BATUK

Prof. Dr. Reşat BAYKAL

Prof. Dr. Zerrin BAYRAKDAR

Prof. Dr. Atilla BİR

Prof. Dr. Fülün BÖLEN

Prof. Dr. Hidayet BUĞDAYCI

Prof. Dr. Yücel CANDEMİR

Tülin CANDIR

Doç. Dr. Halim CEYLAN

Prof. Dr. Gülen ÇAĞDAŞ

Doç. Dr. Murat ÇELİK

Prof. Dr. Ekrem EKİNCİ

Prof. Dr. Aydın EREL

Prof. Dr. Gökmen ERGÜN

Doç. Dr. Nevzat ERSELCAN

Prof. Dr. Güngör EVREN

Prof. Dr. Ergun GEDİZLİOĞLU

Prof. Dr. Haluk GERÇEK

Doç. Dr. Sinan HINISLİOĞLU

Prof. Dr. Ayhan İNAL

Yrd. Doç. Dr. Yetiş Şazi MURAT

Mete ORER

Erhan ÖNCÜ

Süreyya Yücel ÖZDEN

Prof. Dr. Sadettin ÖZEN

Prof. Dr. Cem SORUŞBAY

Yrd. Doç. Dr. İsmail ŞAHİN

Oya TORUM

Prof. Dr. Füsün ÜLENGİN

Prof. Dr. Nadir YAYLA

SUNUŞ

“7. Ulaştırma Kongresi”, ülkemizin ulaştırma konularının bilimsel olarak değerlendirilmesi yolunda, bir geleneğin oluştuğunun ve önemli bir ihtiyacın karşılandığının işaretidir. Kökeni 33 yıl önce İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi'nin öncülüğünde gerçekleştirilen İstanbul Ulaştırması Kongresi' dir. O günün koşullarında toplumda ses getiren bu kongrenin ikincisi, ancak 1992 yılında, yine “Kentsel Ulaştırma Kongresi” adıyla düzenlenmiştir. 1995 yılında ise, bu kez “3. Ulaştırma Kongresi” daha kapsamlı olarak ve iki yılda bir düzenli şekilde gerçekleştirmek amacıyla bir dönüm noktasına geldi.

O günden bugüne, yani 1995'ten 2007'ye, 12 yıl içinde “5 Ulaştırma Kongresi” düzenlendi. Dar kapsamlı bir etkinlikten, bugün üç güne sığdırmakta zorlanılan bir konuma gelinmiştir. Tüm akademik çevrelerin ve uygulama alanlarının yoğun ilgisini çekmekte olup ve kongrenin önemini arttırmaktadır. Böylece ulaştırmaya ilgi duyanların buluşması ve işbirliği olanağı bulması fırsatını sağlamaktadır. Öte yandan çok sayıdaki bildiri arasından Bilim Kurulu üyelerinin özenli çabaları ile, bazı değerli bilgileri elemekten üzüntü duyarak kongre programları düzenlenmektedir.

Başlangıçtaki amaca uygun olarak, ülkemizin **ulaştırma sorunlarına** çözüm araştırılması çabalarına öncelik verilmektedir. Hem ülke ulaştırma sistemi, hem de kentsel ulaştırma üzerinde bildiriler sunulmaktadır. Yapım ve işletmeye ilişkin teknik konular dışında ekonomik, yönetsel ve siyasal boyutlarda değerlendirmeler yapılmaktadır.

Özellikle son dönemlerde, kentsel ulaştırma alanında önemli yatırımlar gündemdedir. Ne var ki, yatırım kararları **sağlıklı** ve **saydam** bir **süreç** sonucunda alınmadığı için ülkeye pahalıya mal olan yanlışlıklar yapılmaktadır. Kongrelerimizde bu konuya özellikle yer verilmektedir. 7. Kongre'nin, artık gelenekselleşen etkinliklerinden, Atölye çalışmasının konusu da yanlış ulaştırma yatırımlarıdır.

Daha nice ulaştırma kongrelerinin başarı ile gerçekleştirilmesini dilerken, 40. Dönem TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Yönetim Kurulu'na, Kongre Düzenleme Kurulu üyelerine, vermiş oldukları destek nedeniyle içten teşekkürlerimizi sunarız. Ayrıca bildiri sahiplerine, Bilim Kurulu üyelerine, değerli katkılarını esirgemeyen tüm katılımcılara içten teşekkürlerimizi sunmayı bir borç sayıyoruz. 7. Ulaştırma Kongresi'nin başarılı geçmesini diliyoruz.

Güngör EVREN

Ergun GEDİZLİOĞLU

SUNUŞ

Bilim ve teknolojideki gelişmelerin insan hayatıyla ilgili olarak ortaya çıkardığı karmaşıklık, ülke ve kent içi ulaştırmasında da bir dizi yeni tercihlerin dikkate alınmasını gündeme getirmiştir. Bu kapsamda ülke düzeyinde yapılan her çalışma; sosyal, siyasal, ekonomik, kültürel ve toplumsal bir sonuç doğurmuştur. Kentlerimizin oransız ve sınır tanımaz büyümesi karşısında ortaya çıkan ulaştırma talepleri, çoğu kez siyasal iktidarlar tarafından “**insanı araçlaştıran**” bir çerçevede geliştirilmiştir. Açıkçası, ulaştırma konusu başta İstanbul olmak üzere, kent yaşamındaki kaliteyi büyük ölçüde düşürmüş, kent yaşamındaki sosyal etkinliklerden yararlanmak bir yana; evlerimizden işyerlerine ve okullara gidip gelmek bile ciddi bir eziyete dönüşmüştür. Yollarımız insanları taşıyan bir araç olmaktan çıkmış, araçları taşıyan bir mekanizmaya dönüşmüştür. Ayrıca çağımızın temel öngörüsü olan insanın hareketi de giderek azalmaktadır.

Bugüne kadar düzenlemiş olduğumuz Ulaştırma Kongreleri’nde son derece önemli ve bilimsel bildirimler ortaya konmuştur. Ulaştırmaya ilişkin temel politikaların “**insan odaklı**” olması gerektiğinin altı kalın çizgilerle sürekli olarak çizilmiştir. Ne yazık ki bu değerli bilimsel üretimler bugüne kadar raflarda kalmaktan öteye geçememiştir. Planlamanın ve arazi kullanımının önemli bir parçası olması gereken ulaştırma sistemleriyle ilgili tercihler, ne yazık ki çoğu kez bilimsel ve toplumsal olmaktan uzak, kişisel ve siyasal kararların etkisiyle ortaya konmuştur.

Bugün ulaştırma uzmanları ve toplumumuz; ulaştırma alt yapısının üretimiyle ilgili ve bu üretimlerin karar süreçleriyle ilgili gerekli ve yeterli bilgiye ulaşmamaktadırlar. Ulaştırmayla ilgili planlamanın bir parçası olması gereken inşaat projeleri, ulaştırmayla ilgili planlamanın önüne geçmiştir. Ayrıca başka bir gerçeğin altını çizmem gerekir ki, kentimizde kimi zaman fizibilite raporları ve ulaştırmayla ilgili projeler, inşaata başladıktan sonra yapılmaktadır.

Artık bilinmesi gerekir ki; **7.Ulaştırma Kongresi**’nde sunulacak olan son derece önemli bildirimlerin; ülke ve kent yaşamında dikkate alınabilmesi için toplumumuzun bilinçli desteğine ihtiyaç vardır. Aksi halde, yerel ve merkezi yöneticilerin ulaştırma altyapısına ilişkin yanlış kararlarının önlenmesi mümkün olmayacaktır.

Yine de, yaşamış olduğumuz bunca olumsuzluklara rağmen, “**7.Ulaştırma Kongresi**”nin önemli sonuçlar doğuracağını düşünüyorum.

“**7. Ulaştırma Kongresi**”nin gerçekleşmesinde emeği geçen düzenleme kurulunun sayın üyeleri başta olmak üzere, bilim kurulu üyelerine, kongremizi bildirimleriyle zenginleştiren değerli katılımcılara, ayrıca; maddi ve manevi desteğini esirgemeyen tüm katılımcılara en içten teşekkürlerimizi sunuyoruz.

7. Ulaştırma Kongresi’nin kalıcı sonuçlar doğurmasını diliyoruz.

Cemal GÖKÇE
İnşaat Mühendisleri Odası
İstanbul Şube Başkanı

İÇİNDEKİLER

Sıra No		Sayfa No
Bildiri 1	Ulaşımında Bilinçlendirme Programları CÜNEYT ELKER	1
Bildiri 2	Trafik ve Ulaşım Konularında Hatalı Kanılar ve Gerçekler İSMAİL HAKKI ACAR	23
Bildiri 3	Raylı Sistem Mühendisliğinde Yetkinlik Ölçütleri AYDIN EREL	35
Bildiri 4	İstanbul'un Ulaşım ve Trafik Sorunu: Üçüncü Çevre Yolu ve Boğaz Geçişi VECDİ DİKER ÇALIŞMA GRUBU	46
Bildiri 5	Kentçi Ulaşımında Karar Süreçleri ve Karar Ölçütleri ERHAN ÖNCÜ	65
Bildiri 6	İstanbul'da Yolculuk Hareketlerindeki Son On Yıldaki Değişimlerin Arazi Kullanımı – Ulaştırma İlişkisi Çerçevesinde Değerlendirilmesi HALUK GERÇEK – SERAP ŞENGÜL	82
Bildiri 7	Ulaştırma Sistem Performansı Arttırımına Yönelik Arazi Kullanımı Optimizasyonu Ankara Örneği BERNA ALAYLI – AYHAN İNAL	95
Bildiri 8	Türkiye Ulaştırmasının Bölgesel Durumu METE ORER	111
Bildiri 9	Türkiye'de Ulaştırma Yatırımlarının Değerlendirilmesinde Karar Süreci ŞAFAK BİLGİÇ	117
Bildiri 10	Türkiye'de Mekansal Kararlar ve Analitik Yöntemler Arasındaki Açmazların Şehirselleşim Uygulamalarında Ortaya Çıkardığı Çelişkiler ve Çözüm Önerileri M.YILDIRIM ORAL	127
Bildiri 11	Ülkemiz Ulaştırma Politikalarının Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Kalkınması Üzerindeki Etkileri BENGİ PINAR AYTAÇ – FAZIL ÇELİK – FUNDA TÜRE	137
Bildiri 12	Sinirsel Bulanık Sistemler İle Trafik Gürültüsünün Tahmini AHMET TORTUM – M. YASİN ÇODUR	144
Bildiri 13	Kentçi Toplu Taşıma Yatırımlarının Değerlendirilmesinde Karar Destek Modeli (Electre Yöntemi) Kullanımı MURAT KARACASU	155
Bildiri 14	Havaalanı Kapı Atamsız Problemine İlişkin Bir İnceleme GÜZİN AKYILDIZ – MUSTAFA GÜRİSOY	165
Bildiri 15	İstanbul'un Ulaştırma Sorunları ve Uzun Dönemli Çözüm Yaklaşımları SADETTİN ÖZEN	175

Bildiri 16	Kar ve Buz ile Mücadele Etmek Amacıyla Geliştirilen Daha Etkili Ekonomik Yeni Yöntemler PERVİZ AHMEDZADE – MESUDE YILMAZ – MEHMET YILMAZ	186
Bildiri 17	Bitümlü Sıcak Karışımların Performansına Filler Etkisi OSMAN NURİ ÇELİK – FATİH YONAR – SEYFULLAH CEYLAN	196
Bildiri 18	Havaalanı Esnek Üstyapı Tasarım Metodlarının Değerlendirilmesi NECATİ KULOĞLU – M. AZİZ ÖZDEMİR – BAHA VURAL KÖK	205
Bildiri 19	Polipropilen Fiberlerin Bitümlü Sıcak Karışımlarda Katkı Malzemesi Olarak Kullanımı SERKAN TAPKIN	216
Bildiri 20	Zorluk Derecesi Yüksek Bir Ulaşım Projesi Demiryolu Boğaz Tüp Geçişi HALUK İBRAHİM ÖZMEN	227
Bildiri 21	Marmaray’da Yük Taşımacılığı ve Çok Modlu Sistemle Entegrasyonu METİN ÇANCI – METİN TÜRKAY	237
Bildiri 22	Metro İstasyonlarının Mimari Açından Değerlendirilmesi GÜLEN ÇAĞDAŞ – GÜLAY PEKTAŞ MOĞULKOÇ	247
Bildiri 23	Kamu Ulaşım Yatırımlarının Gayrimenkul Değerleri Üzerine Etkisinin Modellenmesi: İzmir Metrosu Örneği UĞUR YANKAYA – H. MURAT ÇELİK	258
Bildiri 24	“Hızlı Tren”, “Sürat Demiryolu”na karşı ERHAN ÖNCÜ	271
Bildiri 25	Raylı Taşımacılıkta Yeni Yönelim: Hızlı Tren İSHAK KOCABIYIK – N. ŞAMİL ŞİRVAN – ÖMER ÇELİK	296
Bildiri 26	Sosyal Fayda Ekonomik Maliyet SÜLEYMAN ÖZKAN KAYAGİL	306
Bildiri 27	Uzun Kaynaklı Demiryollarında Karşılaşılan Yanal Stabilite Sorunları N. SEVGİ YALÇIN – AYDIN EREL – F. BURAK YAZICIOĞLU	312
Bildiri 28	Yüksek Hızlı Demiryollarında Alt Yapının Önemi ve Tasarım İlkeleri N. SEVGİ YALÇIN – AYDIN EREL	323
Bildiri 29	Esnek Üstyapıların Mekanik Özelliklerinin Geri Hesaplanmasında Yapay Zeka Kullanımı A. BURAK GÖKTEPE – EMİNE AĞAR – A. HİLMİ LAV	345
Bildiri 30	Uzun Ömürlü Esnek Üstyapıların Tasarımı PERVİZ AHMEDZADE – MEHMET YILMAZ	354
Bildiri 31	Üstyapı Yönetim Sistemlerinde Kullanılan Veri Türlerinin Sınıflandırma Yöntemleri UFUK KIRBAŞ – MUSTAFA GÜRSOY	364
Bildiri 32	Temel Dayanımının Fraktal Boyut İle İncelenmesi ALPER SEZER – A. BURAK GÖKTEPE – SELİM ALTUN	374

Bildiri 33	Yük Taşımacılığının Planlanması SEVİL AY – AYDIN EREL	384
Bildiri 34	Avrupa’da Ulaşım ve Lojistik Sektörünü Etkileyen Dinamikler: Türkiye’ye Yansımaları HÜLYA ZEYBEK	394
Bildiri 35	Lojistik ve Yük Taşımacılığı SEVİL AY – AYDIN EREL	404
Bildiri 36	Dünya Deniz Ticareti ve Gemi Filosu Analizi YALÇIN ÜNSAN – MUSTAFA İNSEL – İSMAİL HAKKI HELVACIOĞLU	426
Bildiri 37	Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkelerde Ulaşım: Yenilenebilir Enerjiye Karşın Enerji Azal(t)ımı HALİM CEYLAN – MUSTAFA KARASHAHİN – SONER HALDENBİLEN	438
Bildiri 38	Yerel Yönetimlerde Ulaştırma Birimi Organizasyonu için Model Önerileri YETİŞ ŞAZİ MURAT – HALİM CEYLAN – SONER HALDENBİLEN	448
Bildiri 39	Eskişehir Kent Merkezinde “Park Et ve Bin” Uygulamasının Sürdürülebilir Ulaştırma Bağlamında Değerlendirilmesi POLAT YALINIZ – ŞAFAK BİLGİÇ	461
Bildiri 40	Sürdürülebilir Ulaşımına Uygun Otopark Yönetim Stratejileri: İstanbul Uygulaması EDISON BARHANİ – GÖKMEN ERGÜN	471
Bildiri 41	Bağ Akım Yayılımı Modellemesi İçin Çözümlemeli Bir Karma Model HİLMİ BERK ÇELİKOĞLU - ERGUN GEDİZLİOĞLU	482
Bildiri 42	Bölünmüş Karayolunun ve Çalışmalarının Trafik Güvenliğine Etkisi NURAN BAĞIRGAN	493
Bildiri 43	Dinamik Ağ Yükleme Problemi ve Temel Modelleri HİLMİ BERK ÇELİKOĞLU – ERGUN GEDİZLİOĞLU	502
Bildiri 44	Erişilebilirlik Ölçütünün Rastlantısal Fayda Fonksiyonunda Kullanımı Üzerine Bir Değerlendirme MUSTAFA ÖZUYSAL – SERHAN TANYEL	514

Ulaşımında Bilinçlendirme Programları

Prof. Dr. Cüneyt Elker

Çankaya Üniversitesi, Ankara

Tel: (312)2844500

E-Posta: elker@cankaya.edu.tr

Öz

Kentsel ulaşımında, talebin azaltılması, yolculukların otomobilden toplu taşıma kaydırılması, bu amaçla toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesi ve otomobil kullanımının caydırılması, sorunların daha az ve esnek yatırımlarla çözülmesi gibi politikalar, gelişmiş ülkelerde uzun yıllardır tartışılmasına bile gerek kalmayan ilkeler haline gelmiştir. Ülkemizde bu gerçeklerin uzmanlarca bilinmesine ve bilimsel toplantılarda tekrar tekrar dile getirilmesine karşın, bu konuda yerel yöneticilerden sokaktaki adama kadar toplumun çok büyük bir kesiminde yaygın bir bilinçsizlik göze çarpmaktadır. Bu bilinçsizlik, yerel yönetimlerce sayıları çığ gibi büyüyen ve kentleri betonlaştıran altyapı yatırımlarının yapılmasına ve bunların kamuoyunca hoşgörüle karşılanmasına, hatta alkışlanmasına yol açmaktadır. Bu olgu göstermektedir ki, ülkemizde ulaşımında temel sorun teknik veya parasal yetersizlik değil, gerçeklerin ve çağdaş yaklaşımların topluma anlatılamaması ile ilgilidir.

Bildiride bu noktadan hareketle, önce çağdaş ulaşım politikalarının ve bunların gerekçelerinin kısa bir hatırlatılması yapılmaktadır. Daha sonra, eksikliği hissedilen bir “bilinçlendirme programı”nın ilke ve boyutları tartışılmaktadır. Böyle bir kampanyanın stratejileri ve hedeflerinin neler olabileceği, kimler tarafından yürütüleceği, hangi kitleleri hedefleyeceği, kullanılacak yöntem ve ortamların neler olacağı, hangi kuruluşlardan destek alınabileceği, finansmanının nasıl sağlanabileceği, ne derece etkili olabileceği gibi konular ayrıntılarıyla irdelenmektedir. Bu çerçevede, dünyadaki uygulamalar da gözden geçirilmekte, ülkemizin gereksinimleri açısından yararlı olabileceği düşünülen yöntemler dikkate alınmaktadır.

Bildiri, ulaşım sorunlarının ve bunların çözümüne ilişkin politikaların doğru bir biçimde algılanmasına yönelik bir bilinçlendirme programı önerisiyle sonuçlanmaktadır.

Anahtar sözcükler: Ulaşım politikaları, kampanyalar, bilinçlendirme programları

Gereke

Çağdaş ulaşım politikalarının ortaya çıkışı

Ulaşımın insanlarca sorun olarak algılanmaya başlanmasıyla beraber, artan taşıt ve özellikle otomobil trafiği nedeniyle tıkanan yollar genişletilmiş, yeni yollar, üst geçitler, tüneller gibi kapasiteyi arttırıcı yatırımlar yapılmıştır. Ancak, bunlar kentlerin bütününde değil, yalnızca yapıldığı yerlerde trafiği rahatlatmış, bu geçici ferahlanmanın verdiği ivme ile talep yeniden artmış, yeni sıkışıklıklar ortaya çıkmış ve bunları

gidermek için yeni yatırımlar yapmak gerekmiştir. Böylelikle kentlerde, insan ölçeği arka plana itilmiş ve otomobile yönelik çirkin yapılar egemen olmuştur.

Bu dönemlerde uygulanan politikaların çözüm getirmediğinin, hatta sorunları daha da arttırdığının anlaşılması üzerine, dünyada ulaşımın ilke ve kuralları 1970’li yıllardan itibaren yeniden yazılmaya başlanmıştır. Sorunları çözmek için mevcut altyapıdan olabildiğince yararlanmak, yatırımların planlanması ve hizmetlerin sunumunda toplumun farklı kesimleri arasında hakkaniyeti gözetmek ve ulaşımın çevreye zararını en aza indirmek bu yeni yaklaşımın temel ölçütleri olmuştur. Bu hedeflere erişmenin yolları da doğal olarak:

- ulaşım talebinin denetim altına alınması,
 - toplu ulaşım sistem ve hizmetlerinin geliştirilmesi ve
 - otomobil kullanımının caydırılması
- olmaktadır.

Dünyada yeni politikaların uygulanması

Bu anlayışın sonucu olarak, son 20-30 yılda dünyada, gerek *uluslararası* gerekse *ulusal* ve *kentsel* düzeyde pek çok uygulama yapılmıştır. OECD, Avrupa Konseyi, Avrupa Birliği gibi uluslararası kuruluşların tümünün son yıllardaki belgeleri bu anlayışı yansıtan ilke ve kararlar ile doludur.

Bazı ülkelerde bu yaklaşımlar bir ulusal politikaya ve yasal çerçeveye dönüşmüştür. ABD Ulaştırma Bakanlığı “Yolculuk Talep Yönetimi Önlemlerinin Etkin Uygulanması” başlığı altında geniş kapsamlı bir araştırma yaptırmış (Comsis, 1993), işverenler ile yerel yönetimler ve yasal-kurumsal düzenlemeler için kılavuz el kitapları hazırlatmıştır. Aynı program altında, federal ve yerel düzeyde yasalaşmış veya öneri halinde “yolculuk azaltma yönetmelikleri” bulunmaktadır. İngiltere’de de, yerel yönetimlerin kendi bölgelerinde trafiğin azaltılması için bir program yaparak bunu uygulamaya koymalarını emreden bir tasarı yasalaşmıştır (Road Traffic Reduction Act, 1997).

Kentsel ölçekte de, dünyada toplu ulaşımı geliştirip otomobil trafiği talebini caydırmayı amaçlayan sayısız uygulama örneği ortaya çıkmıştır. Bu anlayış içinde bir grup Avrupa kenti CIVITAS adlı bir inisiyatif çerçevesinde örgütlenmiş olup deneyimlerini birbirlerine ve diğer kent yönetimlerine düzenli bir biçimde aktararak örnek olmaktadır.

Anılan politikalara en güncel örneklerden biri de 2003 yılı başından itibaren Londra kent merkezine giren otomobillerden ücret alınarak (halen günde 8 pound) otomobil kullanım talebinin düşürülmesi ve elde edilen gelirin toplu ulaşımın geliştirilmesi için kullanılmasıdır. Aslında otomobillerin kent merkezine girişlerinin ücretlendirmesi yeni bir uygulama değildir: bu yöntem daha 1970’li yıllarda Singapur’da başarıyla uygulanmıştır. Günümüzde Singapur kent merkezi ücretlendirmesi otomobillerin tüm kullanımını içerecek biçimde yaygınlaştırılmıştır. Hong Kong, Oslo ve Bergen de otomobil kullanımını ücretlendiren kentler arasındadır.

Avrupa kentlerinin çoğunda, kentin özelliklerine göre değişik yoğunluk ve yöntemde ulaşım sorununu az yatırımla çözümlenmeyi hedefleyen ve otomobil kullanımını azaltmaya yönelik birçok uygulama bulunmaktadır (yasak yollar veya alanlar, merkezde

otopark arzının azaltılması, yüksek otopark fiyatları, esnek çalışma saatleri, evde çalışma, v.b.). Kuzey Amerika'da, bu politikaların uygulaması daha çok otomobillerdeki ortalama kişi sayısını arttırarak trafiğe daha az taşıt çıkması biçiminde olmaktadır. Bu amaçla kent veya çalışma yerleri ölçeğinde düzenlenen taşıt paylaşma önlemleri ön plana çıkmaktadır. Aynı amaçla, sadece dolu otomobillere ve toplu taşıma taşıtlarına ayrılmış şeritler, otoyol girişlerinde kısıtlamalar gibi önlemlerle sıkça karşılaşmaktadır. Çoğu Latin Amerika ve Uzak Doğu'da olmak üzere, pahalı ve gerçekleştirmesi uzun süre alan metro yapımı yerine, mevcut yollardan yararlanılarak hızla hizmete girebilen yüksek kapasiteli otobüs yolları da otomobilden alıp toplu taşıma verme politikasının yaygın örneklerindedir.

Görüldüğü gibi, geçen yıllar içinde, yukarıda sözü edilen uygulamalar artık üzerinde tartışılmasına bile gerek kalmayan politikalar haline dönüşmüş olup, bu ülkelerde ulaşım sorunların çözümü için hiçbir yönetici veya uzmanın aklına katlı kavşaklar, tüneller, viadükler yapmak gelmemektedir. Olsa olsa, anılan politikalar uyarınca yapılan projelerin başarıya ulaşması için, bu konuda bilgi ve bilinci daha az olan kullanıcıların benimsemesi ve desteğinin sağlanması yönünde çaba harcanmaktadır.

Ülkemizdeki durum

Ülkemizde de, daha ilk ortaya çıkmaya başladığı yıllardan itibaren, sözü edilen çağdaş ulaşım politikaları konuyla ilgili uzmanlar tarafından dile getirilmeye ve savunulmaya başlamış, giderek akademik kuruluşlar ve sivil toplum örgütlerince benimsenmiştir. Yapılan bilimsel toplantılarda, uzmanlar bu konuda her zaman görüş birliğine varmıştır. Buna karşılık, çağdaş ulaşım politikalarının merkezi ve yerel yöneticilerle toplumun geniş bir bölümüne anlatılması ve benimsetilmesinde tam bir başarısızlığa uğranmıştır.

Bunun sonucu, kentlerimiz son 20-30 yılda geri dönülmesi olanaksız çirkin yapılarla donatılmıştır. Geçen süre içinde, dünyada ulaşım politikalarının henüz olgunlaşmadığı dönemlerde olduğu gibi, bunların çözüm getirmediği görüldüğünde bunlara yeni eklemeler yapılmıştır. İşin daha da garibi, ulaşımın en önde gelen kentsel sorunlardan biri olma halinin sürmesine karşın, geniş halk kitlelerinin uygulanan yanlış politikaları desteklemesidir. Böylece, birçok yerel yönetici, bu yaptıklarını ısrarla sürdürmekte, hatta bunları seçimlerde propaganda malzemesi olarak kullanabilmektedir.

Görüldüğü gibi, ülkemizde ulaşım dalında gerçeklerin yaygın bir tabana anlatılamaması sorunu yaşanmaktadır. Öyle görülüyor ki, bilimsel toplantılarda, kitaplarda yeni ulaşım politikalarının dile getirilmesi bunların toplumun bütününe yaymaya yetmemektedir. Daha önce erozyonla mücadele, orman yangınlarının önlenmesi, trafik kazalarının azaltılması, enerji tüketimi gibi konularda yapılanlara benzer, ancak bunlardan daha kapsamlı bir bilinçlendirme kampanyasına gerek vardır. Dünyada, daha çok bir politika veya projenin başarıya ulaşabilmesi için vatandaşa benimsetilmesiyle sınırlı bir biçimde uygulanan kampanyalardan farklı olarak, ülkemizde böyle bir kampanyanın başta merkezi ve yerel yöneticiler olmak üzere bütün bir toplumu hedef alması gerekmektedir. İzleyen bölümde, bir ulaşımda bilinçlendirme programının stratejileri ve hedeflerinin neler olabileceği, kimler tarafından yürütüleceği, hangi kitleleri hedefleyeceği, kullanılacak yöntem ve ortamların neler olacağı, hangi kuruluşlardan destek alınabileceği, finansmanının nasıl sağlanabileceği, ne derece etkili olabileceği gibi konular ayrıntılarıyla irdelenmektedir.

Bilinçlendirme Programları

Bilinçlenme süreci

Kişi veya grupların belirli bir konudaki görüş ve davranışlarının bir kampanya veya tanıtım eyleminin ardından bir aşamada kolayca değişebileceğini düşünmek yanlıştır. Bu değişim genellikle, birbirini izleyen farklı düzeylerdeki bilinçlenmeler ve algılamalar zinciri sonucunda oluşur.

Bir örnek vermek gerekirse, işine düzenli biçimde otomobil kullanarak gidip gelmekte olan bir kişinin, bir yazı okuduğu, bir televizyon programı seyrettiği veya bir afiş gördüğü için aniden yolculuklarını toplu taşıma yapmaya karar vermesi beklenmemelidir. Kişinin öncelikle sorunun farkına varması ve bunun ardından kendinin de bu sorunda bir sorumluluğunun olduğunu kavraması gerekir. Daha sonra, farklı seçeneklerin varlığının görülmesi ve bunların karşılaştırılabilmesi aşamaları gelmektedir. Kişinin iş yolculuklarında sürekli olarak toplu taşıma kullanmaya başlaması ise, ancak önce yeni bir ulaşım türünü seçme kararını vermesi, belki birkaç kez bunu denemesinden sonra gerçekleşmektedir .

Yapılacak kampanya veya bilinçlendirme programının kapsam ve hedefi, doğal olarak bu algılama zincirinin etkilenmesi düşünülen halkalarına göre değişmektedir.

Bir bilinçlendirme programının olası hedefleri

Bir bilinçlendirme programının hedefi doğal olarak böyle bir düzenleme yapılmasını doğuran gereksinimlere göre değişmektedir. Avrupa Birliği'nin "Ulaşımında Başarılı Karar Verme" adlı el kitabında pazarlama stratejileri dört başlık altında ele alınmaktadır: kurumsal pazarlama, bilgi ve imaj kampanyaları, bilinçlendirme kampanyaları ve bireysel pazarlama (Guidemaps Consortium, 2004).

Kurumsal pazarlama bir proje hakkında stratejik kararların verilmesinden ve kaynakların dağıtımından sorumlu grupları etkilemek ve desteklerini sağlamak için kullanılan bir araç olarak tanımlanmaktadır. Çoğunlukla politikacılar, merkezi veya yerel yönetimler olarak düşünülebilecek bu grupların ulaşım projeleri konusunda kimi zaman çelişkili görüşleri bulunmaktadır. Kurumsal pazarlama bir projenin yararlarını vurgulayarak kurumlar içinde olabilecek karşı görüşleri azaltmayı da hedeflemektedir.

Geleneksel ürün pazarlaması bilgilendirme amacından çok herhangi bir ürünün veya markanın imajını geliştirme üzerinde yoğunlaşmaktadır. Ulaşım ile ilgili *bilgilendirme ve imaj kampanyalarında* ise, söz konusu proje veya politika önceden bilinmediğinden bunların imajının geliştirilmesi yerine, öncelikle kamuoyunun bu konuda bilgilendirilmesi ön plana çıkmaktadır.

Bilinçlendirme kampanyaları, genellikle ulaşım ile bağlantılı temel konuların kamuoyunca algılanmasını sağlanması amacını taşımaktadır. Bu kampanyalarda doğrudan bir projenin tanıtılması veya kentlilerin yolculuk davranışlarının değiştirilmesi gibi somut hedefleri bulunmamaktadır. Ancak, bunlar dolaylı olarak çağdaş proje veya politika uygulamalarının kısa ve uzun dönemde benimsenmesinin kolaylaştırabilecek önemli araçlardır.

Bireysel pazarlama ise, bir projenin uygulanması sonucu doğrudan etkilenecek veya yolculuk davranışlarının değişmesiyle projenin başarıya ulaşmasını kolaylaştıracak grupların ikna edilmesini hedeflemektedir. Bu yöntemde karşılıklı görüşme veya yazışma önem kazanmaktadır.

Bu yöntemlerden birini veya birkaçını birarada kullanmak mümkündür. Ülkemizin gerçekleri dikkate alındığında, kamuoyunun genelini hedefleyen “bilinçlendirme kampanyası”nın öncelikli bir gereksinme olduğu anlaşılmaktadır. Ancak, buna ek olarak, özellikle yerel yönetimlere odaklanmış “kurumsal pazarlama” ile ulaşımdan sorumlu yönetici ve karar vericilere yönelik “bireysel pazarlama” stratejilerinin de önem kazandığı görülmektedir.

Bilinçlendirme programlarının yapısı

Düzenlenecek her bilinçlendirme programının veya kampanyasının gereksinimler ve ortamdaki kaynaklanan farklı özellikleri olmakla beraber ortak genel nitelikleri de bulunmaktadır. Bir kampanyanın bütün koşullarda geçerli olabilecek genel yapısı Şekil 1’de verilmektedir (Tapestry, 2005). Bu şekilde, kampanyanın genel öğeleri iki ana grup altında toplanmaktadır: stratejik yönetim ve işlemsel yönetim. Burada yer alan terimler aşağıdaki bölümde açıklanmaktadır.

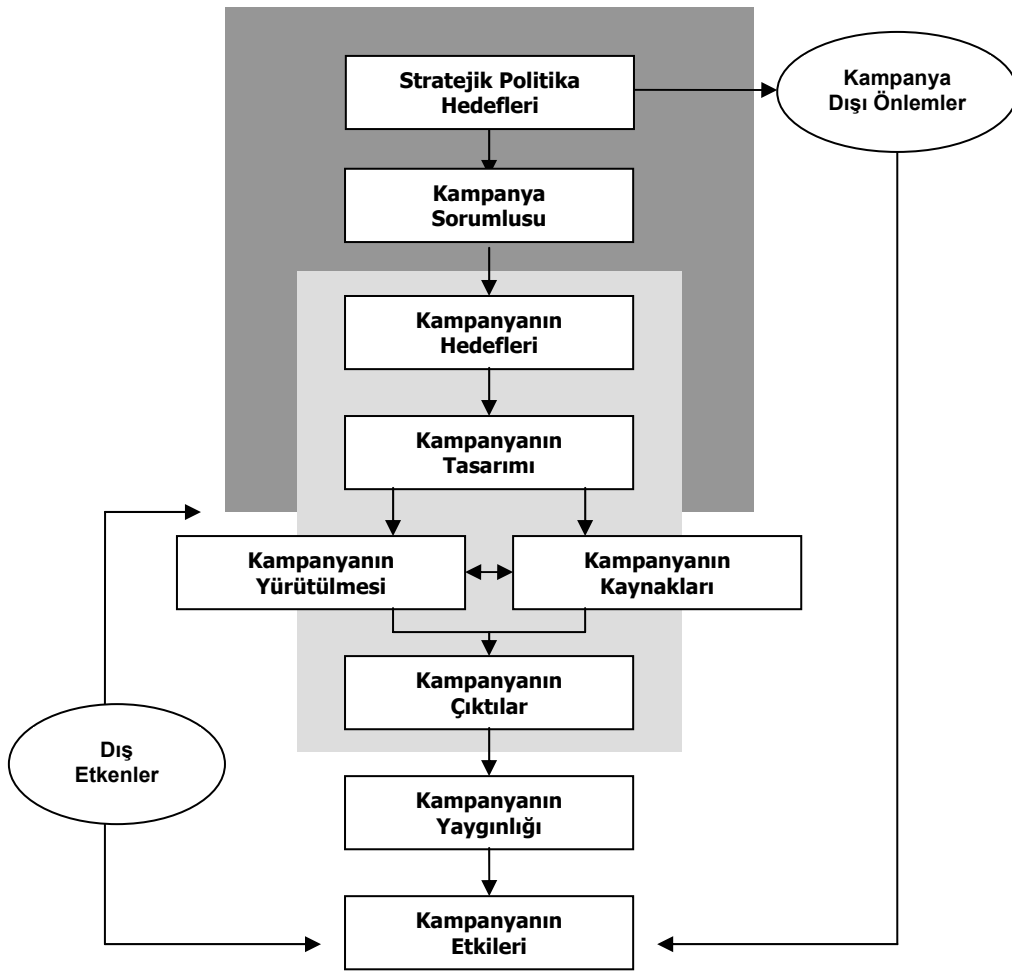
Stratejik yönetim

Stratejik politika hedefleri, kampanyanın amaç ve kapsamına göre, bir yerel ulaşım planında ya da merkezi yönetiminin politikalarında belirlenmiş tıkanıkların-çevre kirliliğinin azaltılması, yol güvenliğinin-sağlık koşullarının iyileştirilmesi gibi genel hedef veya stratejilerdir. *Kampanya sorumlusu* bir kişi veya kurum olabilir. Kampanya sorumlusu daha genel olan stratejik politika hedeflerinin kampanyanın hedeflerine veya daha somut özel hedeflere indirilmesinde temel rol oynar. Her kampanya için özgün hedeflerin belirlenmesi gerekir; *kampanyanın hedefleri*, bu eylemin sonucunda neye erişilmesi gerektiğini ve hedef grupların kimler olduğunu açıkça ifade etmelidir. *Kampanyanın tasarımı* en önemli aşamalardan biridir; bu bölümde hedef kitle(ler), kampanyanın türü, kullanılacak mesajlar gibi kritik konularda genel hedef gözden kaçırılmadan kararlar üretilmesi gerekmektedir. Ayrıca, kampanyalar bağımsız olaylar biçiminde düşünülmemelidir; yeni bir raylı sistem hattının açılması, polisin hız sınırlarını daha sıkı denetlemesi gibi *kampanya dışı önlemler* de kitlelerin davranış ve görüşlerini etkileyerek kampanyanın sonuçlarını değiştirebilir. Aynı şekilde, akaryakıt fiyatlarında değişme, trafikle ilgili yeni bir yasa gibi *dış etkenler* de kampanyanın hedeflenen etkileri üzerinde olumlu veya olumsuz gelişmelere yol açabilir.

İşlemsel yönetim

Kampanyanın özellikleri ve kapsamını sağlanabilen *kaynaklar* belirlemektedir. Bu girdilerin büyük bir bölümü (bu amaca ayrılacak bütçe gibi) baştan bellidir. Ancak, kampanyanın uygulanması sırasında, yeni sponsorların bulunması, ek bağışlar sağlanması, gönüllü destek ve karşılıksız malzeme veya hizmet verilmesi gibi ek girdiler elde edilebilir. *Kampanyanın yürütülmesi* sırasında başlıca aktörlerin birbiriyle ilgilerinin kurulması, bilginin dağılım biçimi, kamuoyunun kampanyaya katılmasının biçimi gibi öğeler kampanyanın başarısını doğrudan etkilemektedir. Kampanyanın girdileri yönetim süreci sonucunda bazı somut *çıktılara* dönüşmektedir. Bunlar afiş, broşür, radyo duyurusu gibi reklam malzemeleri veya eylemler olabilmektedir. Çıktıların kampanya girdileriyle karşılaştırıldığında kampanyanın verimliliği ortaya

çıkmaktadır. *Kampanyanın yaygınlığı* hedef kitleye ne derece erişilebildiğini ifade etmektedir. Geleneksel olarak bu, kişilere kampanyanın öğelerini anımsayıp anımsamadıkları sorularak öğrenilmektedir. Ancak, bazen kişiler kampanya elemanlarını anımsamasa da, bunlar bilinçaltında yerleşmekte ve ileride görüş ve davranışlarında olumlu değişiklikler olabilmektedir. *Kampanyanın etkileri* iki grup altında toplanabilir. Bu etkiler, bireysel düzeyde bilinçlenmenin ve davranışların değişmesi biçiminde görülebildiği gibi, sistem düzeyinde tıkanıklıkların, kirlenmenin, gürültünün veya kazaların azalması şeklinde de ortaya çıkabilmektedir.



Şekil 1. Bir Kampanyanın Genel Yapısı
(Kaynak: Tapestry, 2005)

Bir Bilinçlendirme Programı Önerisi

Ülkemizin koşullarında geçerli olabilecek bir ulaşım bilinçlendirme programı veya kampanyasında yer alacak öğelerin aşağıda belirtilen özelliklere sahip olması gerekmektedir.

Stratejik politika hedefleri

Bilindiği gibi ülkemizde, DPT Özel İhtisas Komisyonları'nın raporları veya bazı sivil toplum örgütlerinin bildiregeleri dışında, kentsel ulaşım için belirlenmiş ve resmîyet kazanmış bir politika bulunmamaktadır. Zaten, böyle bir yerleşik politikanın olmayışı bu tür bir kampanyanın düzenlenmesini gerekli kılmaktadır. Dolayısıyla, ülkemizde ulaşım alanında öncelikli olarak ihtiyaç duyulan bilinçlendirme kampanyası, belirli bir kentteki bir proje veya stratejinin benimsetilmesi gibi özel bir amaçtan çok, ülkenin bütününde ulaşımaya yönelik anlayış ve beklentilerin dünyaca kabullenilmiş çağdaş politikalar yönünde değiştirilmesi hedefini gözetmelidir.

Kampanya sorumlusu

Ulaşımında bilinçlendirme programları veya kampanyaları düzenlenen ülkelerde bu programların sorumlusu genellikle yerel yönetimler, kamu kuruluşları veya toplu ulaşım işleticileri olmaktadır. Bunlar, kampanyaları kendileri veya örgütledikleri kurumlar aracılığıyla yürüterek, sürdürülebilir ulaşım, yolculuk miktarının azaltılması, zararlı gazların emisyonunun düşürülmesi gibi hedeflerin gerçekleştirilmesini kolaylaştırmak amacıyla uygulanan önlemlerin kentlilerce benimsenmesini sağlamaktadırlar. Ancak, daha önce de belirtildiği gibi, ülkemizde genelde kamuoyunun ve öncelikle yerel yöneticilerin bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Kuruluş amaçları başka olan sivil toplum örgütleri veya meslek odalarının da ulaşım ile ilgili böyle bir misyonu üstlenmesi beklenmemelidir. Dolayısıyla, ülkemizde düzenlenecek bir ulaşımında bilinçlendirme programının sorumlusunun bu amaçla kurulacak kâr amacı gütmeyen bir sivil toplum örgütü olması gerekmektedir. Bunun İstanbul veya Ankara'da merkezi ve diğer büyük kentlerde şubeleri olan bir *dernek veya vakıf* biçiminde örgütlenmesi akla ilk gelen çözüm olmaktadır. Örgütün yalnızca ulaşım konusundaki uzmanlardan oluşması yerine bu tür kampanyaları yürütmeye yetkin -iletişimci, stratejist, tasarımcı, pazarlamacı, mali danışman gibi- kişilerce de desteklenmesi öngörülen hedeflere erişilmesini kolaylaştıracaktır.

Hedefler

Bir bilinçlendirme programının hedefleri elbette oluşturulacak sivil toplum örgütünün üyelerince belirlenmelidir. Ancak, bütün koşullarda geçerli olabilecek bazı ilkelerden söz edilebilir. Kampanyanın hedefleri özgün, sade ve her kesimce anlaşılabilir açıklıkta olmalıdır. Hedeflerin, sonuçlarının ölçülebilir olmasını sağlayacak biçimde somut olması da önemli ilkelerden biridir. Ayrıca, programın hedefleri bütün katılımcılarca kabul edilebilir ve gerçekçi olmalıdır.

Kampanya sorumluları tarafından ileride belirlenmesi gerekmele beraber, bir fikir vermesi bakımından, ülkemizde düzenlenecek bir ulaşımında bilinçlendirme kampanyasının temel hedefinin, toplumun her kesimini aşağıdaki konularda bilgilendirerek bunların doğru olarak algılanmasını sağlamak olduğu söylenebilir:

- ulaşımın çevre, enerji, ekonomi gibi alanlara etkileri,
- ulaşım türleri ve özellikle otomobil ile toplu ulaşım arasındaki farklılıklar,
- yol, katlı kavşak gibi yatırımların otomobil kullanımına etkileri,
- ulaşım konusunda bireysel seçme ve davranışların genel trafik düzenine etkileri,
- ulaşım altyapısının hakça kullanımı, v.b.

Bilinçlendirilmesi hedeflenen kitle için iki ayrı kesimden söz edilebilir: büyük kentlerimizde yaşayan her yaş grubunu içeren geniş bir kitle ve ulaşım yatırımları ile hizmetlerinden sorumlu merkezi ve yerel yönetimdeki karar verici ile uygulamacılar. Birinci gruptaki yaygın kitlenin bilinçlendirilmesi uzun soluklu çabaları gerektirmektedir. Bu grup hem kısa dönemde bilinçli davranış ve seçmeleriyle gerçekleştirilecek projeleri benimseyerek başarıya ulaşmasını kolaylaştırabilecek, hem de uzun dönemde yapılan uygulamaları sorgulayarak veya yönetici - karar verici konuma geldiğinde doğru seçimler yaparak çağdaş politikaların uygulanmasını sağlayabilecektir. İkinci gruptaki daha dar kitle için ise, kısa dönemli ve çabuk sonuç alınabilecek yöntemlerin seçilmesi gerekmektedir. Her iki hedef kitle için de, yazının başlarında sözü edilen “bilinçlenme süreci”nin hangi aşamasına müdahale edileceğinin ayrıca tartışılması gerekmektedir. Yukarıda sıralanan hedefler, kentlilerin yolculuklarına ilişkin davranışlarını veya tutumlarını değiştirmekten çok, öncelikle ulaşım alanındaki sorunları ve bunların çözümündeki çağdaş yaklaşımları farkına varmalarına yöneliktir.

Kampanyanın tasarımı

Genel kamuoyu ve yöneticiler olarak tanımlanabilen hedef grupları için özelliklerine uygun ayrı ayrı yöntem ve araçlar gerekmektedir. Genel kamuoyunun bilinçlendirmesinde, yüz yüze görüşmelerden çok kitle iletişim araçlarının kullanımı ön plana çıkmaktadır. Bu çerçevede, aşağıda sıralanan ve bunlar gibi önlemler olası etkilerine göre değerlendirilmelidir:

- ilk ve orta öğretim okullarındaki bazı derslerin içeriklerine ulaşım ile ilgili ünitelerin eklenmesi ve bunlarla ilgili metinlerin ve görsel malzemenin hazırlanması, bilgisayar oyunları hazırlanması,
- yerel inisiyatif gruplarının uygun gördüğü ortamlarda ortak konferans ve/veya sergiler düzenlenmesi,
- diğer sivil toplum örgütleri, üniversiteler ve yerel yönetim ile ilgili birimleriyle ortak forumlar oluşturulması,
- üniversitelerde çalıştaylar yapılması, fikir projesi ve/veya film yarışmaları düzenlenmesi,
- basın organlarında duyurular yapılması, yazılar ve röportajlar, radyo ve televizyonlarda konuşmalar, tartışma programları düzenlenmesi, kitapçıklar bastırılması ve kısa metrajlı filmler hazırlanması,
- yararlı sunum ve metinlerin yer aldığı web sayfası düzenlenmesi, e-danışma olanakları sağlanması,
- kısa fakat etkili sunumların elektronik posta dağıtım ağıyla çok sayıda kişiye ulaştırılması,
- kentlerin merkezi yerlerinde sabit (metro istasyonları, v.b.) veya hareketli (gezici otobüs, v.b.) tanıtım-danışma birimleri kurulması,
- hazırlanacak etkili sloganlar ve afişlerin kentsel alan içinde panolar, duraklar, otobüslerin yüzeyleri gibi alanlarda sergilenmesi,
- çevre günü, trafik haftası, otomobilsiz gün, v.b. fırsatlarda sergi, konferans gibi paralel etkinlikler düzenlenmesi.

İkinci grupta yer alan ulaşım yatırımları ile hizmetlerinden sorumlu merkezi ve yerel yönetimdeki karar verici ile uygulamacıların bilinçlendirmesinde ise:

- merkezi ve yerel yöneticilere ziyaretler yapılması,

- ulaşımla ilgili kamu kurumlarının personeli için kısa süreli eğitim programları düzenlenmesi,
- ilgili kurumların katılımıyla ortak forumlar düzenlenmesi

gibi daha çok doğrudan iletişim kanallarının kullanılması yararlı olacaktır. Her iki gruba yönelik etkinliklerin de zamanlama ve yaygınlıkları konusunda somut programlar yapılması ve sorumluluk paylaşımının açık bir biçimde belirlenmesi kampanyanın başarıya ulaşması için bir önkoşuldur.

Kaynaklar

Önerilen bilinçlendirme programı için yukarıda sıralanan etkinlikler göz önüne alındığında, önemli bir kaynak gereksinmesi ortaya çıktığı görülmektedir. Kampanya kapsamında uygulanacak etkinlikler ve bunların programı dikkate alınarak öncelikle bir bütçe tahmini yapılması gerekmektedir. Bundan sonra, ulusal veya uluslararası fonlardan yararlanmanın yolları aranmalıdır.

Kaynakları parasal fonlarla sınırlı olarak düşünmemek gerekir. Paralel amaçları olan diğer sivil toplum örgütleriyle stratejik işbirliği anlaşmaları yapılması halinde bu kuruluşlardan destekler sağlanabilir. Bu destekler personel kullandırma veya basım-kırtasiye olanaklarından yararlandırma gibi biçimlerde olabilir. Bazen, tek bir STÖ'ne verilmeyen bir kaynak, birarada başvurulduğunda temin edilebilir. Savunulan politikaların yaşama geçmesi halinde menfaat sağlayacak -toplulaşım araçları üreticileri gibi- özel sektör kuruluşlarından parasal destek alınması da göz ardı edilmeyecek bir olasılıktır.

Sonuç

Çağdaş ulaşım politikaları konusunda dünyada gelinen nokta ülkemizdeki uzmanlar tarafından bilinmesine ve benimsenmesine karşın, bunları toplumun çok geniş bir bölümüne aktarmak mümkün olamamıştır. Otomobil kullanımının toplulaşım aleyhine artmasının çevreye, ülke ekonomisine ve dışa bağımlılığa olumsuz etkileri olduğu, yapılan yeni yol, katlı kavşak, tünel gibi yatırımların otomobil kullanımını arttırdığı ve çözüm getirmediği gibi yeni tıkanmalara yol açtığı, kentlerimizi geri dönülmez biçimde çirkinleştirdiği, kentte yaya olmayı giderek zorlaştırdığı gibi gerçekleri ve neden-sonuç ilişkilerini anlatmakta yetersiz kalmıştır. Bütün bunlar, ülkemizde ulaşım konusunda kapsamlı bir bilinçlendirme programı ya da kampanyası düzenlenmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bildiride, böyle bir kampanyanın hedeflerinin neler olabileceği, kimler tarafından yürütüleceği, hangi kitleleri hedefleyeceği, kullanılacak yöntem ve ortamların neler olacağı, finansmanının nasıl sağlanabileceği gibi konular incelenmiştir. Önerilen bilinçlendirme programının hem genel kamuoyunu hem de mevcut merkezi ve yerel yönetim kuruluşlarını hedeflemesi öngörülmektedir. Ülkemizde ulaşım dalındaki çarpık ve yanlış uygulamaların günümüzde her zamankinden daha da hızlı arttığı göz önüne alınacak olursa, bu tür bir bilinçlendirme programının bir an önce uzmanlarca tartışılarak hayata geçirilmesinin gerektiği açıkça ortaya çıkmaktadır. Eyleme geçme zamanı gelmiş, hatta geçmiştir.

Kaynaklar

Comsis, Implementing Effective Travel Demand Management Measures, Institute of Transportation Engineers, Washington, 1993

Guidemaps Consortium, Successful Transport Decision-making – A Project Management and Stakeholder Engagement Handbook, Fastcolour Ltd., 2004

Road Traffic Reduction Act 1997, The Stationery Office Limited, London, 1997

Tapestry (Travel Awareness Publicity and Education Supporting a Sustainable Transport Strategy), Making Campaigning for Smarter Choices Work – Guidelines for Local Authorities, Nottingham, 2005

www.civitas-initiative.org/measure_sheet

Trafik ve Ulaşım Konularında Kanılar ve Gerçekler

Dr. İsmail Hakkı Acar

Öz

Kentiçi ulaşımı ve kentiçi trafiği ile ilgili başlıkların her biri “olumlu bilim” konusudur, inşaat mühendisliği, sistem / işletme / endüstri mühendisliği, kentsel planlama gibi. Ancak, ağırlıklı olarak gelişmekte olan ülkelerde, bu başlıklarla ilgili çözümler “olumlu bilim”den ziyade, politik kaygılardan dolayı “kamu istekleri” doğrultusunda çözümlenmeye çalışılmaktadır.

Toplumdaki eksik ve yetersiz bilgiden kaynaklanan, gerçeklerden uzak “kanılar”, hatalı “kamu istekleri”nin oluşmasına neden olmaktadır. Daima “kamu isteği”ne cevap verme kaygısı içinde olan “politik irade” de bu hatalı kamu taleplerine cevap verme yönünde vizyondan ve stratejiden uzak, kısıtlı işleve sahip, ağırlıklı olarak gösterişe yönelik “prestij projeleri”ne yönelmektedir.

Bu bildiri kapsamında, politik karar verme sürecini etkileyip tetikleyen, bir anlamda “politik irade”yi yönlendiren toplumdaki hatalı “kanılar”dan doğan “kamu istekleri” ele alınacak ve bu hatalı isteklerin karşısında gerçeklerin neler olduğu vurgulanmaya çalışılacaktır.

Anahtar Sözcükler: trafik ve ulaşımında hatalı kanılar, kamu bilinci, politik irade.

Giriş

Kentiçi ulaşımı ve kentiçi trafiği ile ilgili başlıkların her biri “olumlu bilim” konusudur, inşaat mühendisliği, sistem / işletme / endüstri mühendisliği, kentsel planlama gibi. Ancak, ağırlıklı olarak gelişmekte olan ülkelerde, bu başlıklarla ilgili çözümler “olumlu bilim”den ziyade, politik kaygılardan dolayı “kamu istekleri” doğrultusunda çözümlenmeye çalışılmaktadır.

Toplumdaki eksik ve yetersiz bilgiden kaynaklanan, gerçeklerden uzak “kanılar”, hatalı “kamu istekleri”nin oluşmasına neden olmaktadır. Daima “kamu isteği”ne cevap verme kaygısı içinde olan “politik irade” de bu hatalı kamu taleplerine cevap verme yönünde vizyondan ve stratejiden uzak, kısıtlı işleve sahip, ağırlıklı olarak gösterişe yönelik “prestij projeleri”ne yönelmektedir.

Bu bildiri kapsamında, politik karar verme sürecini etkileyip tetikleyen, bir anlamda “politik irade”yi yönlendiren toplumdaki hatalı “kanılar”dan doğan “kamu istekleri” ele alınacak ve bu hatalı isteklerin karşısında gerçeklerin neler olduğu vurgulanmaya çalışılacaktır.

Trafik ve Ulaşımında HATALI Kanılar ve Gerçekler

Kentiçi ulaşımını ve trafiğini etkileyen değişik politikaların hiçbiri kamu içinde tüm boyutlarıyla bilinmemekte ve tartışılmamaktadır. Özellikle bazı kesimlerin bazı ulaşım türlerine üretici, dağıtıcı, tüccar, kullanıcı şeklindeki yakınlığı duygusal bağlar tesis etmekte ve ortaya konan politikaları kendi yönlerinde etkilemeye çalışmaktadırlar. Bu kesimlerin politik karar vericiler üzerindeki etki ve güçleri ulaşım teknisyenlerini çaresiz bırakmakta, teknik görüşlerini etkisiz hale getirmektedir.

Sonuçta politikacıların kararı ile otoyolların, otoparkların, katlı kavşakların arazi-kullanımını yönlendirdiği “otomobil-odaklı kentler” veya –kısıtlı sayıda da olsa– ulaşım sistemleri arasında dengenin varolduğu, kentliye daha fazla mekanın ayrıldığı “insan-odaklı kentler” ortaya çıkmaktadır.

Bu noktada dikkatle düşünülmesi gereken husus, politikacıların “kendi sürdürülebilirlik”leri için “doğrular”dan ziyade “yönlendirilmiş irade” doğrultusunda karar vermekte olduklarıdır. Günümüzde çoğunluğun isteklerinden ziyade doğrulardan yana tavır koyan seçimle gelen kent yöneticilerinin azlığını vurgulamak ve bu arada Küritiba Belediye Başkanı Jaime Lerner ile Londra Belediye Başkanı Ken Livingstone’u anmak yerinde olacaktır.¹

Politikacıların kendi “sürdürülebilirlik”leri için çoğunluğun istekleri yönünde karar vermeleri gerçeğinden yola çıktığımızda en büyük güç olan kamunun doğru taleplerde bulunup bulunmadıklarını irdelemek gerekir.

Görüldüğü kadarıyla, oluşan veya oluşturulan “kamu isteği”nde “gerçekler”den ziyade “yönlendirilmiş kanılar” rol oynamaktadır. Bu “kanılar” sonucunda ortaya konulan “kamu istekleri”nin politikacıların da işine gelmesi sonucu sorun çözümleneceğine git-tikçe derinleşmektedir.

Konumuzla ilgili olarak, bilimsel anlatımlar olmadan da yapılacak basit, temel, mantıksal açıklamalar ile “kamu”nun doğru bilgilerle donatılabileceğidir. Doğru “kamu isteği”nin yaygınlaşması ve “kamu”nun bu doğruların peşinde koşması halinde, kamu kaynaklarını kullanan “politik irade”nin karar verme mekanizması mecburen “gerçekler” yönüne dönecektir.

Özetle ULAŞIM VE TRAFİK SORUNLARINDA ÇÖZÜM, KAMUYU “YÖNLENDİRİLMİŞ KANILAR”DAN KURTARIP “GERÇEKLER” İLE KARŞI KARŞIYA GETİRMEKTEDİR. DOĞRU “KAMU İSTEĞİ” YARATILDIĞINDA, KAMU “SEÇME GÜCÜ”NÜ KULLANARAK “POLİTİK İRADE”Yİ ZAMAN İÇİNDE ETKİLEYEBİLECEKTİR.

Kentsel Planlama ve Arazi Kullanımı

Ulaşım ve trafik konuları öncelikle kentsel planlamanın, arazi kullanımının alt başlıklarıdır. Öncelikle kentsel planlama “kanıları”na bakılmasında fayda vardır:

¹ “The Mayor’s Transport Strategy”, (2001), Greater London Authority, Londra

“Planlama Serbest Toplum Anlayışına Terstir”

Devletler, hükümetler toplumun tümü içinde denge ve huzuru sağlamak için vardır. Planlama ile “özgürlükler”in kısıtlama altına girdiği öne sürülmektedir. Ancak özellikle toplumsal yaşamda bir kişinin özgürlüğünün, diğer bir kişinin özgürlük sınırına kadar uzanabileceği, diğer kişinin sınırında durması gerektiği unutulmamalıdır. Serbest piyasa yaklaşımı, uzun vadeli toplumsal menfaatleri ve toplumsal (dışsal) maliyetleri göz ardı ederek, kısa vadeli bireysel çıkarları, karları öne çıkartmaktadır. Toplumun sürdürülebilirliği için, serbestlik (özgürlük) sınırlarını belirleyecek olan topluma yönelik uzun dönemli “planlama kararları”dır.

Özellikle günümüzde, “sürdürülebilirlik” kavramı ve “küresel ısınma” tehdidi bu sınırları daha da önemli kılmakta, toplumu geleceğe ulaştırmak için kamusal çıkarları öne çıkartarak planlama yapma gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle “Geleceğin kentinin yaşanabilir, uyumlu, güzel ve sağlıklı olabilmesi için gerekli kararlar bugünden verilmelidir. Mevcut olumsuz koşullar bugünkü kent ve yerleşim kavramlarının gözden geçirilmesi için uyarıcı bir nedendir.”²

Atamızın dediği gibi “Nerede karşılıklı sevgi ve saygı varsa, orada itimat ve itaat vardır. İtimat ve itaatin olduğu yerde disiplin, disiplinin olduğu yerde huzur, huzurun olduğu yerde başarı vardır”.

PLANLAMA SÜRECİNDE TOPLUMSAL SEVGİ VE SAYGIYI, İTİMAT VE İTAATİ, DİSİPLİN VE HUZURU TEMİN EDECEK OLAN TOPLUM İÇİN ALINAN KARARLARDIR.

“Serbest Piyasa Arazi-Kullanım ve Metropol Alan Formunu Belirlemelidir”

Bir önceki başlıkta da belirttiğimiz gibi, serbest piyasa aktörleri uzun ve orta vadeden ziyade kısa vadeli ticari karlar peşindedirler. Dışsal maliyetleri de göz ardı eden bu yaklaşım, toplumsal menfaatlardan ziyade bireysel çıkarları öne çıkartmaktadır.

KAMUYA DÖNÜK KARAR VE HİZMETLER TİCARİLEŞTİRİLEMEZ.

Ulaşım Planlama ve Trafik Altyapısı

Ulaşım ve trafikle ilgili sorunların “sürdürülebilir” şekilde planlanabilmesi için bazı hatalı planlama ve altyapı kanılarının da gözden geçirilmesi yerinde olacaktır:

“Kişilerin Ulaşım Alışkanlıkları Değiştirilemez”

Sigaranın ortak mekanlarda yasaklanabileceği 1970’lerde düşünülemezdi. Ancak günümüzde, özellikle gelişmiş ülkelerde, sigara kullanımı çoğu ortak mekanlarda yaygın olarak yasaklanmıştır ve kitleler bu ortamlarda tutkularını yerine getiremez hale gelmişlerdir. Yani “alışkanlıklarını değiştirmişlerdir”.

² “Avrupa Kentsel Şartı”, (1996), Mahalli İdareler Genel Müdürlüğü, Ankara

Ülkemizde kural tanımaz şekilde araç kullanmayı alışkanlık haline getiren sürücülerimizin, özellikle Avrupa ülkeleri yönünde sınırlarımızı terk ettiklerinde, alışkanlıklarını “kurallara uyma” yönünde hızla değiştirdiklerini görmekteyiz. Önümüzde hızla büyüyen hava kirliliği, küresel ısınma, enerji ve kaynak dar boğazı gibi yaşamımıza kasteden sorunları göğüsleyebilmemiz için “alışkanlıklarımızı değiştirmek” zorundayız. “Avrupa Kentsel Şartı, Hareketlilik ve Dolaşım İlkeleri” bu değişimin gerekliliğini acı bir şekilde vurgulamaktadır:

“Kente karşı otomobil; çok basitleştirilmiş bir ifade olmakla birlikte; durum buna çok yakındır. Yavaş ama kesin bir biçimde, otomobil kentleri öldürmektedir. Öyle ki 2000’li yıllar, ikisi bir arada olamayacağından, otomobil ya da kentten birini seçmemizi zorunlu kılacaktır. Bugünden bir şey yapılmaz, yeni düzenlemeler getirilmezse, araç trafiği; özellikle de özel araçlar ve kamyonlar, sadece kentleri tahrip etmekle kalmayacak, ‘sera etkisiyle’ tüm çevrenin zarar görmesine de hatırı sayılır bir katkıda bulunacaktır.”³

“Hareketlilik ve Dolaşım İlkeleri”nin 4. Maddesi bu değişim-dönüşüm için “sürekli bir eğitim ve öğretim çabasının gerekliliği”ni öne sürmektedir:

“Belirli değişimler, bireysel davranış değişiklikleri olmadan gerçekleşemez. Bireylerin, çevre konularına artan duyarlılıkları ise her zaman kökleşmiş davranışlarını değiştirme isteği ile paralel gitmemektedir. Yerel yönetimler, halkı bilinçlendirme konusunda, insanlara, sokakların kendilerine ait, ortak mülkiyetlerinde olduğunu anlatma, bu nedenle sokakların herkes tarafından ortak, uyumlu ve korunarak kullanılması gerektiği fikrini aşılama ve insanların olumsuz davranış kalıplarını değiştirmeye yönelik, bilinçlendirici kampanyalar düzenleme sorumluluğunu taşırlar.”⁴

KİŞİLERİN ULAŞIM TALEPLERİ TATMİN EDİCİ ŞEKİLDE CEVAPLANABİLİR, KENT YÖNETİCİLERİ DOĞRU, ADİL, DENGELİ ULAŞIM KARARLARININ ARKASINDA POLİTİK KAYGILARDAN UZAK, TOPLUM YÖNÜNDE DİK DURABİLİRLERSE, KİŞİSEL ALIŞKANLIKLAR DEĞİŞTİRİLEBİLİR.

“Ulaşımında Ana Hedef Taşıtların Daha Hızlı Hareket Etmesidir”

Yanlış. “Taşıtlar daha hızlı akarsa, o yoldan daha fazla araç geçer” anlayışı tamamen yanlıştır. Gerçekte, teknik olarak bir yol kesitinden en fazla sayıda taşıt, taşıtların saatte 50 km. hız yapması halinde geçebilmektedir. 80, 120 km. hız yapılan bir yoldan daha az adette taşıt geçebilir. Yol alanının araçlar yönünden verimsiz kullanılmasının yanı sıra, o yol daha az insana (yolcuya) hizmet eder.

ULAŞIMDA ANA HEDEF, “TAŞITLAR”DAN ZİYADE “İNSANLAR”IN DAHA HIZLI VE DAHA GÜVENLİ HAREKET ETMELERİDİR.

“Yollardaki Taşıt Yoğunluğu Telekomünikasyon Devrimi ile Hafifleyecektir”

Telekomünikasyonun gelişmesi ile ev-iş seyahatlerinin azalacağı, yolların rahatlayacağı beklentisi, boş bir beklentidir. Örneğin telefonun kullanıma girmesi iş hayatını ve yaşamı kolaylaştırdığı halde, yapılan seyahatler üzerinde azaltıcı bir etki göstermemiştir. Kaldı ki, gelir düzeyinin ve otomobil sahipliliğinin artışı ile kişi başına yapılan

³ Avrupa Kentsel Şartı, (1996)

⁴ Avrupa Kentsel Şartı, (1996)

seyahat miktarı artma eğilimindedir. Çalışma hayatının her geçen gün daha da vahşileşmesi gözden ırak çalışmalara bir ölçüye kadar izin verecektir.
TELEKOMÜNİKASYON DEVRİMİ YOLLARDAKİ TAŞIT YOĞUNLUĞUNU İHMAL EDİLECEK BOYUTTA AZALTABİLİR.

“Yollar Yetersiz, Yeni Yollar Açılsın”

Her geçen gün artan “taşitların hareketliliği” nedeniyle yollar, yetersiz hale gelmekte, kentlerin oluşmuş bölgeleri başta olmak üzere yeni yol gereksinimleri ortaya çıkmaktadır. Günümüz kentlerinde yol kıt, zor bulunur bir kaynak haline gelmiştir. Kıtlaştıkça da kıymeti artmaktadır. Özellikle oluşmuş bölgelerde yeni yolların açılması hemen hemen imkansızdır. Özellikle erişme talebinin yüksek olduğu oluşmuş kent merkezlerinde yeni yolların açılması için yeterli kamu mekanı bulunmamakta veya yüksek kamulaştırma maliyeti gerekmektedir.

Gün geçtikçe kıymetlenen bu altyapının “insan için” daha verimli kullanılması “tek çözüm” olarak görülmelidir. Ama, “otomobil merkezli ulaşım” anlayışı altında bu kıymetli meta verimli kullanılmamaktadır. Mevcut anlayış doğrultusunda alınan ulaşım kararlarında yolların daha fazla adette “insanın erişimi” yerine, daha fazla adette “otomobilin geçişi” için kullanılması söz konusu olmaktadır.

Amaç “otomobillerin hareketi” midir, yoksa “kişilerin hareketliliği” mi? Ulaşım sorunu yaşayan tüm kentlerde ulaşım yükünün önemli bir yüzdesini karşılayan yolağı, “kişilerin dolaşımı” hedef alındığında kesinlikle yeterlidir. Sorun, varolan kısıtlı yolağının, sosyal denge göz ardı edilerek “otomobillerin dolaşımı” hedef alınarak planlanmasından kaynaklanmaktadır. Özetle, yaşanan ulaşım ve hareketlilik sorunlarının çözümünü yeni yolların açılmasına bağlamak “boşuna / beyhude çaba”dır.⁵

KENTLERDE “KİŞİLERİN ERİŞİMİ” İÇİN YETERLİ YOLAĞI VARDIR.

“Yeni Yollar Açılarak, Mevcutlar Genişletilerek Tıkanıklıklar Azaltılsın”

Dünya deneyimleri bu yaklaşımın gerçekçi olmadığını göstermektedir. Yeni yol açılması veya mevcutların genişletilmesi otomobil kullanımını tetiklemektedir. Yeni yollar ile daha fazla aracın trafiğe çıkması ve otomobil ile daha uzun seyahatler yapılması özendirilmektedir. Bu gelişme de “kısır döngü”yü tetiklemekte, yollar hızla yeniden tıkanmaktadır.

“Trafikte Kara Delik” olarak ortaya atılan teori “Yeni yol yapımı trafik sorununu çözmeye yetmemekte, tersine taşıt trafiğinin artmasına neden olmakta, ardından daha fazla yeni yollar yapılmasını zorunlu kılmaktadır” demektedir. Dietrich Braess’in ortaya koyduğu “Trafik Paradoksu”na göre de “Tıkanıklığının yaşandığı kesimlerde trafiği rahatlatmak amacıyla yapılan yol ilavesi tıkanıklığı artırır”⁶

KENTLERDE TRAFİK TIKANIKLIKLARI YENİ YOL VE KAVŞAK YAPILARAK DEĞİL, İŞLETME KARAR VE ÖNLEMLERİ İLE HAFİFLETİLEBİLİR.

⁵ ACAR, İ.H., (2003), “Bütünleşik Ulaşım Politikası ve Avrupa Kentsel Şartı, Ulaşım ve Dolaşım İlkeleri”; *Ulaştırma Politikaları Kongresi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası*, Ankara

⁶ ACAR, İ.H., (2003)

“Katlı Kavşaklar Trafik Tıkanıklıklarını Çözer”

İnsanların yoğun yaşadığı kentlerde can ve trafik güvenliği ve yolların daha verimli kullanımı için hız sınırı saatte 50 km. olarak belirlenmiştir. Öncelikle katlı kavşak çözümleri ile koridorlarda hız artmakta, can güvenliği azalmaktadır. Teknik olarak da, katlı kavşakların getirdiği hız ve yoğunluk artışı ile taşıt akışkanlığı koridordaki belirli bir yoğunluk düzeyinden sonra olumsuz yönde etkilenmekte, yoğunluk artışı ile yoldan geçebilen taşıt adedi azalmaya başlamaktadır.

Yolların verimli kullanımı, koridorlardaki taşıt yoğunluğunun kontrolü ile sağlanabilir. Koridorlarda taşıt yoğunluğunun kritik seviyenin altında tutulabilmesi sinyal/ışık kontrollü sistemler ile sağlanabilmektedir. İyi düzenlenmiş sinyal kontrollü kavşaklar koridorlardaki taşıt yoğunluğunu “su” kıvamında akıcı tutabilirken, katlı kavşaklar bu yoğunluğu zirve saatlerde “bal” kıvamına çıkartmaktadır.⁷

TRAFİK TIKANIKLIĞININ ANA NEDENİ, KORİDORDAKİ TAŞIT YOĞUNLUĞUNUN ARTMASIDIR, YANİ TAŞIT FAZLALIĞIDIR. KATLI KAVŞAKLAR İLE TAŞIT YOĞUNLUĞU KONTROL EDİLEMEZ HALE GELİR.

“Otoparklar Yapılsın”

Aynen yeni yolların açılmaması gibi, otopark talebinin yüksek olduğu kent merkezlerinde kamu elinde otoparka uygun mekanlar kalmamıştır. Kamulaştırma ile temini de çok yüksek maliyetleri bulmaktadır.

Kaldı ki, arazi temini ve otopark yapım bedelini kim ödeyecek, bu yatırımdan kim, kaç faydalanacaktır? Sonuçta, otopark yapımları ile özel otomobil sahipleri / kullanıcıları, diğer başlıklarda olduğu gibi, kamu tarafından “sübvans” edilmektedir.

YENİ PLANLANAN BÖLGELERDE DAHİ, HATALI PLANLAMA KRİTERLERİ NEDENİYLE OTOPARK TALEBİNİ KARŞILAMAK OLANAKSIZDIR. OLUŞMUŞ KENT MERKEZLERİNDE İSE, TALEBE UYGUN MİKTARDA OTOPARK YERİ TEMİN EDİLEBİLMESİ HAYALDİR.

“Otoparklar Yapılırsa Yollar Boşalır”

Kent Merkezinde çok sayıda ve ucuz otopark yeri temin edilmesi halinde yolların otomobillerden arınacağı fikri geçersizdir. Deneyimler yeni yol-dışı otopark yapılan bölgelerde yolların boşalmadığını göstermektedir. Talep bölgelerinde yeni otoparklar açılması durumunda, yeterli otopark olmaması nedeniyle bu bölgelere otomobilleriyle gelmeyen kişilerin otomobillerini tekrar kullanmaya başladıkları, boşalan otopark yerlerini hemen doldurdukları görülmektedir. Yeni otoparklar ile uyanan talep sonucunda zaten tıkalı olan yollara daha fazla taşıt yüklenmekte, tıkanma yoğunluğu artmaktadır.

Bazı kentlerde yapılan uygulamalarda, yaratılan yol-dışı otopark kapasitesi kadar yolkenarı otopark yeri fiziki olarak kullanım dışına çıkartılmaktadır. Böylece yollardaki talep düzeyi sabit tutulmaktadır.

⁷ ACAR, İ.H., (2003)

MERKEZİ BÖLGELERDE YENİ OTOYARK ALANLARI TESİS EDİLDİKÇE, O BÖLGELERE YÖNELEN YOLLARDAKİ TRAFİK TIKANIKLIKLARI ARTA-CAKTIR. OTOYARK ADEDİNİ KISITLAMAK, TRAFİK TIKANIKLIKLARINI AZALTMAK İÇİN BİR ARAÇTIR.

“Otomobil Ağırıklı Bölgelerde Yaya Kaldırımı Gereksizdir”

Kentsel tasarımlarda yeterli ve güvenli yaya kaldırımına yer verilmemesi, otomobil kullanımını artırmaktadır. Yürüme mesafesinde olduğu halde, kendisine ayrılmış, yeterli genişlikte ve güvenli kaldırımın olmaması durumunda, kişilerin erişimlerini otomobilleri ile sağladıklarını gösteren örnekler vardır. Yakın çevremizdeki okullara dahi çocuklarımızı servis aracı ile göndermeye çalışmamız “kaldırım yokluğu”nun eseridir.

YÜKSEK STANDARTLI YAYA KALDIRIMI NE KADAR ARTARSA, O YÖRELERDE YAYA HAREKETİ VE YAYA ERİŞİM KATLANARAK ARTAR.

“Yayalaşıp Taşıt Geçmeyen Bölgede Ticari Faaliyet Sona Erer”

Bu görüş, otomobil egemenliğine, her yere, her noktaya otomobil ile erişmeye inanan kişilerin yaklaşımıdır. Onlara göre, “otomobil ile erişilmeyen yer yaşamaz”. Ancak gerçek bunun tam tersidir: otomobile terk edilen yerlerde çöküntü başlamakta, aksine otomobilin çekildiği, insanın egemenliğine giren bölgelerde sosyal ve ticari hayatıyet hızla artmaktadır. İstiklal Caddesi, Ortaköy Meydanı gibi.

OTOMOBİLİN ÇEKİLİP YAYALAŞAN MEKANLARDA SOSYAL FAALİYET ARTAR. BU DA TİCARİ HAYATİYET DEMEKTİR.

Ulaşım Sistemleri ve Ekonomi

“Sürdürülebilir Gelişme” “bugünün gereksinim ve beklentilerini karşılarken, gelecek kuşakların gereksinim ve beklentilerini ortadan kaldırmadan, azaltmadan hatta geliştirerek karşılamak” şeklinde tanımlanmaktadır.

“Sürdürülebilir Gelişme” için “Sürdürülebilir Ulaşım” ön koşuldur. Nasıl damarlarda kan dolaşımı sayesinde hücreler beslenip vücudun canlılığı sürüyor ise, aynı şekilde ulaşım sayesinde kişilerin dolaşımı sağlanarak kentlerin yaşaması sağlanmaktadır. Kentlerin yaşamasını sürdürebilme yönünde ortaya konacak ulaşım kararlarının (i) toplumsal, (ii) çevresel ve (iii) ekonomik olması gerekmektedir:

“Herkes Her Yerde Taşıtı Sürme Özgürlüğüne Sahiptir”

“Otomobile dayalı ulaşım kişilere seçme ve hareket serbestliği verir” anlayışı bireysel olarak “doğru”, toplumsal olarak “yanlış”tır. Bireyin özgürlük sınırı, diğer bir kimsenin özgürlük sınırına kadardır. Bu durumda otomobil kullanıcısı bir kişinin toplum içinde sınırsız özgürlüğe sahip olması düşünülemez.

Bireylerin mülkiyet hakları inkar edilemez ve bireyler olanakları ölçüsünde otomobil sahibi olabilirler. Ancak edinilen otomobillerin kullanımı toplumsal yararlaraya uymalı, başkalarının haklarını ellerinden almamalı, özgürlüklerine saygılı olmalı, başkalarının

özgürlük sınırında durabilmelidir. Bu yaklaşım, kesinlikle bireylerin “otomobil sahibi” olma haklarına müdahale olarak değerlendirilmemelidir. “Sahiplik” ve “kullanım” farklı başlıklardır. Öne çıkartılması gereken önemli anlayış “otomobil sahipliği” ile “otomobil kullanımı” arasındaki farktır.

Sigara örneğinde olduğu gibi, kişilerin sigara satın almaları serbesttir, ama bedelini ödeyip “sahibi” oldukları sigaraları topluma zarar vermeden ve de yasak-dışı ortamlarda “kullanıp” içmelerine izin verilmektedir.⁸

“SAHİBİM, ÖZGÜRCE KULLANIRIM” ANLAYIŞI DOĞRU DEĞİLDİR.

“Otomobil Verimli Bir Ulaşım Aracıdır”

Bireysel olarak “doğru”, toplumsal olarak “yanlış”. Çoğunluk otomobillerini ev-iş seyahatlerinde kullanmaktadır: yani işe gidiş-dönüş için 24 saatlik günün 2-3 saatinde (2,5), 5 kişilik yolcu kapasitesinin 1-2’sini (1,5) kullanmakta. Bir otomobil yaklaşık günün % 90’ını hizmet-dışı olarak geçirmekte, hizmet içinde ise % 20-40 dolulukla. “Günlük kullanım/kapasite oranı” hesaplanacak olursa $(2,5 \times 1,5) / (24 \times 5) = 3,75 / 120 = \% 3$.

OTOMOBİL ÇAĞIMIZIN EN VERİMSİZ KULLANILAN YATIRIMIDIR.

“Otomobil Kullanıcıları Kendi Seyahatlerinin Bedelini Öderler”

Başta yol kenarlarında ücretsiz parklanma olmak üzere otomobil kullanıcıları kendi seyahatlerinin gerçek bedelini ödememektedirler. Park halinde, bedelsiz olarak, akan trafiğe ait bir şeridi işgal etmelerinden doğan tıkanıklık önemli kamusal zararlara neden olmaktadır. Kaldı ki, neden oldukları hava, gürültü kirliliği, kaza gibi çevresel olumsuzluklar, görülmeyen maliyetler olduğundan araç kullanıcılarınca topluma kesinlikle geri ödenmemektedir.

Toplu ulaşım araçları ile yolcu taşımacılığı yapılması için yeterli olacak bir çok koridor aşırı otomobil kullanımı nedeniyle tıkanmaktadır. Bu tıkanmaların ortadan kaldırılması için yapılan kamulaştırma, altyapı yatırımları ile artan işletme maliyetleri hiç bir şekilde otomobil kullanıcılarından tahsil edilmemektedir. Bu bedelin az bir kısmını “şerefiye” adı altında o yola cephesi çıkan parsel sahipleri ödemektedirler.

Açıkçası satın alma bedeli dışında ödenen dolaylı ve dolaysız vergilerin ne denli bu olumsuzlukların –dışsal maliyetlerin– bedeli olduğu dünya çapında tartışılmaktadır. Genel yaklaşım, otomobil kullanımında toplumsal bedelin –dışsal maliyetin– tam karşılığının ödenmediği yönündedir.

OTOMOBİL KULLANICILARI KENDİ GERÇEK SEYAHAT BEDELLERİNİ ÖDEMEMEKTE, TOPLUM TARAFINDAN SÜBVANSE EDİLMEKTEDİRLER.

“Düşük Yoğunluklu Yörelere Toplu Ulaşımına Uygun Değildir”

Yerleşim yoğunluğu azaldıkça metro, hafif raylı sistem, otobüs gibi toplu ulaşım türlerinin verimliliği düşmekte, otomobilin verimliliği artmaktadır. Ancak unutulmamalıdır ki, toplumların büyük çoğunluğu otomobil sahibi veya kullanıcısı değildir. Top-

⁸ ACAR, İ.H., (2003)

lumda önemli bir nüfus gelir azlığı, yaş küçüklüğü veya ihtiyarlık, fiziki engeli nedeniyle otomobil kullanmamakta veya kullanamamaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde otomobil sahipliğininin 100 kişide 10-20 kişi düzeyinde olması bu gerçeği göstermektedir.

Yerel yönetimlerin sosyal olarak otomobilsiz seyahat edecek gruplara da hizmet vermesi gerekir. Düşük yerleşim yoğunluğu olan bölgelere minibüs, dolmuş gibi ara toplu taşıma sistemleri ile hizmet verilmesi halinde toplumsal maliyet düşecektir. Yaya, bisiklet ve otomobil ile yerleşim yoğunluğuna göre uygun kapasiteli toplu ulaşım türünü bütünleştirerek oluşturulacak hiyerarşik toplu taşımacılık sistemi planlanması ile düşük yoğunluklu bölgelere de ekonomik bakımdan verimli hizmet götürülmesi sağlanabilir.

TOPLU ULAŞIM HİZMETİ, BİREYSEL ULAŞIM OLANAĞI (OTOMOBİLİ) OLMAYAN KİTLELERİN ERİŞİMİNİN SAĞLANMASI İÇİN GEREKLİ BİR KAMU GÖREVIDİR.

“Toplu Ulaşım Sübvansiyonları Edilmektedir”

Sosyal politikalar nedeniyle bu söylem doğrudur. Ancak kamuya ait yolları, köprüleri, kavşakları, bazı otoparkları ücretsiz kullanan kitlelerin yanında bu sübvansiyon daha alt düzeylerde dir.

Bazı koşullarda söz konusu sübvansiyonlar, otomobil kullanıcılarını toplu ulaşımaya çekebilmek için de yapılmaktadır. Düşük bilet ücretleri ile, özellikle kent merkezlerinde yolları tıkayan otomobillerin kullanımını azaltabilmek, böylece toplu ulaşım araçlarına hız kazandırabilmek için bu tür uygulamalar gündeme getirilmektedir.

Bazen de verimli işletilemeyen toplu ulaşım işletmelerinin zararını kapatmak için sübvansiyon yapılmaktadır. Politik baskılardan uzak hat, güzergah, zaman ve ücret tarifesi yapabilen işletmeler, akılcı yöntemlerle bu tür zararları yok edebilmekte veya en az az indirebilmektedir. Kamunun dizginleri elinden bırakmadığı, özel sektör ile işbirliği içinde yürütülen akılcı işletmecilik modellerinde kamuya pay dahi aktarılabilmektedir.

BİREYLERİN ULAŞIMININ SAĞLANMASI, TİCARİ KAYGILARDAN UZAK BİR KAMU GÖREVIDİR.

“Raylı Sistemler Trafik Yoğunluğunu Azaltır”

Bu söylem doğru görülmekle birlikte yetersizdir. “Tek başına” bir raylı sistem koridoru tesis edilmesi, o koridora paralel yollarda yoğunluğu azaltmayabilir. Taksim-Levent Metro Hattı sonrası Taksim-Levent koridorunda olduğu gibi.

Raylı sistemlerin trafik yoğunluğunu azaltma yönünde işlevini görebilmesi için, raylı sistemin “omurga” olacağı bütünleşik toplu taşımacılık sistemi kurulmalıdır. Bunun için otobüs, ara-toplu taşımacılık sistemlerinin hat ve güzergahları, sabit koridoru olan raylı sistemi besleyecek şekilde değiştirilmeli, bilet sistemi, zaman ve ücret tarifeleri yeni oluşuma göre düzenlenmelidir.

Ayrıca otomobil kullanıcılarına yönelik olarak da, caydırıcı uygulamaların gündeme getirilmesi gerekir: aynı koridoru kullanacak veya aynı merkeze ulaşacak araçlara yönelik olarak seyahat sürelerini uzatma, otopark ücretlerini yükseltme gibi.

RAYLI SİSTEMLERİN YOLLARDAKİ TRAFİK YOĞUNLUĞUNU AZALTBİLMESİ İÇİN TÜRLER ARASI BÜTÜNLEŞİK ULAŞIM SİSTEMİNİN UYGULANMASI VE OTOMOBİL KULLANIMINI CAYDIRICI ÖNLEMLERİN GÜNDEME GETİRİLMESİ GEREKİR.

“Kent içi Ulaşımında Tek Çözüm Raylı Sistemlerdir”

Yanlış. Raylı sistemler belirli düzeyin üzerinde yolculuk taleplerinin olması halinde gereklidir. Hatta günümüzde, hafif raylı sistemden daha fazla yolcu kapasitesi sunabilen otobüs işletmecilik sistemleri ile karşılaşılmaktadır.

Ulaşım ve trafik sorununun çözümü, toplu ulaşım sistemlerinin gelişmesinde yatmaktadır. Ancak “gelişmiş toplu ulaşım sistemi” denilince sadece “raylı sistem” algılanmamalıdır. Ancak, kamu eğilimine cevap vermeye çalışan yerel yöneticiler, gerekli gereksiz olduğuna bakmadan –düzenli bir otobüs işletmeciliği ile cevap verecekleri halde– raylı sistem “prestij/gösteriş” projelerinin peşinde koşmaktadırlar.

Raylı sistem, bizim gibi kaynağı kıt ülkeler için pahalı yatırımlardır. Pahalılığı nedeniyle gerçekleştirmeleri de uzun süre almakta, bu süre içinde sıkıntıların artması ve otomobil lobisinin etkinliği ile gene taşıt trafiğine yönelik çözümler öne çıkartılmaktadır. İstanbul’da olduğu gibi.

Bir başka husus daha: Raylı sistem denilince, öncelikle yer altında tesis edilen sistemler akla gelmektedir, yani yüksek maliyetli yatırımlar. Bu hatlar için neden yüzeydeki yol altyapısı kullanılmamaktadır? “Yeraltında tesis edilmesi kimin yararınadır?” diye sorulmalıdır: yüksek maliyetli yatırım ile toplu taşıma aracı kullanan çok sayıda insan yeraltına sokulurken, otomobil kullanıcısı azınlığa yeryüzünde daha fazla mekan bırakılmaktadır.

Ulaşım yatırımları içinde geri dönüşü olan sistemin raylı sistem olduğu görüşü hakimdir. Ancak, birçok gelişmiş ülke kenti büyük yatırım gerektiren raylı sistem projeleri ile önemli kaynaklarını heba etmişlerdir. “MetroBüs” gibi geliştirilmiş otobüs işletmeciliği, sağladığı yüksek yolcu kapasitesine karşın ucuz projelerdir.⁹

KENT İÇİ ULAŞIMDA “TEK ÇÖZÜM” RAYLI SİSTEMLER DEĞİLDİR. OTOBÜS İŞLETMECİLİĞİNİ KISA SÜREDE, DÜŞÜK YATIRIMLA VERİMLİ HALE GETİRMEK BİLE ÇÖZÜMÜ HAZIRLAYABİLİR. “METROBÜS” GİBİ GELİŞTİRİLMİŞ OTOBÜS İŞLETMECİLİĞİ İLE DE ÇÖZÜM SAĞLAYAN ÇOK SAYIDA KENT VARDIR VE BU KENTLERİN ADEDİ HER GEÇEN GÜN ARTMAKTADIR.

“Monoray, Kılavuzlu Toplu Ulaşım Sistemleri Çözüm Olacaktır”

Bazı kentlerin yöneticileri monoray, kılavuzlu toplu ulaşım sistemlerinin peşinde koşmaktadırlar. Görünüşü güzel, prestiji yüksek bu sistemler düşük kapasiteli olup verimsizdirler. Bu tür tekil yatırımların işletme ve bakım maliyetleri, bir bütün içinde yer alamadıkları için yüksek düzeylere çıkmaktadır.

⁹ ACAR, İ.H., (2005), “Kentlerimiz için “MetroBüs” Çözümleri”, 6. Ulaştırma Kongresi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul

MONORAY, KILAVUZLU TOPLU ULAŞIM SİSTEMLERİ ULAŞIMA ÇÖZÜM OLMAKTAN ZİYADE PRESTİJ/GÖSTERİŞ YATIRIMLARIDIR.

“Lastik Tekerlekli Sistemler Raylı Sistemler Kadar Yolcu Çekmez”¹⁰

Sadece raylı sistemlerin özel otomobil ile rekabet edebileceği inancı yaygındır. Ancak hem raylı sistem, hem de geliştirilmiş otobüs işletmeciliği “MetroBüs” hizmeti olan 5 kentte yapılan araştırmalar, geliştirilmiş otobüs işletmeciliği “MetroBüs” ile bir yerden bir yere erişimin daha kısa sürede gerçekleştiğini göstermiştir. Metro ile yapılan seyahatler aktarma gerektirdiği halde, otobüs ile aktarmaya gerek göstermeyen yaygın bir şebeke oluşturmak mümkündür.

Ayrıca otobüslerin sadece, gelir düzeyi düşük, otobüse bağımlı nüfusun yüksek olduğu gelişmekte olan ülkelerin kentlerinde verimli olabileceği farz edilmektedir. Ancak “MetroBüs” şeklinde verilen hizmetlerin Latin Amerika kentleri dışında, Kanada, Fransa gibi gelişmiş ülkelerde de verimli olduğu saptanmıştır. “MetroBüs”ün başarı ile uygulandığı Kiritiba, Brezilya’da otomobil sahipliği en yüksek kentlerden biridir.

Lastik tekerlekli sistemlerin yüksek yolcu talebine cevap veremeyeceğine inanıldığı halde, “MetroBüs” gibi geliştirilmiş otobüs işletmecilik projeleri ile taşınabilen yolcu adetleri hafif raylı sistemlerin de üstüne çıkmıştır. (25.000-30.000 yolcu/saat/yön)

LASTİK TEKERLEKLİ SİSTEMLER İLE ÇÖZÜMLER, KISA VADEDE, UYGUN ÖLÇEKLİ YATIRIMLAR İLE SAĞLANABİLİR, AKILCI İŞLETMECİLİK YÖNTEMLERİ KULLANILARAK RAYLI SİSTEMLER KADAR YOLCU TAŞINABİLİR.

“Bisiklet Bir Ulaşım Aracı Değildir, Rekreasyon İçin Kullanılır”

Yanlış. Bisiklet sağlık ve çevre dostu bir ulaşım aracıdır. Ancak yolağı, yayalar gibi bu ulaşım aracı da dışlanarak tasarlandığı için bisiklet kullanıcıları kendilerine yolağında güvenli ortam bulamamaktadır. Kişilerin seyahat uzunlukları incelendiğinde, yapılan seyahatlerin büyük bir çoğunluğunun 5 km’den daha kısa olduğu görülmektedir. Bu mesafe yaya olarak, özellikle de bisiklet ile kolayca erişilebilecek uzunluktur. Bisiklete göre tasarlanan kentlerde bisiklet önemli ulaşım işlevi görmektedir.¹¹

SAĞLIKLI YAŞAM İÇİN ÇEVRE DOSTU BİSİKLET İLE ULAŞIM.

Sonuç

Bu bildiri özellikle ulaşım ve trafik sorunun neden çözümlenmediğini ortaya koyabilmek için hatalı taleplerin peşinde koşan kamunun taleplerinin neden gerçekleştirilemeyeceğini göstermek ve “kamu bilinci”ni artırmak, hatalı kamu görüşlerine yeni boyut getirmek, tekrar düşündürmek için temel noktalara değinilecek şekilde basit bir dille kaleme alınmıştır.

¹⁰ ACAR, İ.H., (2005)

¹¹ ACAR, İ.H., (2003)

Burada kısaca değinilen her bir başlığın tek başına bir tez araştırması olduğu kabul edilmelidir.

ULAŞIM VE TRAFİK SORUNUN ÇÖZÜMÜ KAMUNUN DOĞRU BİLİNÇLENMESİ İLE SAĞLANABİLECEKTİR. YANLIŞ KANILARA DAYALI “KAMU İSTEKLERİ”NE CEVAP VEREN “POLİTİK İRADE” İLE HİÇBİR ZAMAN ÇÖZÜME GİDİLEMEZ.

Kaynaklar

1. “Better Mobility in Urban Areas”, (2001), UITP - International Association of Public Transport, Brüksel
2. “The Mayor’s Transport Strategy”, (2001), Greater London Authority, Londra
3. “İstanbul I. Kentiçi Ulaşım Şurası Raporu, Toplu Taşıma Sistemi Komisyon Raporu” (2002), İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İstanbul
4. “Avrupa Kentsel Şartı”, (1996), Mahalli İdareler Genel Müdürlüğü, Ankara
5. ACAR, İ.H., (2002), “Avrupa Kentsel Şartı İlkelerinin Ulaşım Sistematiği içinde İstanbul ve İzmir Kentsel Alanlarında İrdelenmesi”; Mimar Sinan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı (Doktora Tezi), İstanbul
6. ACAR, İ.H., (2005), “Kentlerimiz için “MetroBüs” Çözümleri”, 6. Ulaştırma Kongresi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul
7. ACAR, İ.H., (2003), “Bütünleşik Ulaşım Politikası ve Avrupa Kentsel Şartı, Ulaşım ve Dolaşım İlkeleri”; Ulaştırma Politikaları Kongresi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Ankara
8. ACAR, İ.H., (1998), “Fiziki Sınırları Gözetken Yönlendirici Ulaşım Planlaması”, 4. Ulaştırma Kongresi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Denizli
9. ACAR, İ.H., (1996), “Politik Tercih olarak Kentiçi Ulaşımında Katlı Kavşaklar ve Raylı Sistemler”; 1. Ulusal Ulaşım Sempozyumu, İstanbul
10. ACAR, İ.H., (1994), “Stratejik Kararlar”, Ulaşım ve Trafik Paneli, İstanbul Valiliği
11. FREUND, P. ve MARTİN G., (1996), “Otomobilin Ekolojisi”, Ayrıntı Yayınları, İstanbul
12. JOSEPH S., (2000), “Birleştirilmiş Ulaşım Siyasetleri”, Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, TMMOB, İnşaat Mühendisleri Odası, Sayı: 409 - 2000/5
13. VUCHIC, V.R., (2000), “Transportation for Livable Cities”; Center for Urban Policy Research, New Jersey

Raylı Sistem Mühendisliğinde Yetkinlik Ölçütleri

Aydın Erel

Posta Adresi

Tel: (0212) 2619253

E-Posta: erel@yildiz.edu.tr

Öz

Bilindiği gibi, inşaat mühendisliği masif yapılar, su yapıları ve ulaştırma yapıları gibi, birbirlerinden değişik açılardan oldukça farklı olan yapıların projelendirilmesi, yapımı ve işletilmesi konularıyla ilgilidir. Elbette bu mühendislik dalının, geoteknik, zemin mekaniği, akışkanlar mekaniği, dinamik, mukavemet statik, betonarme, çelik vb. anabilim ve bilim dallarından soyutlanarak uygulanabilmesi olanaksızdır.

İnşaat mühendisliği yapıları içinde özellikle raylı ulaştırma sistemlerinin planlanması, projelendirilmesi, yapımı ve işletilmesi aşamalarında, yukarıda sayılan bilim dallarına ek olarak, diğer mühendislik dallarına ait anabilim ve bilim dallarına gereksinim duyulmaktadır. Örnek olarak; ulaşım gereksiniminin belirlenmesinde şehir ve bölge planlaması, yolcu ve yüklerin taşınacağı yer ve ulaşım türü seçimi konusunda sosyo-ekonomik yapı ve davranış bilimleri, taşıtların seyir koşulları ve kapasiteleri için makine mühendisliği, demiryolu yapı elemanları için inşaat, metalurji ve makine mühendisliği, taşıtların hareketleri ile trafik kontrolü ve denetimi için elektrik ve elektronik mühendisliği, ulaştırmanın çevreye ve insanlara verdiği zararlar için çevre mühendisliği vb. farklı sosyal bilimler ve mühendislik dallarına gereksinim duyulacağı tartışılmaz.

Raylı sistemler için etüd, projelendirme, yapım ve işletme aşamalarında hangi birikime, deneyime ve yetkinliğe sahip mühendislerin çalıştırılması gerektiği konusu, ne yazık ki ülkemizde bilinmemekte ya da uygulanamamaktadır.

Bu bildirinin amacı, son yıllarda Ülkemizde kentlerarası ve kentiçi ulaşımında – geç de olsa- hızlı bir şekilde yapılmaya ve kullanılmaya başlanan raylı ulaşım sistemleri konusunda, güvenlik, konfor, ekonomik koşullar, ülkenin gelişmesi ve en önemlisi yaşam koşulları açılarından, raylı sistem mühendisliğinde yetkinlik ölçütlerinin neler olacağının tartışılmasıdır.

Anahtar sözcükler : Raylı sistem, Mühendislik, Yetkinlik ölçütü.

Giriş

Son yıllarda Ülkemizde kentlerarası ve kentiçi ulaşımda -geç de olsa- hızlı bir şekilde yapma, geliştirme ve kullanma çabaları gözlenen raylı ulaştırma sistemleri ile ilgili önemli eksiklikler, hatalar ve yanlış uygulamalar göze çarpmaktadır. Bu durum, çok büyük, hatta gereğinden fazla yatırımlarla gerçekleştirilen bu çalışmalarda hem yolcu, yük, personel ve yapı güvenliği konularında tedirgin edici, hem sistem işletme ve bakım maliyetlerini çok yükselten sonuçlar yaratabilir. Ne yazık, bu konuda Tablo 1’de örnekleri verilen üzücü olaylar da yaşanmıştır.

Tablo 1. Raylı sistemler konusunda Ülkemizde yaşanan bazı üzücü durumlar.

TCDD İşletmesi	<p>UIC (Uluslararası Demiryolları Birliği) üyesidir, yıllardır bu kurumun 3 yabancı dildeki <u>araştırma yayınları</u> gelmektedir. Bunlar kimse tarafından okunmadığı gibi, yer kalmadığında <u>kağıt fabrikasına gönderilmektedir.</u></p> <p>1983 – 1993 Ulaştırma Ana Planı için demiryollarımızın “<u>Hat Kapasitesi</u>” bir daire başkanı tarafından <u>yanlışlıkla(!) 2 kat fazla hesaplanmıştır,</u></p> <p>Son yıllarda TCDD <u>Yönetim Kurulu’ndaki deneyimli demiryolcu sayısı,</u> siyasi atamalar nedeniyle <u>sıfıra yaklaşmaktadır,</u></p> <p>2004 yılında, -bazı yetkililerin kişisel hırsları nedeniyle- İstanbul-Ankara eski demiryolu hattında hızlar arttırılmış, uyarılara rağmen- 30 kişinin ölümüyle sonuçlanan kaza önlenememiştir,</p> <p>Yapılmakta olan Ankara – İstanbul Yüksek Hızlı Demiryolu’nun müşavirleri arasında “Ben demiryolunun ‘D’ sinden anlamam” diyen şirketler vardır.....</p>
Kentsel Raylı Sistemlerimiz	<p>İstanbul’da <u>bir tramvay hattında Hafif Raylı Sistem taşıtları kullanıldığından</u> Tarihi Yarımada’da görsel kirlilik oluşturulmuş ve komik! kazalar olmuştur,</p> <p>4. Levent – Taksim metrosunda “kataner hattı” yapılır diye, tüneller gereğinden birkaç metre yüksek açılmıştır,</p> <p>4.Levent – Taksim metrosunda drenaj konusu önceden düşünülmediğinden yapım maliyetleri artmış ve hala işletme sorunları yaşanmaktadır,</p> <p>İstanbul’da İETT tarafından ihale edilen ve yaptırılan bir raylı sistem için <u>Türkiye’de ilk kez yapılan mühendislik hesapları İETT personeli tarafından anlaşılamamış,</u> kendilerine teklif edilen “<u>ücretsiz eğitim</u>” kabul edilmemiştir....</p>

Yine son yıllarda İnşaat Mühendisleri Odası’nın “Yetkin Mühendislik” konusunda bazı girişimleri gündeme gelmiştir. “Demiryolu Mühendisliği” konularındaki eğitim-öğretim faaliyetleri ve bilimsel çalışmalar, çoğu ülkede olduğu gibi, Türkiye’de de ağırlıklı olarak İnşaat Mühendisliği lisans ve lisansüstü düzeylerinde gerçekleştirilmektedir. Üstelik üniversitelerimizin inşaat mühendisliği bölümlerinin çoğunda “Demiryolu” başlıklı dersler de kaldırılmış, bu konuda direnen birkaç üniversitemizdeki toplam öğretim üyesi sayısı bir futbol takımı kuracak kadronun altına düşmüştür.

Avrupa Demiryolu Mühendisleri Odaları Birliği (The Union of European Railway Engineer Associations – UEEIV), 2006 yılında “Avrupa Demiryolu Mühendisi Ünvanını Belgelendirme (Certification of the Title of European Railway Engineer, EURAIL-ING)” programı başlatarak, bu konuda bir el kitabı yayınlamıştır (1).

Yukarıda belirtilen konular birlikte değerlendirildiğinde, doğal olarak “Türkiye’deki raylı ulaştırma sistemlerini kimler planlıyor, projelendiriyor, inşa ediyor ve kimler işletiyor ?” sorularını akla getirmektedir.

Raylı Ulaştırma Sistemi ve Oluşturulması

Ulaştırma sistemi, “değişik nitelik ve miktarlardaki insanlar ile canlı ve cansız yüklerin, istenilen zaman ve koşullarda mekansal yer değiştirmelerini sağlamak amacıyla bir araya getirilen, görevleri ve karşılıklı ilişkileri tanımlanarak organize edilen öğeler kümesi” diye tanımlanabilir. İstenilen koşullar ise; güvenlik, kolay, sık, dakik, güvenilir, sağlıklı, konforlu, huzurlu vb. erişilebilirlik ve eriştirebilirlik, hızlilik, yüksek kapasite, ekonomiklik, çevre dostu olmak, ülke ve yerleşim birimlerinin sağlıklı gelişmelerine, buralarda sağlıklı ve güvenli bir yaşama katkıda bulunmak vb. olarak sayılabilir.

Raylı ulaştırma sistemi ise, 19. yüzyılın başlarında kullanılmaya başlanmış olup, yukarıda sayılan koşulların çoğu bakımından diğer ulaştırma sistemlerinden üstündür.

Bir ulaştırma sisteminin oluşturulması ve çalıştırılması, etüd, projelendirme, yapım, denetim, işletme aşamalarından oluşur. Tablo 2’de bir raylı ulaştırma sisteminin kimler tarafından, nasıl, hangi aşamalarda oluşturulabileceği özetlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 2. Bir raylı sistemi kim, nasıl oluşturabilir ?

Kimler,	Merkezi ve yerel yönetimler Kamu kurumları Özel kurumlar
Hangi olanakları ile,	Yetki, Sosyal ve politik güç, Ekonomik, parasal güç, Bilgi ve teknoloji Deneyim Araştırma ve geliştirme
Hangi ve nasıl personel ile,	Ulaştırma planlaması için ulaştırma plancıları, Raylı Sistem projelendirilmesi ve yapımı için inşaat, jeodezi mühendisleri, Taşıtların hareketleri ve seyir koşulları için makine mühendisleri, Taşıtların hareketleri ile trafik kontrolü ve denetimi için elektrik ve elektronik mühendisleri, Ulaştırmanın çevreye ve insanlara verdiği zararlar için çevre mühendisleri, İşletmeciler ve ekonomistler vb.
Neler yapar ?	Eşgüdümlü etüd, planlama, proje, inşaat, denetim, işletme

Yetkinlik ve Yetkin Mühendislik

Oxford Dictionary’de “competent”, kişilerin bir işi yapmak için ihtiyaç duydukları yeteneğe, güce, yetkiye, beceriye, bilgiye v.b. sahip olma durumu olarak tanımlanmaktadır. Türk Dil Kurumu’nun türkçe sözlüğündeki “yetkin” tanımı ise şöyledir; gerekli olgunluğa erişmiş, kamil, mükemmel kompetan; uzman, yetkili (2).

Aşağıda, 4 - 5 Mayıs 2007 tarihinde, Karadeniz Teknik Üniversitesi’nde gerçekleştirilen 14. Mühendislik Dekanları Konseyi Toplantısı’da Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Mehmet Nuri BODUR’un ‘Yetkin Mühendislik’ konusundaki “Yetkin Mühendislik Konusundaki Kavramlar ve Yaklaşımlar” başlıklı bildirisinden bazı bölümler aktarılacaktır (2).

“Mühendislik, temel ve doğal bilimlerde eğitim-öğretim, uygulama ve deneyim ile edinilen mühendislik bilgileri sonucu kazanılan formasyonun; toplum yararına ve gereksinimlerine yanıt vermek üzere ekonomik değerleri esas alınarak; araç-gereçlerin, ürünlerin, işlem ve usullerin, sistemlerin yada hizmetlerin tasarımı, hayata geçirilmesi, işletilmesi, bakımı, dağıtımı, teknik satışı ya da danışmanlık ve denetiminin yapılması ve bu amaçlarla araştırma-geliştirme etkinliklerinde kullanılması şeklinde ifade edilebilir.

ABET’ e göre eğitim ise; deneyim ve uygulama ile edinilen matematik ve doğa bilimler bilgisinin, doğal güç ve kaynakların insanlık yararına ve sürdürülebilirlik ilkeleri dikkate alınarak ve mühendislik etiği gözetilerek kullanılması için yöntemler geliştirilme uğraşdır.

Yetkinlik terimi, akreditasyonun anlamı düşünülerek önerilmiş bir türkçe karşılık olup; eğitim tarihimiz içerisinde değerlendirildiğinde de bir anlamda “**icazetname**” de karşılık bulmaktadır.

Yetkin Mühendislik, mühendislik alanında mesleki yeterliliği de ifade eden bir kavram olup; sürdürülebilirlik ölçüsünde belirli bir mesleği yapabilmek için yeterli koşullara sahip olma, mühendislik açısından belli yetkileri kullanabilecek olgunluğa erişmiş olmak şeklinde ifade edilebilir. Bu kavramı kısaca ifade etmeye çalışırsak; uzman mühendislik, profesyonel mühendislik, sertifikalı mühendislik gibi tanımlarla karşılaşılabiriz.

Mühendislerin bilgi düzeyini, deneyim birikimini, teknik düzeyini sürekli geliştirmelerini sağlamaya yönelik çözümlerden biri olarak algılandığını görürüz. Böylece bilgi ve tecrübe birikimini kanıtlamış, mesleki ahlak ve teknik düzeyi yüksek mühendis olarak da ifadesini bulmuş oluruz.

Bunun yanı sıra, mühendislik meslek odaları, mühendislik büroları ve mühendislik hizmetlerinden yararlanan kurum ve kuruluşların etik kurallar kapsamında beceri değerlendirmelerini üniversitelerin sürekli eğitim merkezlerine bildirmeleri ile oluşturulacak bir program çerçevesinde yetkinliklerin arttırılması sağlanmalıdır.

Genel anlamda; birçok kaygıların bulunmasıyla birlikte yetkin mühendislik alanlarına yönelik bütüncül politikaların üretilmesi zorunluluğu apaçık ortadadır.”

Avrupa Demiryolu Mühendisleri Odaları Birliği (UEEIV) Avrupa Demiryolu Mühendisi (EURAIL-ING) Sertifika Programı (1)

Avrupa Demiryolu Mühendisleri Odaları Birliği (The Union of European Railway Engineer Associations – UEEIV), 2006 yılında “Avrupa Demiryolu Mühendisi Ünvanını Belgelendirme (Certification of the Title of European Railway Engineer, EURAIL-ING)” programı başlatarak, bu konuda 64 sayfalık bir el kitabı yayınlamıştır (Şekil 1).



Şekil 1. UEEIV Avrupa demiryolu mühendisi ünvanını belgelendirme el kitabı (1)

Bu kitabın amaçlar bölümü şöyle özetlenebilir:

Demiryoluna özgün mühendislik eğitimi, sadece birkaç Avrupa ülkesinde vardır. Güvenlik ölçütleri ve demiryolunun diğer özgün konuları, demiryolu mühendislerinin standart bir mühendislik eğitiminin ötesinde eğitilmesini gerektirmektedir. Bu ek bilgi ve uzmanlık bazı kuruluşların kurslarında verilmektedir.

Demiryoluna özgün bilgilere sahip ya da bunları yıllar boyu mesleki deneyimlerle kazanmış olan mühendislere bu konuda sertifika verilmeli ve kaliteleri belirtilmelidir. Avrupa Demiryolu Mühendisleri Odaları Birliği Konfederasyonu (The Union of European Railway Engineer Associations – UEEIV) “Avrupa Demiryolu Mühendisi (EURAIL-ING) ünvanını vermektedir..

Bu nitelik belgesi, demiryolu mühendislerine şu olanakları tanımalıdır:

- Onların niteliklerinin kanıtlanması,
- Onların iş bulma ve yükselme olanaklarının artırılması,
- Sürekli mesleki gelişmenin özendirilmesi,
- Avrupa’da mesleki mobilitayı arttıracak bir araç sağlanması.

Ayrıca belgelendirme aşağıdaki amaçlarla planlanmıştır:

- Mühendisin toplum içindeki konumunu, rolünü ve sorumluluğunu geliştirmek,
- Mesleki niteliklerin karşılıklı kabulü için bir çerçeve sağlamak,
- Mühendislik eğitimini ve niteliğini gereksinimleri sürekli gözden geçirerek geliştirmek,
- İşverenlere, bir mühendisin tüm eğitimini ve deneyimini kapsayan iyi hazırlanmış bir belge sağlamak,
- Şirketlerin, personelini “Avrupa Demiryolu Mühendisi” ünvanı ile işe aldıklarını vurgulayarak, yüksek standartta oldukları tanıtımını sağlamak
- Belgeli personeli olan demiryolu firmalarının, yüklenicilerinin, iş tekliflerinde tercih edilmelerini sağlayacak üstünlük sağlamak.

Belgelendirme DIN EN 45013 temel alınarak yapılmaktadır. Ulusal belgelendirme kurumlarının düzenlemeleri bu kitapta belirtilen koşulların ötesine gidebilir ancak standartları azaltamaz.

Aynı kitapta “Belgelendirme İlkesi” şöyle tanımlanmaktadır:

Avrupa Demiryolu Mühendisleri Odaları Birliği (UEEIV), tüm Avrupa demiryolu mühendislerinin yüksek standartta uzmanlık bilgisine sahip olmalarını amaçlamaktadır. Bu amacı gerçekleştirmek için, uzmanlık bilgilerinin, pratik deneyimlerin, konuyla ilgili teknik standartların ve düzenlemelerin aktarılmasını sağlayacak değişik etkinlikler düzenlenmektedir.

Bu konuda görevli yönlendirme komitesi, demiryolu mühendisliği konusunda yüksek düzeyde bilgiye, uzun süreli mesleki deneyime sahip kişilerden oluşturulmaktadır.

Belge almak isteyen kişilerin başvuru formlarında, Tabo 3, 4 ve 5’deki bilgilerin, kanıtlarıyla birlikte sunulması istenmektedir.

Tablo 3. Sertifikasyon Kontrol Listesi

Şartlar	Koşul	Yanıt (Evet/Hayır)
Katılımcıların Başvuru Alanı	<ul style="list-style-type: none"> • 28 yaşından büyük • Demiryolu Mühendisi • Özgeçmiş • Sertifika kaydı • Akademik ünvan • Meslek ünvanı 	
Eğitim Düzeyi	<ul style="list-style-type: none"> • Lise mezunu • Meslek Lisesi • Üniversite • Çalışma alanları (tezler, demiryoluna özgün) • Onaylanmış sertifikalar • Ek çalışmalar 	
Çalışmaların Süresi	<ul style="list-style-type: none"> • En az 3 yıl olan çalışmaların ortalama toplam süresi • Çalışmaların gerçek süresi • Onaylı sertifikalar 	
Özel Bilgi Sahibi Olduğu Alanlar	<ul style="list-style-type: none"> • Trafik Sistem Teorisi • Elektrikli Demiryolları • Trafik Güvenliği Teknolojisi • Kara Ulaşımı Mühendisliği (Demiryolu İşletimi dahil) • Taşıt Dinamiği • Trafik/Ulaştırma yapıları, temelleri • Onaylı sertifikalar 	

Tablo 3. Sertifikasyon Kontrol Listesi (devamı)

Şartlar	Koşul	Yanıt (Evet/Hayır)
Ek Özel Bilgi Konuları	<ul style="list-style-type: none"> • Ergonomi • Otomasyon teknolojileri • Çevre ve ulaştırma • Ulaştırma teknolojileri • Bilgisayar bilgisi • Lojistik • Kalite kontrol • Yönetim çalışmaları • Çevre yasası • Altyapı ve Trafik Yönetimi • Pazarlama • Trafik tarihi • Sözleşme ve sorumluluk yasası • Avrupa yasası • Standartlar • Patent yasası • Demiryolları ile ilgili ulusal düzenlemeler • Avrupa Demiryolu Standartları • Avrupa Ödüllendirme Yönergesi • Jeodezi • Onaylı sertifikalar 	
Yabancı Dil Bilgisi	<ul style="list-style-type: none"> • En az bir yabancı dil • Onaylı sertifikalar 	

Tablo 3. Sertifikasyon Kontrol Listesi (devamı)

Şartlar	Koşul	Yanıt (Evet/Hayır)
Uygulama deneyimi	<ul style="list-style-type: none"> • Devlet sınavlarını gösterir belge • Demiryolu sınavlarını gösterir belge • Avrupa'da en az 3 – 4 yıllık uygulama tecrübesi <ul style="list-style-type: none"> – Demiryolu yükleniciliği – Ulaştırma kuruluşları – Ulaştırma otoriteleri – Tezleri oluşturmak için girişimler – Tezleri planlamak için girişimler – Tezleri yapmak için girişimler – Ulaştırma araştırma enstitüleri – Ulaştırma eğitim enstitüleri • Projelere katılım • Yayınlar • Teknik yönetim mevkileri • Yurtdışı tecrübesi • Onaylı dökümanlar 	
Demiryoluna Özgün Çalışma ve Eğitim Belgeleri	<ul style="list-style-type: none"> • Demiryolu bilgisini geliştirmeye yönelik 2 yarıyıl ek eğitim • Demiryollarında, demiryolu otorilerinde, firmalarda ve demiryoluna eğitim kurumlarında ek eğitimler • Demiryolları, demiryolu otoriteleri ve demiryolu özel firmaları ile 5 yıllık çalışma • Mühendis diploması olmaksızın ancak başka bir üniversite diploması ile 10 yıldan fazla süre bir mühendis fonksiyonu ile çalışma tecrübesine sahip olmak 	

Bu program kapsamında başvuruları kabul edilen adaylara verilecek ders ve seminer konularından bazıları şunlardır:

- Tren bakımı
- Elektrikli Demiryolları
- Ulaştırma Güvenlik Teknikleri
- Kara Ulaştırma Mühendisliği
- Taşıt Dinamiği
- Ulaştırma İnşaatı Temel Bilgileri
- Temel Otomasyon Yöntemleri
- Ulaştırma ve Çevre
- Ulaştırma Teknolojisi İlkeleri
- İnfomasyon Teknolojisi
- Lojistik
- Kalite Kontrolü
- Ulaştırma Sistemi Kuramı
- İş Yönetimi
- Jeodezi

Şekil 2’de, programa katılarak, başarı ile bitirenlere verilecek diploma örneği görülmektedir.



Şekil 2. Programa katılarak, başarı ile bitirenlere verilecek diploma örneği.

Sonuç

Bu bildiride, raylı sistem mühendisliğinde yetkinlik ölçülerinin neler olması gerektiği, ilgili kaynaklardan yararlanılarak sunulmaya çalışılmıştır. Ülkemizde, diğer mühendislik dallarında olduğu gibi, bu konuda da ayrıntılı çalışmalara ve elde edilecek sonuçlara dayalı kararlar almaya gereksinim vardır. Böyle bir çalışmaya ilgili üniversitelerimizin önderlik etmeleri yararlı olacaktır.

Kaynaklar

- (1) Salzman H. UEEIV President, Corazza G.R. Chair of the Steering Committee, Handbook for Certification of the Title of "EUROPEAN RAILWAY ENGINEER" (EURAIL-ING) (Certification Handbook), Edition 2006, (Stand 18th March 2006), UNION OF EUROPEAN RAILWAY ENGINEER ASSOCIATIONS – UEEIV-
- (2) Bodur, M.N.(2007), Yetkin mühendislik konusundaki kavramlar ve yaklaşımlar, 14. Mühendislik Dekanları Konseyi Toplantısı, 4 - 5 Mayıs 2007 Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

İstanbul'un ulaşım ve trafik sorunu - Üçüncü çevre yolu ve boğaz geçişi

Vecdi Diker Çalışma Grubu

1. GİRİŞ

İstanbul; ticari, ekonomik, finansal, kültürel, eğitim ve sosyal yönleri ile Türkiye'nin en önemli merkezidir. İstanbul'da yürütülen faaliyetler Türk ekonomisinin üçte birinden fazlasını oluşturmaktadır. Ülkemiz için bu derecede önem arzeden bu kentimizin işlevlerini tam olarak, aksamadan ve en düşük maliyetle yerine getirebilmesi, ekonomik değerlerin oluşmasına temel olan hareketliliğin rahat ve kolay bir şekilde sağlanması ile mümkün olabilir.

Diğer taraftan İstanbul, Türkiye'nin dış dünya ile olan bağlantılarının da başlıca merkezdir. Bu yönü itibariyle de kentiçi ulaşımın rahat olması, dış bağlantıların daha kolay oluşmasına ve bu bağlantılarla doğrudan ilişkisi olan ekonomik faaliyetlerin canlılık kazanmasına imkan verecektir.

Ülkemizde özel bir yeri ve önemi olan İstanbul'da bugünkü ulaşım imkanlarının yukarıda sıralanan fonksiyonlarını hızlı, rahat, eksiksiz, güvenli ve ucuz şekilde yerine getirdiğini ifade etmek zordur. Her geçen gün artan ve çok büyük ekonomik kayıplara yol açan trafik sıkışıklığı, uzayan ve kişileri bezdiren yolculuk süreleri, bir türlü azaltılamayan trafik kazaları, sağlığımızı tehdit eden boyutlara ulaşan hava kirlenmesi ve gürültü ulaşım hizmetinin ne kadar kötü düzeyde olduğunun göstergeleridir. Gelişmeler bu durumun önümüzdeki yıllarda daha da ağırlaşacağını göstermektedir. Bu gelişmenin önde gelen sebeplerinden birisi, İstanbul'un ulaşım altyapısının, tüm modları kapsayacak şekilde, hızla artan nüfus ve motorlu taşıt artışının getirdiği talebi karşılayacak ölçüde oluşturulamamış olmasıdır.

2. İSTANBUL'UN BÜYÜMESİ

2.1 Nüfus artışı

İstanbul'un Bizans döneminde 50.000 dolayında olan nüfusu Osmanlı egemenliğine geçmesinden sonra Anadolu ve Rumeli'den getirilen etnik gruplarla 120.000'e çıkmış, Kanuni döneminde 500.000'e, 17.yüzyılı sonlarında ise 700.000'e ulaşan nüfusu ile dünyanın en büyük kenti olmuştur. Cumhuriyet dönemi başlarında bir milyona yaklaşan İstanbul'da daha sonra bir dönem nüfus azalması yaşanmış, 1927'deki ilk nüfus sayımında kentin nüfusu 690.000 olarak belirlenmiştir, İstanbul'un nüfusu daha sonra tekrar artmaya başlamış ve 1945 de 900.000'e ulaşmış ve 1950'de bir milyonu aşmıştır. Bu gün Türkiye nüfusunun yaklaşık %15'nin yaşadığı İstanbul Türkiye'nin en büyük kenti olması yanında dünyanın önde gelen büyük kentlerinden biridir. Sanayi, ticaret, turizm ve kültür kenti olarak büyük bir çekim merkezi olan İstanbul'da kırsal bölgelerden aldığı ve 1950'li yıllardan sonra hızlanan göçün de etkisi ile uzun yıllar Türkiye nüfus artış oranının iki katı bir nüfus artışı yaşanmıştır. (Tablo 2.1). Bu nüfus artış hızında son yıllarda yavaşlama görülmekle birlikte büyüme devam etmektedir. Kentin nüfusunun 2010 yılında 13 milyonu aşacağı tahmin edilmektedir.

Tablo 2.1 İstanbul'da nüfus artışı

Yıl	Nüfus
1950	1.166.477
1960	1.882.092
1970	3.019.032
1980	4.781.890
1990	7.309.190
2000	10.033.478

İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin Şehir Planlama Müdürlüğü tarafından üretilen ve Mart 1995 tarihine onaylanan 1/50.000 ölçekli İstanbul Metropolitan Alanı Alt Bölge Nazım Planı'nda İstanbul'un 2010 yılı nüfusunun alt ve üst sınır olarak 13-15milyon olması hedeflenmiştir.

2.2. Alansal büyüme

İstanbul'da ilk yerleşmeler Kadıköy, Karaköy ve Tarihi Yarımada kıyılarında başlamış, daha sonra Marmara kıyıları ve Haliç çevrelerinde gelişmiştir. Bizans ve Osmanlı döneminde Avrupa yakasındaki yerleşmeler esas olarak Tarihi Yarımada yani Sur içinde, Galata, Beyoğlu, Beşiktaş, Ortaköy bölgelerinde kalırken Anadolu yakasında Kadıköy, Üsküdar bölgelerinde olmuştur. 19. yüzyılın ikinci yarısında her iki yakada demiryolu hatları boyunca Marmara sahilinde batı-doğu ekseninde gelişme gösteren İstanbul 20.yüzyılın başlarında Şişli'ye kadar uzayan elektrikli tramvayın etkisi ile bu yakada kuzeye doğru kaymaya başlamıştır. Bu dönemde Asya yakasındaki yerleşmeler Avrupa yakasındakine göre oldukça azdır.

Daha sonra her iki yakada yerleşmeler D-100 yolları boyunca ve bu yollar ile Marmara sahilleri arasında yoğunlaşırken Boğaz sırtlarında da yerleşmeler başlamıştır. 1950'li yıllarda Avrupa yakasında batıda Sur dışındaki bölgelere, kuzeyde ise Levent tarafına genişlemeye başlayan kent, Anadolu yakasında D-100 yolu ile demiryolu hattı arasında daha çok bahçeli konutlar şeklinde büyüyüp gelişmiştir.

Cumhuriyet döneminde İstanbul'un planlanması üzerine ilk çalışmalar 1932-1933 yıllarında yabancı uzmanlarca başlatılmıştır. Bunlardan en önemlisi ve uygulama bulanı Fransız Henri Prost'un 1951 yılına kadar süren çalışması olmuştur. Bu planın ana unsurları Haliç kıyılarının sanayi ve ticaret bölgesi olarak seçilmesi, Yenikapı'nın uluslararası tren istasyonu ve feribot limanı olarak düşünülmesi, Kara surlarının dışında 500 m lik bant boyunca yapı yasağı uygulanması ile Beyoğlu'nda ve sur içinde bazı geniş caddelerin açılması olmuştur, İstanbul'un hızla göç çekmeye başladığı 1950'li yılların başlarında Kağıthane, Zeytinburnu, Eyüp-Rami bölgesi (Taşlıtarla), Anadolu yakasında ise Ankara Asfaltı (D-100) boyunca sanayi tesisleri çevresinde olmak üzere daha çok gecekondu tarzı yerleşmeler görülmüştür.

1956 yılında başlayan yoğun imar hareketleri üzerine Alman şehircilik uzmanı Prof. Haus Hogg çalışmaları yönlendirmek üzere davet edilmiş, bu kişi kentin kuzey, kuzey-batı ve doğusunda uydu yerleşmeler ve merkeze ulaşan ışınal arterler planlamışsa da bu plan uygulamaya dönüşmemiştir. Bu dönemde İstanbul için düşünülen nüfus 3.500.000'dir. Bu arada Menderes "in İstanbul ile bizzat ilgilenmesi ile

Tarihi Yarımada'da Vatan caddesi, Millet Caddesi gibi bulvarlar açılmıştır. Daha sonra yabancı ve Türk şehir plancıları İstanbul için çeşitli planlar geliştirmişlerse de kentin esas olarak bir plana dayanmaksızın büyüüp geliştiği ifade edilebilir. Bu arada, Anadolu yakasında Yakacık-Tuzla-Çayırova-Gebze eksenine Kartal-Maltepe sanayi alanlarının eklenmesi ile gelişme Anadolu yakasına kaymış, Avrupa yakasında da sanayi alanları batıda önce surların dışına, daha sonra Sefaköy, Halkalı, Firuzköy'e, kuzeyde ise Eyüp-Rami-Gaziosmanpaşa'nın kuzeyine kayarak Küçükköy, Alibeyköy ve Kağıthane'ye ulaşmıştır. Bu arada, Şişli'den Maslak'a uzanan ekseninin batısında sanayi bölgeleri ve çevrelerinde konut bölgeleri oluşarak kent kuzeye doğru genişlemeye başlamıştır.

1970'li yılların başında sanayileşmenin hızlanması ile gecekondulaşma da artmış ve her iki yakada çevre bölgelerdeki gecekondu sayısı 195.000'e varmıştır. Ekim/1973'de hizmete giren Boğaziçi Köprüsü kentteki mekansal yapıyı en hızlı değiştiren unsur olmuş, 1. Çevreyolu kentiçi ulaşım ağının omurgası haline gelmiştir. Aynı dönemde iki yaka arasındaki nüfus dengesi hızlı bir şekilde değişirken doğuda Bostancı-Maltepe-Kartal-Pendik -Gebze yönünde konut ve sanayi bölgeleri oluşmuş, batıda ise D-100 karayolu boyunca Silivri'ye doğru daha çok yazlık karakterinde olmak üzere yerleşme yoğunlukları artmıştır.

29.07.1980 tarihinde onanan İstanbul Metropoliten Alan Nazım İmar Planı'nda sanayi sektöründe hedeflenen gelişmenin sağlanması için Küçük ve Büyükçekmece gölleri arasında, Firuzköy-Esenyurt'da , Halkalı, Kirazlı, Güneşli, İkitelli köyleri çevresinde Doğu yakasında Ümraniye, Kurtköy , Şeyhli, Dolayoba , Gebze, Dilovası mevkiilerinde yeni sanayi alanları tespit edilmiştir. Bu arada Birinci Çevre Yolu'nun kuzeyinde kalan sanayi bölgelerinin yakınlarında İstanbul "un makro formunu belirleyen konut alanlarının ortaya çıkması ile kentin dışı doğru yayılması artmış, bu bölgelerin merkez bölge ile ulaşımında minibüsler başlıca ulaşım aracı olmuştur.

Temmuz/1988 tarihinde hizmete giren İkinci Köprü (FSM- Fatih Sultan Mehmet Köprüsü)'nün üzerinde bulunduğu Kuzey-Güney Otoyolu (Trans European Motorway-TEM), ülkemizin de taraf olduğu uluslararası anlaşma ile oluşturulmuştur. Bu yol kenti kuzeyden çevreleyecek kuşak olarak düşünülmüşken bunda başarılı olunamamış, kısa süre sonra yerleşmeler bu aksın kuzeyine sıçramış, her iki yakada olmak üzere kent kuzeye, orman ve su havzalarına doğru yayılmaya başlamıştır. Bunda, TEM otoyolu kadar bu bölgelere ait imar kararların da etkisi olmuştur. Bahçeşehir, Esenkent, Başakşehir.Oyak Konutları, Olimpiyat Parkı, 43.000 işyeri olan İkitelli Organize Sanayi Bölgesi, 10.000 dükkan bulunan İSTOÇ, İSTEK.Giy-Koop, Avrupa yakasında verilebilecek yerleşmelerden bazılarıdır. Yine bu dönemde TEM'in kuzeyinde olmak üzere Avrupa tarafında Hadımköy yöresi, ayrıca Çorlu-Çerkezköy bölgeleri önemli sanayi bölgeleri olarak ortaya çıkıp gelişmişlerdir. Bu arada, Avrupa yakasında Sarıyer'in kuzeyinde orman bölgeleri yakınında Zekeriyaköy, Uskumruköy, Kilyos, ayrıca Kemerburgaz bölgeleri yerleşime açılmıştır. Benzer şekilde Asya yakasında Ömerli Barajı çevresi, Kavacık-Beykoz-Riva hattı orman ve su havzalarında yerleşime açılan bölgelerden bazılarıdır.

Sıralanan gelişmelerin sonucu olarak İstanbul Doğu-Batı ekseninde Gebze - Silivri arasında olmak üzere 150 km'ye varan ve sürekli yerleşim alanlarından oluşan bir uzunluğa erişirken Kuzey - Güney yönünde Marmara denizi İle neredeyse Karadeniz'e varan bir yayılma göstermiştir. Son yıllardaki yerleşmeler daha çok TEM' in kuzey inde

orman ve su havzalarına doğru olmaktadır. Bu yeni yerleşmeleri ve gelişmeyi değişik tarihlerde alınmış hava fotoğrafları ile görmek mümkün bulunmaktadır. Burada vurgulanması gereken bir diğer önemli husus yeni yerleşmelerin önemli bir kısmının kaçak yapılaşma şeklinde oluşudur.

Halbuki, 1995 yılında onaylanan 1/50.000 ölçekli İstanbul Metropolitan Alanı Altbölge Nazım Plan'ında İstanbul'un Doğu-Batı yönünde lineer bir gelişim sürdürmesi ve TEM' in II.kuşak olması, bunu desteklemek üzere de doğuda Gebze'de , batıda ise Ortaköy- Kavaklı' da 1. derece kanat çekim merkezleri oluşturulması öngörülmüştü.Ancak, yukarıda açıklandığı üzere gelişme bu şekilde olmamış, batıda ve TEM otoyolunun kuzeyinde önemli sanayi ve konut bölgeleri oluşmuştur ve oluşturulmaktadır. Avrupa yakasında Halkalı, Göktürk ve Sarıyer'de planlanan siteler ve toplu konut alanları bu gelişmeyi gösteren bir başka örnektir.

2.3. Motorlu taşıt artışı

İstanbul'da özellikle 1970'li yıllardan sonra, sosyo-ekonomik ve ülkemiz otomotiv sanayiinde başlayan gelişmelere paralel olarak hızlı bir motorlu taşıt artışı yaşanmıştır. Bu gün Türkiye'deki toplam motorlu taşıt sayısının yaklaşık %24'ü , otomobil sayısının ise %28'i İstanbul'da bulunmaktadır. Bu taşıtların içinde otomobil en hızla artan taşıt türü olmuştur (Tablo 2.2.)

Tablo 2.2. İstanbul'da otomobil sayısı ve otomobil sahipliğinin artışı

Yıl	Sayı (1.000)	1.000 kişiye düşen otomobil sayısı
1950	3,9	19,0
1960	21,3	30,0
1970	55,4	47,0
1980	201,4	49,0
1990	559,8	76,9
2000*	1.250,0	125,0
2004 (yıl sonu)	1.435,1	137,0

* : 2000 yılı otomobil sayıları yayınlanmış istatistiklerde 1.613.571 olarak gösterilmektedir. Daha sonra yapılan arşiv araştırması sonucu hurdaya ayrılan otomobiller ile başka şehirlere yapılan nakillerin toplamdan düşülmediği görülmüş olup 2002 yılından itibaren gerçek değerler verilmiştir. Bu sebeple 2000 yılına ait otomobil sayısı 2002 yılına ait gerçek sayı olan 1.325.972'den hareketle kabul edilen sayıdır.

İstanbul'daki toplam motorlu taşıt sayısı 2005 yılı başı itibariyle 2.050.859 olup bunlardan 1.435.125' i otomobildir. İstanbul'da otomobil sahipliği bölgeden bölgeye değişmekle birlikte, kent genelinde ortalama olarak, Tablo'da görüldüğü üzere 2005 yılı başı itibariyle 1.000 kişi basma 137 otomobildir. Buna karşılık bu oran Batı Avrupa kentlerinde 450-500 otomobil /1.000 kişi olarak değişmektedir. Buna göre, önümüzdeki yıllarda sosyo-ekonomik durumdaki iyileşmeler ve otomotiv sanayinin gelişmesi yanında ithal serbestliği, ayrıca otomobil edinmede getirilen kredi bulma, taksitlendirme vb kolaylıklarla otomobil sahipliğinin hızla yükseleceği beklenmektedir. Son birkaç yıldaki gelişmeler bunu ortaya koymaktadır.

3. KARAYOLU ALTYAPISI, TRAFİK VE YOLCU TAŞIMASI

3.1 Karayolu altyapısı

Nüfustaki ve motorlu taşıt sayısındaki hızlı artışa karşılık İstanbul'un karayolu altyapısının aynı gelişmeyi gösterdiğini söylemek zordur. Kentteki trafiğin büyük kısmını taşıyan, ayrıca otobüs gibi toplu taşıma araçlarının kullandığı Atatürk Bulvarı, Vatan Caddesi ve Millet Caddesi, Sirkeci-Florya Sahil Yolu, Meclis-i Mebusan Caddesi 1950'li yıllarda önemli kamulaştırmalar yapılarak açılabilmiştir. Barbaros Bulvarı ve takiben Büyükdere Caddesi, Piyalepaşa Bulvarı, Tarlabası Caddesi, Anadolu yakasında Bağdat Caddesi ve Sahil Yolu da sonradan açılıp genişletilen diğer başlıca arterler olup bunların hepsi bölünmüş, kısmen 2x2, kısmen 2x3 şeritli standartları iyi yollardır. Bu yolların hizmet verdiği ve önemli kısmı kent merkezini oluşturan bu bölgelerde yeni büyük arterler açılması çok zor olduğu gibi, doğru da değildir. Bu bölgelere toplu taşıma araçları ile erişilmesine imkan verecek bir ulaşım politikasının benimsenerek raylı taşıma ağının iyileştirilmesi amaçlanmalıdır.

İstanbul ve çevresi için en önemli ve batı-doğu yönündeki kentiçi ve bölgesel trafik yanında ulusal ve uluslararası transit trafiğe de hizmet veren iki karayolu aksı D-100 devlet yolu ile TEM (E-80) otoyoludur. Bu yolların İstanbul kentiçi kesimleri 1. Çevreyolu (0-1) ve 2.Çevre Yolunu (0-2) oluşturmaktadır. D-100 yolu kısmen 2x2 şeritli ve kısmen 2x3 şeritli olup İstanbul'daki radyal ana arterleri birbirine bağlamaktadır. Ülkemizin de taraf olduğu uluslararası bir anlaşma ile planlanıp oluşturulan TEM otoyolunun kent içindeki kesimi olan 2. Çevre Yolu 2x4 şeritli olup diğer kesimleri 2x2 ve 2x3 şeritlidir. Boğaziçi Köprüsü'nde yaşanan trafik sıkışıklığı sebebi ile şehirlerarası otobüs trafiği ile kamyon trafiği bu yola verilmiştir.

3.2 Trafik

Yukarıda sıralanan ana arterlerin hemen hepsinde bugün kapasitelerinin çok üzerinde trafik olup günün hemen her saatinde trafik sıkışıkları yaşanmakta, zirve saatlerde akım hızı 10-15 km/sa' e kadar düşmektedir.

Benzer trafik sıkışıkları 1. Çevreyolu ile 2.Çevreyolu üzerinde de gözlenmektedir. Bu iki yolda sabah ve akşam saatlerinde her iki yönde olmak üzere zorlamalı akımın hakim olduğu, F hizmet düzeyinde, yani hızı çok düşük, dur-kalkların çok sık olduğu trafik akımı yaşanmaktadır. Örnek olmak üzere; Boğaziçi Köprüsü ve 1. Çevreyolu ile FSM Köprüsü ve 2.Çevre Yolu üzerinde sıkışıklık yaşanan başlıca kesimler ve uzunlukları aşağıda sıralanmıştır.

Boğaziçi Köprüsü ve I. Çevreyolu'nda :**Sabah :**

<u>Kesim</u>	<u>Kuyruk uz.</u>	<u>Serit sa.</u>	<u>Ser.sa. x kuy.uz.</u>
Köprü-Ankara Asfaltı	6	3	18
2.Çevreyolu-Acıbadem	1	2	2
Ankara Asfaltı üzeri	0,5	2	1
Kısıklı-Altunizade-Bağlarbaşı	1	3	3
Beylerbeyi bağlantısı	1	2	2

Akşam :

<u>Kesim</u>	<u>Kuyruk uz.</u>	<u>Serit sa.</u>	<u>Ser.sa. x kuy.uz.</u>
Okmeydanı-Köprü(Gişeler)	5	3	15
Beşiktaş katılımı	2	2	4
Barbaros Bulvarı	0,5	2	1
Gayrettepe-Mecidiyeköy	1	2	2
Piyalepaşa Bulvarı	1	3	3

51

FSM Köprüsü ve 2. Çevre Yolunda :**Sabah :**

<u>Kesim</u>	<u>Kuyruk uz.</u>	<u>Serit sa.</u>	<u>Ser.sa. x kuy.uz.</u>
Anadolu Otoy.Kav.-Köprü	13	4	52
Ümraniye-Şile	1	2	2
Kavacık bağlantısı	1	2	2

Akşam:

<u>Kesim</u>	<u>Kuyruk uz.</u>	<u>Serit sa.</u>	<u>Ser.sa. x kuy.uz.</u>
Köprü (gişeler) - Hasdal viyadüğü	10	4	40
Okmeydanı – Hasdal	2	2	4
B.Dere Caddesi-Levent bağlantısı	2	2	4
Etiler bağlantısı	1	2	2

106

1. Çevreyolu'nun kente yakın kesimlerinde günlük trafik iki yön toplamı olarak, 190-200.000 taşıttır. Aynı şekilde 2. Çevre Yolu'ndaki trafik hacmi de 190-200.000 taşıt/gün dolayındadır. Bu trafik hacimleri, her iki yolda 24 saatte geçen taşıt sayıları olup trafiğin esas olarak 14 saatte, bunun içinde de sabah ve akşam ikişer üçer saatlik zirve saatlerde yoğunlaştığı nazara alınır bu saatlerdeki sıklığı'nın mertebesi kolaylıkla anlaşılacaktır.

İstanbul'un ticari, turistik ve kültürel yönden büyük bir çekim merkezi olması sebebi ile İzmit ile Tekirdağ arasındaki bölgeden İstanbul'a önemli bir bölgesel trafik oluşmaktadır. 1. ve 2. Çevre Yolları üzerindeki, yani batı - doğu yönündeki trafiğin %80-85'i kentçi trafik, %10-15'i bölgesel trafik ve %1-2'si transit trafiktir. Buna göre trafik talebinin çok büyük kısmı İstanbul Metropolü ile ilgilidir. Bu hususun ortaya konacak çözüm önerilerinde dikkate alınması gerekir.

İstanbul ile çok yakın etkileşimde olduğu İzmit ve Tekirdağ ilerinin 2015 yılı nüfusunun 17-18 milyonu bulması beklenmektedir. Bu üç ildeki motorlu taşıt sayısı 2005 yılı başı itibariyle 2.275.220 olup 2015 yılında 4 milyona ulaşması mümkündür. Buna göre büyük bir nüfusun yoğunlaştığı İzmit-İstanbul-Tekirdağ ekseninde, bu gün bile sıklığı'nın yaşandığı D-100 ve E-80 karayollarında önemli bir ek kapasite yaratılmadığı takdirde önümüzdeki yıllarda çok daha büyük trafik tıkanıklıklarının görülmesi sürpriz olmayacaktır.

3.3 Yolcu Taşınması

İstanbul'da motorlu araç ile yapılan günlük yolculuk sayısı (hareketlilik katsayısı) kişi basma 1,0 dolayında olup bu değer gelişmiş ülkelerde 2'nin üzerinde, hatta bazı ülkelerde 3,0 dolayındadır, İstanbul'da hareketlilik katsayısının bu derecede küçük olmasında kentlinin sosyo-ekonomik yapısının zayıflığı esas sebep olmakla birlikte, ulaşım imkanlarının zorluğunun etkisi de vardır.

Diğer yandan, İstanbul'da yapılan yolculukların taşıma türleri arasındaki dağılımına bakıldığında (Tablo 2.3), taşımanın çok büyük kısmının karayolu araçları ile ve bunlar içinde de otomobil, taksi, minibüs gibi küçük kapasiteli araçlar ile yapıldığı görülmektedir. Raylı taşımanın toplam taşımadaki payı oldukça az olup raylı sistem ağı kent düzeyinde yaygınlaştırılmadığı sürece bu böyle devam edecektir. Deniz taşımacılığı da olması gerekenin çok altında paya sahip bulunmaktadır. Kısaca, kent düzeyinde, yolcu taşımacılığında çevreyi kirleten, trafik güvenliği düşük, bireysel taşımanın hakim olduğu bir taşıma düzeni hüküm sürmektedir. Bunun bir an önce değiştirilmesi için altyapı, işletme ve yönetsel olarak gereken önlemlerin alınması kaçınılmaz olup gecikilen her günde çözüm daha zorlaşmaktadır.

Tablo 2.3 İstanbul kentiçi araçlı yolculukların türel dağılımı(2001)*

Taşıma Türü	Günlük ort.taşıma	Toplam taşımada pay (%)
İETT	1.500.000	14,8
Öze Halk Otob.	800.000	7,9
Otomobil	3.100.000	30,7
Minibüs	2.000.000	19,8
Dolmuş	70.000	0,7
Taksi	750.000	7,4
Servis aracı	1.050.000	10,5

Karayolu taşıması %91,8

Banliyö hatları	124.000	1,2
Metro	130.000	1,2
Hafif metro -LRT	158.000	1,7
Tramvay	144.000	1,5
Nostaljik tramvay	5.000	0,0
Tünel (finiküler)	13.000	0,1

Raylı taşıma %5,7

TDİ	160.000	1,7
İDO	19.000	0,1
Deniz motorları	251.000	2,5

Denizyolu taşıması % 2,5

100

* : 2005 yılı başı itibariyle, raylı sistemlerin taşımadaki payının bir miktar artarak %7'ye ulaştığı, bu arada özel otobüsler ile servis araçları ile yapılan taşımalarda da artış olduğu kabul edilebilir.

4. BOĞAZ GEÇİŞLERİ

4.1 iki yaka arasındaki nüfus ve istihdam dağılımı

İstanbul'da son elli yılda yaşanan hızlı nüfus artıcı yanında, nüfusun iki yaka arasındaki dağılışı da yıllara göre Önemli farklılık göstermiştir (Tablo 3.1)

Tablo 3.1 İstanbul nüfusunun İki yaka arasında dağılışı

Yıllar	:	1950	1960	1970	1980	1990	2000
Avrupa yakası	:	80	79	76	70	68	65
Asya yakası	:	20	21	24	30	32	35

Tablodan görüldüğü üzere, 1970'li yıllardan sonra Asya yakasında daha hızlı bir nüfus artışı yaşanmıştır. Bunun başlıca sebebi. Boğaz Köprüleri'nin devreye girmeleri

İle bu yakanın konut edinme ve kiralama yönünden daha cazip hale gelmiş olmasıdır. Bu arada bu yakaya önemli sayıda iş merkezi de taşınmıştır,

İstihdam verilerine bakıldığında, bu oranlar 1996 yılı verilerine göre Avrupa yakası için %73,3 , Asya yakası için %26,7 dir. Buna göre, yakalarda nüfus ve istihdam oranlarında görülen %8'e yaklaşan fark, Boğaz geçişlerine olan talebin başlıca kaynağıdır. Daha açık bir anlatımla, İstanbul'un Asya yakasında yaşayanların bir kısmı çalışmak için Avrupa yakasına gidip gelmektedir, İki yaka arasındaki istihdam oranlarının son değerleri bilinmemekle birlikte 1996 yılına göre fazla bir değişme olmadığı ifade edilebilir. İş amaçlı bu gidiş gelişler 1996 yılı verilerine göre günlük ortalama 1.100.000 dolayındaki geçişin önemli bir kısmını oluşturmaktadır.

4.2 İki yaka arasındaki taşıt ve yolcu geçişleri

Yıl içinde en yüksek geçişler olmak üzere, Boğaziçi Köprüsü'nden 02 Temmuz 2004 tarihinde, tek yönde 104.017 araç geçmiş olup iki yön toplamı 208.034'dür. FSM Köprüsü'nden de 16 Temmuz 2004 tarihinde olmak üzere bir günde 107.293 araç geçmiştir. İki yön toplamı 214.586' dır. İki köprüden 2004 yılında en yüksek geçiş sayısı iki yön toplamı olarak 422.620 taşıt/gün olmuştur.

Boğaziçi Köprüsü'nden bir günde geçen taşıt sayısı 2004 yılı ortalaması olarak ve iki yönde 181.750 olup bunun %85'i otomobildir. FSM Köprüsü'nden geçen taşıt sayısı 2004 yılı ortalaması olarak iki yönde ve 182.294 olup bunun %74'ü otomobildir, iki köprüden geçen taşıt sayısı 2004 yılı ortalaması olarak, iki yönde 364.044 taşıt/gün dür.

Boğaz Köprülerinden geçen otomobillerin ortalama doluluk oranları bu konudaki etüdlere dayanılarak 2,0 kişidir. Buna göre, İki yaka arasındaki geçişlerde otomobil kullananların sayısı; $(181.750 \times 0,85 + 182.294 \times 0,74) \times 2,0 = 578.772$ kişidir.

İstanbul Ulaşım Ana Planı çalışmasında, 1997 yılı Aralık ayı itibariyle Boğaz'ı otobüsler ve servis araçları ile geçenlerin sayısı 370.000/gün olarak verilmiştir. Arada geçen sürede bunun 400.000'e ulaştığı kabulü ile otomobil, otobüs ve servis araçları ile geçenlerin sayısı yaklaşık 1.000.000 kişi olmaktadır. Deniz araçları ile geçenlerin sayısı 200.000 kadardır. Bu arada dolmuş, taksi, kamyonet türü araçlarla geçenlerin de 100.000 kişi olduğu kabulü ile iki yaka arasındaki yolcu olarak geçiş sayısı 1.300.000 kişi kabul edilebilir. Ulaşım Ana Planı çalışmasında 1996 yılı değeri 1.100.000 kişi olarak verilmiştir.

Burada açıklanması gereken bir husus, bazı kişilerce, 1996 yılı verilerine göre, Boğaz'ı geçen 1.100.000 yolculuğun İstanbul'daki toplam yolculuğun %10'u dolayında olduğu. Boğaz Geçişini çözenin İstanbul'un ulaşım sorununu çözmeyeceği ifadesidir. Gerçekte İstanbul'un hemen her bölgesinde ulaşım zorluğu ve trafik sıkışıklığı vardır. Ancak, kent genelinde ortalama yolculuk uzunluğu 5 km kadar olup toplam yolculuk $5 \times 11.000.000 = 55.000.000$ yolcu.km'dir. Buna karşılık Boğazlı geçen yolculukların ortalama uzunluğu 20 km dolayında olup toplam yolculuk $20 \times 1.100.000 = 22.000.000$ yolcu.km olmaktadır. Bu ise toplam yolculuğun $22.000.000/55.000.000 = \%40$ 'ı

olmaktadır. Dolayısıyla Boğaz yolculuklarına hız ve konfor yönünden getirilecek iyileştirmenin sonucu büyük olmaktadır. Bunun gözardı edilmemesi gerekir.

4.3. Köprülerin kapasiteleri

Boğaziçi Köprüsü ile buna ait 1. Çevreyolu 2x3 şeritlidir. FSM Köprüsü ve 2.Çevreyolu ise 2x4 şeritlidir. Buna göre iki köprüdeki ve çevre yollarındaki şerit sayısı iki yön toplamı olarak 14' dür.

Bir trafik şeridinin kapasitesi, yolun özelliğine ve üzerindeki trafiğe göre değişir. Erişim kontrollü otoyol ve otomobil ağırlıklı trafik için iyimser bir yaklaşımla ve kentiçi için kabul edilebilir hizmet düzeyinde 1.600 oto/sa kabul edilebilir. Paris'deki çevre yolunun kapasitesi de 6 şerit için 10.000 taşıt/saat'dir. Bu arada İstanbul 1. Çevre Yolu'ndan zaman zaman daha fazla araç geçirilebildiği görülmüşse de bu durumlarda hizmet düzeyi iyice düşmekte, yani trafik akımında dur/kalklar artmakta, akım hızı son derecede azalmaktadır.

Çevre yollarındaki trafiğin sabah 07.30 ile akşam 21.30 saatleri arasında olmak üzere yoğun ve saatlik hacimlerin birbirine yakın olduğu bir gerçek olup bu zaman dilimi arasında iki köprüden geçebilecek azami araç sayısı; 14 saat x 14 şerit x 1.600 oto/sa = 313.600 otomobil olmaktadır.

Buna karşılık bugün iki köprüden geçen günlük araç sayısı, 2004 yılı ortalaması olarak, 364.044'dür. Bu sayının %90'ı yani $0,90 \times 364.044 = 327.639.600$ 'ü saat 07.30" 21.30 saatleri arasında geçmektedir. Dolayısıyla bu saatler arasındaki ortalama hacim/kapasite oranı; $327.640/313.600 = 1,05$ olmaktadır. Bu hesaplamada trafiğin günün 14 saatinde eşit dağıldığı, ayrıca yıl ortalaması esas alınmıştır. Ayrıca, şerit kapasitesi düşük hizmet düzeyine karşı gelen yani akım hızının küçük olduğu, dur kalkların yaşandığı yüksek değeri (1.600 otomobil/saat) ile alınmış, özellikle FSM köprüsündeki ağır taşıtın kapasitedeki azaltıcı etkisi hesaba katılmamıştır. Halbuki, özellikle sabah 07.00-10.00, akşam 6.00-22.00 zirve saatlerinde aşırı yığılmalar görülmektedir. Örnek olmak üzere, 04.03.2005 günü kayıtları esas alındığında Boğaziçi Köprüsü'nden Avrupa - Asya İstikametinde, sabah 08.00-10.00 arasında 13.743 araç, FSM Köprüsü'nden ise 17.937 araç geçmiştir. Bu durumda hacim/kapasite oranları Boğaziçi Köprüsü için $13.743/2 \times 3 \times 1.600 = 1,43$, FSM Köprüsü'nde ise $17.937/2 \times 4 \times 1.600 = 1,40$ olmaktadır. Bunun sonucu olarak da her İki köprüde uzun kuyruklanmalar olmakta, çevre yollarına bağlanan arterlerde de uzun süreli tıkanmalar yaşanmaktadır. Bu kuyruklanma ve tıkanmalar sabah saatlerinde Asya -Avrupa, akşam saatlerinde ise Avrupa -Asya yönünde daha yoğun şekilde yaşanmaktadır.

Boğaziçi ve FSM Köprülerinin 10-15 yıllık periyotlarda yapılması gereken üstyapı (asfalt, tecrit, genleşme derzi, vs) bakımlarında, bir istikamette en az İki şeridin trafiğe kapatılması gerekmektedir. 1991 yılında Boğaziçi Köprüsünde, 2002 yılında FSM Köprüsünde (2x4 şeritte) yapılan bu türden periyodik bakım-onarımlarda İstanbul trafiği çok büyük ölçüde etkilenmiş ve sabah-akşam saatlerindeki geçiş süreleri yaklaşık iki katma çıkararak bütün gün süren yoğunluklar yaşanmıştır, İstanbul ulaşımı ile ilgili çalışmalarda bu gerçeğin gözardı edilmesi düşünülemez. Dolayısıyla, Boğaziçi Köprüsünde çok yakın bir zamanda yapılması gereken üstyapı periyodik bakım ve onarımında, 3. Çevreyolu ve Köprü'nün hizmete girmemesi halinde, İstanbul trafiği çok

büyük Ölçüde etkilenecektir. 2 x3 şeritli olan Boğaziçi Köprüsü bakıma alındığında, hem geçen zaman içinde meydana gelen trafik artışı, hem de FSM Köprüsüne göre kapasitesinin düşük olması nedeniyle trafik sıkışıklığı had safhaya çıkacaktır.

4.4. Boğaz Tüp demiryolu geçişinin trafik üzerinde beklenen etkileri

1997 yılı Ulaştırma Ana Planı çalışması sırasında kullanılan model, banliyö hatlarının üçe çıkarılarak Boğazsın iki yakasının tüp demiryolu geçişi ile birleştirilmesi durumunda sabah zirve saatinde doğu-batı yönünde, mevcut gelişmenin aynen devam etmesi durumunda 51-59.000 kişi geçeceğini vermiştir. Günlük geçiş sayısı ise 600.000 kadar olmaktadır. Şayet, iki yakadaki nüfus / istihdam dengesini! sağlayacak Nazım Plan kararlarının hayata geçmesi halinde bu sayı 28-30.000'e düşmektedir. Ancak ,bu tahminler sırasında , yeni temeli atılan Kadıköy - Kartal LRT (Hafif raylı sistem -Light Rail Transit) sistemi dikkate alınmamıştır. Bu raylı sistemin işletmeye girmesi halinde, iki yaka arasındaki geçişlerde tahmin edilenden önemli sapmalar olması mümkün görülmektedir.

Diğer yandan, iki yakadaki nüfus /İstihdam dengesini! sağlayıcı yönde arada geçen 10 yıla yakın zaman içinde önemli bir değişme olmamıştır. Yani, Avrupa yakası işyeri, Anadolu yakası ise konut yönünden avantajlarını korumaktadırlar.

Tüp tünelin işletmeye açılmasında bunu kullanacak olanlar, banliyö hattına ve bununla entegre olan Kadıköy-Kartal LRT sistemine 800-1.000 m gibi yürüme mesafesinde içinde oturanlar ile, bu iki raylı sistem hattına ait İstasyonlara otobüs ve minibüs gibi araçlarla dikine yönde taşınıp burada aktarma yapacaklar, ayrıca istasyon yakınına otomobili ile gelip araçlarını civardaki otoparklara park ederek raylı sisteme aktarma yapanlar (parket/bin- park and ride) olacaktır. Şayet, raylı sistem hatları dikine yöndeki otobüs ve minibüs hatları ile iyi şekilde beslenemezlerse, ayrıca otomobil kullanıcıları için parket/bin sistemi iyi kurulamazsa, sistemin beklenen yolcu bulması zor görülmektedir. Bu arada, iki yaka arasındaki geçişte tüp demiryol tüneline kullanacakların tahmini ile ilgili modelde (türel dağılım modeli) kullanılan başlıca parametre ulaşım süresidir. Ulaşım süresindeki küçük bir artış, tüp İle geçiş sayısını derhal düşürecektir. Ayrıca, ülkemiz kentlerinde kişilerin aktarmalı yolculukları sevmedikleri, ulaşım süresi uzasa da tek araçlı yolculukları tercih ettikleri gözden kaçırılmaması gereken bir husustur.

Sıralanan hususlara rağmen, Boğaz Tüp Demiryolu Geçişi'nin işletmeye girmesi ile iki yaka arasındaki iş, okul ve diğer amaçlı yolculukların bir kısmının buraya kayacağı açıktır. Ancak, bunun sayısı ulaşımında kazanılacak zaman, sistemin vereceği konfor, uygulanacak bilet ücreti vb faktörlere bağlı olup bu hususta tahminler yapmak oldukça zordur.

Boğaz tüp geçişi ile ilgili raylı sisteme beklenen ilgi gösterilip bir kısım otomobil sahibinin bu sisteme kayacakları varsayılsa bile, daha önce açıklandığı üzere her iki yakada nüfus ve araç sayısı hızla artmakta, kent daha çok kuzeye doğru olmak üzere yayılmaktadır. Böyle bir gelişme altında tüp geçişin hizmete girmesi ile köprülerdeki sıkışıklığın üçüncü bir geçişi gerektirmeyecek ölçüde azalacağını ileri sürmek fazla iyimserlik olarak görülmektedir.

5. MEVCUT DURUMUN OLUMSUZLUKLARI

5.1 Akaryakıt kaybı

Yukarıda Bölüm 3.2' de açıklandığı üzere Boğaziçi Köprüsü ve FSM Köprüsü, bunlara ait çevre yolları ile bunlara bağlanan bazı arterlerde uzun süreli trafik tıkanıkları yaşanmaktadır. Bu yollardaki kuyruk uzunlukları ve şerit sayılarının çarpımı ile 157 km'lik Şerit uzunluğu boyunca tıkanma olduğu hesaplanmıştır. Bir aracın ortalama 10 m lik yol uzunluğu işgal ettiği (taşıt yoğunluğu yani 1 km basma 100 araç) varsayımı ile bu 157 km'lik uzunlukta $157.000/10 = 15.700$ araç tıkanmadan etkileniyor demektir.

Yapılan gözlemlere göre, tıkanıklık saatlerinde, çevre yollarında, normal bir hız ile 15 dakikada gidilebilecek bir mesafe 60 dakikada gidilebilmektedir. Dolayısıyla trafik tıkanmasından 45 dakikalık bir zaman kaybı olmaktadır. Bu sürede araç gereksiz yere yakıt harcamaktadır. Bir aracın sıkışık trafik şartlarında bir saatte 6 it benzin tükettiği kabulü ile 45 dakikalık gecikmede 4,5 it gereksiz yakıt tüketimi olmaktadır. Beher gün için 7 saat tıkanma yaşandığı, 1 it benzinin 1,7 USD olduğu kabulü ile iki çevre yolundaki tıkanıklığın yıllık maliyeti;

$15.700 \text{ araç} \times 7 \text{ saat} \times 4,5 \text{ it} \times 1,7 \text{ USD} \times 365 \text{ gün} = 306.868.275 \text{ USD}$ olmaktadır.

5.2 Zaman kaybı

Daha önce bazı kabuller ile yapılan hesaplama sonucu her iki köprüden bir günde iki yönde geçen yolcu sayısı 1.100.000 olarak kabul edilebilir. Araç geçişlerinin % 71'i saat 07.00-10.00 ile 16.00-22.000 arasındaki 9 saatte olmaktadır. Yolcu geçişleri için de aynı oran kabul edildiğinde bu saatler arasında iki yaka arasındaki yolcu geçişi sayısı $0,71 \times 1.100.000 = 781.000$ kişi olmaktadır. Sabah ve akşam sıkışık saatlerde trafik tıkanıklığından doğan zaman kaybı her yolculuk için 45 dakika alındığında bir yılda toplam zaman kaybı;

$3/4 \text{ saat} \times 781.000 \times 365 = 213.798.750 \text{ saat}$, olmaktadır.

Ulaşımında zamanın değeri kişinin çalışan bir kimse olup olmamasına, mesleğine, gelir durumuna, yaşına vb faktörlere göre değişir. Bu hususta çeşitli rakamlar alınmaktadır. En yaygın kullanılanı aktif olarak çalışanlar için kişi basma düşen GSMH' dir. Bundan hareketle diğerleri için değişik değerler alınmaktadır. Yaklaşık bir değer olarak saat basma 2,0 USD alındığında, trafik tıkanıklığından doğan yıllık kayıp ;

$2,0 \text{ USD} \times 213.798.750 \text{ saat} = 427.597.500 \text{ USD}$ olmaktadır.

Bu hesaplamalarda, şehrin diğer kesimlerindeki trafik sıkışıklıkları ve bunlara bağlı akaryakıt ve işgücü kayıpları nazara alınmamıştır.

5.3 Hava kirlenmesi

Japonya'da yapılan bir araştırmada, 1997 yılı için değişik türdeki ve ağırlıktaki taşıtların 18,2 km/sa'lık ortalama hız ile seyir halinde kirletici emisyonları için değerleri verilmiştir (Urban Transport and The Environment , page 120 , Source: Overseas Environmental Cooperation Center-1998). Yaklaşık bir hesaplama için sıkışık saatlerde çevre yollarında aynı hızın olduğu kabul edilerek, bu tablo yardımı ile aşağıdaki kirletici değerleri esas alınmıştır,

<u>Kirletici emisyon</u>	<u>Otomobille göre kirleticilik katsayısı</u>		
	<u>Hafif taşıtlar</u>	<u>Aks açık, 3,2m den küçük</u>	<u>Ağır taşıt</u>
NOx	0,26gr/km	3,7	19,7
CO	3,99	4,0	0,5
HC	0,19	7,3	5,8
PM(partikül)	0.012	1.8	42,1

Her iki köprüden 04.03.2005 günü geçen araçların sayılarından bunların %87'sinin hafif yani otomobil, minibüs, kamyonet ve iki tekerlekli araçlar (1. sınıf) , %9'unun aks açıklığı 3,20 m den büyük kamyonet, küçük otobüs vb araç (2. sınıf), %4'nün de 3 ve daha fazla akslı büyük taşıtlar (3,4,5. sınıf) olduğu hesaplanmıştır.

Akaryakıt kaybı hesabında belirtildiği üzere, sıkışık saatlerde 1. ve 2.Çevre Yolları'nda ve buna bağlı arterlerde 157 km. şeritlik bir tıkanma yaşanmakta olup bu uzunluk için yaklaşık 15.700 araç bulunmaktadır. Türlerine göre bunların dağılımı $0,87 \times 15.700 = 13.659$ hafif araçlar, $0,09 \times 15.700 = 1.413$ aks açıklığı 3,2 m den büyük orta büyüklükteki araçlar ve $0,04 \times 15.700 = 628$ adet de ağır araçlar şeklinde olmaktadır.

Orta büyüklükteki ve ağır araçlar için otomobile göre kirletici katsayılarının nazara alınması, ayrıca iki yaka arasındaki ulaşımda ortalama 20 km mesafe katettikleri kabulü ile bu araçların atmosfere bıraktıkları kirletici miktarları aşağıdaki gibi olmaktadır.

Kirletici	Otomobil olarak sayı	Emisyon(gr/km)	Miktar(kg)
NOx	31.258	0,26	163
CO	19.625	3,99	1.566
HC	27.616	0,19	105
PM (partikül madde)	42.641	0,012	11

Yukarıdaki kirletici değerleri trafik sıkışıklığının yaşandığı, dolayısıyla akım hızının düşük olduğu 1 saatlik süre içindir. Bu arada, ülkemizdeki trafikte gerek eski model araç Çokluğu gerekse ayarlarının zamanında yapılmamaları sebebi ile hesaplamada esas alınan Japonya'daki değerlere göre çok fazla kirletici oldukları unutulmamalıdır. Dolayısıyla İstanbul'da trafiğin yoğun olduğu çevre yolları ile diğer akslarda insan sağlığını tehdit eden boyutlarda hava kirlenmesi yaşanmaktadır.

Her iki çevre yolundaki akım hızının yükselmesi halinde yakıt tüketimi azalacağı için kirletici emisyonu da azalacaktır.

6. ÇÖZÜM ÖNERİSİ

İstanbul şehir içi ulaşımına tek bir ulaşım modu ile çözüm getirmek söz konusu değildir. Varolan imkanlar göz önüne alındığında karayolu yanında raylı sistemler ve deniz ulaşımından da yararlanılarak entegre bir ulaşım ağının oluşturulması gerekli, hatta zorunlu görülmektedir. Böyle bir sistem içinde toplu taşımaya öncelik verilmesi yanında, mevcut ulaşım ağı altyapısından azami verimin alınması ön planda olmalıdır. Toplu taşımanın etkinliğinin artırılabilmesi, bu arada özel oto sahiplerinin toplu taşımaya çekilebilmesi için verilecek hizmetin mekan olarak yaygınlığı yanında sıklık, konfor, ulaşım süresi gibi yönlerden hizmet kalitesinin yükseltilmesi gerekir.

Böyle bir ulaşım ağının oluşturulması her şeyden önce iyi bir planlamaya gerektirir. Ancak, planlama başlı basma amaca ulaşmaya yetmez. Geçmişte yapılan iyi planlar uygulanamadığı için sonuç alınamamıştır. Planların uygulanamamasının başlıca sebebi , başlangıçta arkasında bulunan siyasi iradenin iktidarın değişmesi ile çekilmesidir. Son otuz- otuzbeş yıldan beri ülkemizde yaşanan siyasi istikrarsızlık yapılan planların uygulanmasına geri plana itmiş ya da tamamen iptal edilmesine yol açmıştır. Çünkü yeni gelen her iktidar, devletin devamlılığı ilkesini gözardı ederek, kendi görüşü yönünde oluşturulan yeni projeleri devreye sokmak istemiştir. Böyle dönemlerde başarıda (kalkınmada) devamlılığı sağlamak, ancak uzman kadroların görüşlerine itibar etmekle mümkündür. Maalesef, ülkemizde planlar belirtilen ilkeye göre değil, siyasi iktidarların görüşlerine göre yaptırılmakta ve bu sebeple uzun vadede uygulama imkanı bulamamaktadır. Günümüzde de geçerli olan bu yöntemle hazırlattırılan plan ve projeler, zorunlu olarak ilgili kuruluşlar tarafından gerçekleştirilmekte ve kamuoyunca da bu kuruluşlara maledilmektedir. Devlet kuruluşlarının böyle bir çalışma düzenine zorlanmaları, sonuçta onların, ülke nezdinde, itibar kaybetmelerine yol açmaktadır.

Bugün için büyük kentlerde, dolayısıyla İstanbul'da trafik sıkışıklığının başta gelen sebeplerinden biri otomobil sahiplerinin çoğunun ulaşımında kendi araçlarını kullanmalarıdır. Dolayısıyla bu sıkışıklığı hafifletmek için ana hedef daha Önce de belirtildiği üzere, otomobil sahiplerim toplu taşımaya çekmek ana hedef olmalıdır. Bu amaca ulaşmanın yolu da otomobil sahiplerinin niçin araçlarını kullandıklarının iyi analiz edilmesidir. Dünya kentlerindeki araştırmaların sonuçları ve ülkemizdeki gözlemlere göre sunulan toplu taşıma hizmetinin kalitesi bu yöndeki başarının temelidir. Bunun için herşeyden önce kentin her köşesine ulaşan yaygın bir ulaşım ağının oluşturulması gerekmektedir. Bu ulaşım ağında, ulaşım talebine uygun düşen taşıma sistemleri devreye konularak İşletmede bunlar arasında hat, zaman ve ücret entegrasyonu sağlanmalıdır.

İstanbul için taşıma kapasitesi yüksek metro ile raylı sistemin omurgasını! oluşturmak hemen herkesçe kabul gören doğru yaklaşımdır. Bu yönde uygulamalar da vardır. Maslakla doğru uzatılması planlanan 4. Levent - Yenikapı metrosunun Boğaz demiryolu tüp tünel geçişi İle Yenikapı'da entegrasyonu bunu sağlayacaktır. Bu omurgaya Avrupa yakasında Yenikapı - Bağcılar - Başakşehir , Asya yakasında ise Kadıköy -Kartal LRT sistemlerinin entegrasyonu ile doğu -batı yönünde önemli kapasiteler yaratılmış olacaktır. Ancak, mevcut Marmaray projesinde banliyö hatlarının açık metro haline dönüştürülmesi öngörülmektedir. Buna karşılık, Avrupa yakasında yerleşimin yoğunlaştığı D-100 yolu (Londra Asfaltı) - TEM arası ile Anadolu yakasında D-100 (Ankara Asfaltı) eksenli yerleşimlerin akşında ulaşım koridoru oluşturabilmek

açısından tüpgeçidin devamında mevcut banliyö hatlarında oluşturulacak açık metro yerine daha kuzeyde (Yenikapı-Topkapı-Güneşli-Esenyurt- Beylikdüzü ve Anadolu yakasında İbrahimağa-Göztepe-Kozyatağı-D-100 yanyolu altından Kartal - Sabiha Gökçen Havalimanı- Kurtköy) bir güzergah seçilmesi daha uygun görülmektedir. Marmaray'a ait Göztepe istasyonundan başlayan ve Kadıköy - Kartal LRT hattını keserek iki köprü arasından geçecek bir Üçüncü Köprü üzerinden Leventte mevcut metro hattı ile irtibatlanarak Gültepe-Kağıthane-Alibeyköy-Gaziosmanpaşa- Esenler Otogarı'nda Aksaray- Havalimanı LRT sistemi ile bağlanarak oluşturulacak raylı sistem ring hattı son zamanlarda bir miktar kuzeye kaymış olan iki yaka arasındaki arzu hattına da uygun düşmektedir. Böylece, doğu yakasında oturup tüp demiryolu geçişini kullanarak Yenikapı'da aktarma yapıp Levent /Maslak tarafına gidecekler için daha kısa ulaşım süresi mümkün olabilecektir. Kentin yoğun iş ve alışveriş merkezlerini çevreleyen bu raylı sistem ring hattına radyal istikamette yapılacak başka raylı sistem bağlantıları ile, Anadolu yakasında Kadıköy ve Üsküdar bölgelerine, Avrupa yakasında ise Tarihi Yarımada, Karaköy, Beyoğlu ve Şişli gibi ticari, kültürel, eğitim aktivitelerinin fazla olduğu merkez bölgeler ile çevre bölgeler arasındaki ulaşımın ana eksenlerim oluşturulabilecektir. Raylı taşımanın etkin olacağı böyle bir sistemin istasyonlarında özellikle park konusunda getirilecek kolaylıklar, ayrıca bilet entegrasyonu ile otomobil sahiplerinin toplu taşıma sistemine çekilmesinde başarı beklenebilir. Zira, sistem ulaşımında hızı ve konforu artıracaktır.

Ancak, raylı sistemlerin, kent düzeyinde yaygınlaşması için Önemli mali kaynağa gereksinim vardır. 1997 İstanbul Ulaşım Ana Planı'nda öngörülen 220 km' lik raylı sistem için 12 milyar USD'na İhtiyaç olduğu belirtilmiştir. Bu derecede büyük bir kaynağın kısa sürede temini zor olduğu gibi, kaynak bulunsa bile bunun yapımı en az 15-20 seneyi gerektirecektir. Ayrıca, raylı sistemin başlıbaşına bir kentin ulaşım ihtiyacını karşılamaya yeterli olmadığı da bir gerçektir. Raylı sistemlerin ulaşım talepleri düşük olan yerlere götürülmesi herşeyden Önce İşletme maliyeti açısından mümkün değildir. Bu gibi yerlerde karayolu araçlarının devreye girmesi kaçınılmazdır. Kaldığı, raylı sistemlerin işletme maliyetini! azaltabilmek bakımından karayolu sistemleri ile beslenmeleri gerekmektedir. Bu arada, yine İstanbul Ulaşım Ana Planı'nda öngörülen banliyö hatları hariç 220 km lik raylı sistemin 2010 yılında tümü ile oluşturulması durumunda bile kentte 445-460 km'lik yol kesiminde hacim/kapasite oranının 1' in üzerinde olacağı, bir başka deyişle bu yolların tıkanacağı belirtilmektedir.

Diğer yandan, kentiçi raylı sistemler esas olarak insan taşımaya yöneliktir. Çok büyük bir üretim ve tüketim merkezi olan İstanbul'un mal ve yük ulaşımının da çözülmesi gerekmektedir ki burada da karayolu taşıması devreye girecektir. Dolayısıyla, bir yandan raylı sistem ağı geliştirilip yaygınlaştırılırken bununla ve deniz taşımasına yönelik altyapı ile bütünleşecek bir karayolu ağının oluşturulması da gözardı edilmemelidir. Bu ağın oluşturulmasından maksat, başta çevre bölgelerde olmak üzere gerekli görülen yerlerde yeni karayolu bağlantılarının yapılması yanında, mevcut ağın verimini artıracak iyileştirmelerin yapılmasıdır. Kapasite ve trafik güvenliğini artırıcı bu iyileştirmeler kavşak geometrilerinin düzeltilmesi, daha etkin sinyalizasyon sisteminin tesisi ve yaygınlaştırılması, hemzemin çözümü aşan yerlerde uygun katlı kavşakların tesisi , raylı sistemlere ait İstasyonlar ve iskelelere yakın yerler başta olmak üzere otopark kapasitelerinin artırılarak yol içi parkların azaltılması, otobüs, minibüs ve taksilere ait durak düzenlemeleri ile bunların akan trafiğe olan olumsuzluklarının

azaltılması, yatay ve düşey işaretlemenin iyileştirilmesi gibi kısa sürede sonuç alınabilecek ve maliyeti düşük uygulamalar olarak sıralanabilir.

Daha önce açıklandığı üzere, İstanbul'un nüfusu hergeçen gün büyürken, yerleşim de hızla yaygınlaşmaktadır. Kentin çevre bölgelerinde, çoğu TEM Otoyolunun kuzeyinde olmak üzere yeni yeni yerleşim ve sanayi alanları ortaya çıkmaktadır. Bu bölgelerin kent merkezi ile bağlantılarını sağlayacak yeni karayollarına ihtiyaç bulunmaktadır. Bu yolların kapasitelerini koruyabilmeleri bakımından erişme kontrollü yapılmaları tercih edilmelidir. Bu yönde olmak üzere, belirlenecek güzergahların imar planlarına İşletilmesi suretiyle yol koridorlarının işgalinin önlenmesi gerekmektedir. Aksi takdirde, bu gün yoğun yerleşme bölgelerinde yaşanan güzergah bulma sıkıntısı kısa süre sonra oralarda da kendisini gösterecek, kamulaştırmalarda büyük sorunlarla karşılaşılacaktır. Bu bakımdan, güzergah tespit çalışmalarına bir an önce başlanmasında, projeleri hazır olanların uygulanmasında büyük yararlar bulunmaktadır.

Mevcut karayolu güzergahlarında halen büyük trafik sıkışıklıkları yaşanmaktadır. Özellikle sabah ve akşam saatlerinde uzun süreli trafik kilitlenmeleri görülmektedir. Boğaz geçişleri bunlara örnektir. Her iki köprü halen kapasitelerinin çok üzerinde trafik taşımaktadırlar. Daha önce ortaya konduğu gibi kilometrelerce kuyruklar oluşmakta 9 bu da çok büyük zaman kaybı, gereksiz yakıt tüketilmesi ve çevre kirlenmesine sebep olmaktadır. Boğaz demiryolu tüpgeçışı Köprülerde yaşanan sorunu çözmeyecektir. En erken 4-5 sene gerektiren bu projenin bitirilip işletmeye girmesine kadar İstanbul'da hem araç sayısındaki hızlı artış hem de her İki yakadaki yerleşmeler durmayacağına göre yaratılan ek kapasitenin büyük kısmı bu artışlarla kullanılacaktır. Dolayısıyla şu anda bile kapasitesinin çok üzerinde trafik geçiren bu iki köprünün üçüncü bir geçiş ile desteklenmesi gerekmektedir.

Diğer yandan, kentin kuzeye doğru gelişmesi, 2. Çevre Yolu yani TEM Otoyolu'nun doygun hale gelmesine yolaçmıştır. Bu otoyolda sabah ve akşam saatlerinde 15 km'ye varan kuyruklanmalar olağan hale gelmiştir. Bu bakımdan , Göztepe- Hasdal kesiminde 1.ve 2. Çevre Yollarının arasında kalan ve Hasdal' dan sonra TEM'in kuzeyine geçerek bu bölgelerde oluşmuş ve planlanmış konut ve sanayi bölgelerine hizmet etmek üzere üçüncü bir çevre yoluna ihtiyaç bulunmaktadır. Boğaz demiryolu tüp geçişinin TEM Otoyolu'ndaki trafiğin hafiflemesindeki etkisi çok sınırlı olacaktır. Bu üçüncü çevre yolunun FSM Köprü ile irtibatlandırılması mümkün olmakla birlikte, köprünün kapasitesi buna imkan vermemektedir.

Özetle, İstanbul ulaşımının çözümü, geldiği bu noktada, uzun yıllara matuf çalışmalara bağlıdır. Ayrıca önemli mali kaynağa ihtiyaç vardır. Trafik durumunun daha da müzminleşmemesi için uzun zaman ve mali kaynak gerektiren köklü Önlemlerin devreye girmesine kadar (Boğaz demiryolu tüp geçiş, metro ve diğer raylı sistem ağının yaygınlaştırılması gibi) , kısa sürede hizmete girebilecek ancak önemli kapasite artışı getirecek önlemlere ihtiyaç bulunmaktadır. Bu önlemler, daha Önce sıralanan uygulaması kolay ve ucuz iyileştirmeler yanında, üçüncü çevre yolu ve bununla irtibatlandırılmış, üzerinden hafif raylı sistemin de geçeceği yeni bir köprüdür. Bu yeni çevreyolu ve köprünün bir an önce yapımı İstanbul'un geleceği için hayati önem taşımaktadır.

İstanbul Boğaz, Haliç ve Marmara denizi ile fiziksel olarak parçalanmış bir kenttir. Bu durum ulaşım yönünden bazı olumsuzluklar yaratmakla birlikte, deniz

ulaşımı için çok büyük bir avantaj da getirmektedir. Ancak, bugün için İstanbul'da deniz ulaşımından İstenilen ölçüde yararlanıldığı söylemek zordur. Yeni iskelelerin devreye sokulmaları, ulaşım talebine uyumlu gemilerin kullanılarak sefer sıklıklarının artırılması, ayrıca karayolu sistemleri ile beslenmesi suretiyle mevcut potansiyelden daha fazla yararlanılarak deniz taşımasının toplam taşımadaki bugün %3 dolayında olan payının artırılarak %8-10'a çıkarılması mümkün görülmektedir. Önemli taşıma kapasitesi olan özel sektörün bu taşımacılıkta daha etkin rol alması mümkündür.

Diğer yandan, İstanbul'un karmaşık ulaşım ve trafik sorununun çözümü için merkezi bir otoriteye ihtiyaç bulunmaktadır. Bu kuruluş, bütün taşıma modlarını bünyesinde toplamaya değil) koordinasyonu sağlamaya ve genel politikaları saptamaya yönelik olmalıdır. Zira, çeşitli yönetim ve sistem tarzları olan kuruluşları bünyesinde toplayan bir örgütlenme, yapım, bakım ve işletme konularında uzmanlaşmış kendi İdareleri kadar başarılı olamazlar. Koordinasyonun başlangıç noktası planlamadır. Bu planlama uyarınca her ulaşım modunun (raylı, deniz, karayolu) çerçevesi belirlenmelidir. İdareler, bu plana göre çalışmalarını yönlendirmelidirler ve sorumluluğunu üstlendikleri tesislerin yapım, bakım ve işletmesini yürütmelidirler. Ancak, bütün bu taşıma modları tek bir kurummuş gibi hizmet sunmalıdır. İşte bu koordinasyonu, yönetiminde koordine edilen kuruluşların temsilcilerinin de bulunduğu merkezi otorite sağlamalıdır. Merkezi otorite, ulaşım ile ilgili genel politikaların tespiti ve planlamanın yanında, hizmetin bütünlüğünün sağlanması, işletmelerin uyum içinde çalışmaları, taşıma modları arasında zaman ve ücret tarifelerinin uyumlaştırılması, modlar arasında aktarmaların kolaylaştırılması ve çabuklaştırılması, tek bilet uygulaması, kuruluşlar arasında yardımlaşmalarda öncülük edilmesi gibi hususlarda söz sahibi olmalıdır. Böylece İstanbullular kentiçi yolculuklarında tek bir kuruma muhatap olacaklardır. Bu kurum; yönetimde özerk, kanunla tespit edilmiş mali kaynakları olan bir yapıda olmalıdır.

7. ÜÇÜNCÜ ÇEVRE YOLU VE BOĞAZ GEÇİŞİ İÇİN EN UYGUN GÜZERGAH

Yukarıda açıklanan sebeplerle, Üçüncü Çevreyolu ve bunun bir parçası olan Boğaz Köprüsü, esas olarak bir kent geçişi olmalıdır. Bu temel Özelliğine göre ;

- Bölgede mevcut diğer ulaşım altyapıları ile entegrasyonu kolay olmalıdır.
- Mevcut ve gelecekteki trafiği hafifletmedeki katkısı mümkün olduğunca fazla olmalı, Metristen İtibaren TEM'in kuzeyinde oluşmuş konut ve sanayi alanlarına hizmet götürmelidir.
- Kentin gelişmesin! olumlu yönde etkilemelidir.
- Orman ve su havzaları gibi doğal kaynaklar, tarihi ve kültürel değerler ile çevre üzerindeki olumsuz etkisi olabildiğince az olmalıdır.
- Kamulaştırma bedeli mümkün mertebe küçük, zemin durumu iyi inşa, bakım ve işletme maliyeti olabildiğince az olmalıdır.
- Yoldan yararlananlara imkan oranında düşük işletme maliyeti getirmelidir.

Üçüncü Çevreyolu ile Boğaz Geçiş'i'nden beklentilerden birisi de, ulusal ve uluslararası transit trafiğe hizmet vermesidir. Ancak, bu transit trafik şu anda %1-2 dolayında olup ileride de fazla artış göstermeyeceği söylenebilir. Dolayısıyla esas beklenti: İstanbul Metropol alanındaki trafiğe, bu arada mevcut iki köprü üzerindeki trafik sıkışıklığına ek kapasite yaratmasıdır.

İstanbul'un kuzeyinde kent için yaşamsal önemi olan orman alanları ile su havzaları bulunmaktadır. Bu bakımdan güzergahın kuzeye fazla kaymaması gerekir. Bunun yanında Boğaz köprülerim kullananlarca tercih edilebilecek bir uzunlukta olması, bir başka deyişle bu yolu kullanacakların yolunu mevcut duruma göre fazla uzatmaması gerekir. Aksi takdirde sürücüler, daha düşük hızla da olsa mevcut köprüleri tercih ederler. Ayrıca uzun bağlantılar taşıt işletme maliyetim ve zaman kaybım artırması bakımından ülke ekonomisine de Önemli yük getirir. Nitekim, Zinciriükuyu-Kozyatağı arası Boğaziçi Köprüsü ve Ankara Asfaltı üzerinden 11 km iken, TEM Otoyolu'nun kullanılması halinde 23 km'ye çıkmaktadır. Mesafedeki iki misli artışın ekonomik maliyeti çok büyüktür.

Diğer yandan, daha önce açıklandığı üzere Üçüncü Köprü geçişinde ring oluşturmaya imkan vermek üzere raylı geçişin bulunması da öngörülmektedir.

Sıralanan bu temel kriterlere göre. Üçüncü Köprü'nün mevcut iki köprü arasından geçmesi en uygunu olarak görünmektedir. Aksi takdirde raylı sistemlerin bütünleşmesine katkısı olmayacaktır. Böyle bir köprü, konumu itibariyle, bugün mevcut iki köprüyü kullananlara cazip bir alternatif olacaktır. Aksi takdirde, yani Üçüncü Köprü'nün FSM Köprüsünün kuzeyinde olması durumunda, özellikle I. Çevreyolu'nu ve Boğaz Köprüsünü kullananlar İçin bir çekiciliği olmayacağı gibi, her iki yakadaki raylı sistemler ile bağlantısı da zorlaşacaktır.

Üçüncü Çevre Yolu güzergahının, Avrupa yakasında halen mevcut olan Hadımköy ve İkitelli Sanayi Bölgeleri ile, Bahçeşehir, Başakşehir, Esenkent, Boğazköy, Olimpiyat Parkı, Öyak Sitesi gibi konut alanları ve önümüzdeki yıllar İçin bu bölgelerde planlanan konut alanlarına hizmet vererek TEM Otoyolu'ndaki trafiği hafifletmesi bakımından bu bölgelerde TEM Otoyolu'nun kuzeyinden geçmesi uygun olacaktır. Güzergahın daha sonra Alibeyköy Barajı'nın güneyine yönelerek Hasdal da TEM Otoyolu ile birleşip Kağıthane'de Seyrantepe- Piyalepaşa bağlantısı ile kavşak oluşturarak Zincirikuyu Mezarlığı altından Amavutköy-Vaniköy arasında yapılacak Üçüncü Köprü'ye ulaşması, buradan da Tantavi Tüneli yakınındaki bir kavşak ile Altunizade - Ümraniye bağlantı otoyoluna irtibatlanması ve devamında Ankara Asfaltı üzerindeki Göztepe kavşağına bağlanması uygun görülmektedir. Bu geçiş, mevcut dokuya vereceği olumsuzluk, kamulaştırma ve inşaat bedeli olarak da en uygun çözüm olarak görülmektedir.

Üçüncü Çevre Yolu güzergahının Asya tarafındaki bölümünde Ümraniye kavşağı ile TEM Otoyolu'na irtibatlandırılması, bundan sonra ise TEM'in kuzeyinde oluşan yerleşmelere yakın olarak, ancak kuzeydeki orman ve su havzalarından mümkün olduğunca uzaktan olmak üzere, TEM' in kuzeyinden geçirilerek Gebze ve İzmit'e erişilmesi hedeflenmelidir.

Bu arada her iki yakada kuzey-güney yönünde yapılacak bağlantılar ile 3.Çevre Yolu'nun 2. ve I.Çevre Yolları'na bağlantıları sağlanmalıdır. Bu bağlantıların kentteki

trafiğin yayılmasında, dolayısıyla radyal yöndeki ana arterlerdeki trafik tıkanıklıklarının hafifletilmesinde büyük yararı olacaktır.

8. SONUÇ

Yukarıda yapılan açıklamalara göre ,

1- İstanbul'da yaşanan nüfus artışının Türkiye ortalamasının üzerinde olarak bir süre daha devam etmesi beklenmektedir. Gelişmeler otomobil sahipliğinin hızla artacağını göstermektedir. Kent çevre bölgelerde planlanan ve bir kısmının inşaatına başlanan toplu konut alanları ve başka yerleşim ve sanayi bölgeleri ile yaygınlaşacaktır. Bu büyümelerin sonucu olarak ulaşım talebi her geçen gün artacaktır. Ulaşım altyapısı, yönetim ve işletme olarak bu gelişmelere hazırlıklı olunması gerekmektedir. Bu yöndeki gecikmeler sorunun çözümünü zorlaştıracak, maliyetleri arttıracaktır.

2- Ulaşım altyapısı iyileştirilirken başta raylı sistemler olmak üzere toplu taşımacılığa önem verilmeli, bu anlayışla raylı sistemler, deniz ve kara taşımacılığına yönelik altyapı birbiri ile entegre olacak şekilde oluşturulmalıdır. Bu arada değiştirilemeyecek planlama ve imar kararları ile Boğazın her iki tarafında olmak üzere kentin kuzeydeki su ve orman havzalarına doğru yayılması önlenmelidir.

3- Gelişmeler İstanbul için üçüncü bir çevre yolu İle Boğaz geçişini zorunlu hale getirmiştir, iki köprü ve bunlara ait çevre yollarındaki trafik tıkanıklıkları çok büyük ekonomik kayıplara yolaçmaktadır.

4- Üçüncü Çevre Yolu ve Boğaz Geçiş'i'nin güzergahı belirlenirken ana ilke, projenin mevcut iki çevre yolu ve köprülerdeki tıkanıklıkları hafifletmes, ayrıca mevcut ulaşım altyapısına entegrasyon kolaylığı olmalıdır. Bu bakımlardan mevcut köprüler arasından geçmek en akılcı çözüm olarak görülmektedir. Böyle bir çevre yolunun Hasdal Kavşağı ile Göztepe kavşağı arasındaki uzunluğu 21 km olup bütünü ile TEM otoyolunun güneyinde kalmaktadır. Bu kesimde Levent-Taksim metrosu ile yapımına başlanan Boğaz tüp demiryolu geçişme, ayrıca dikine bağlantılar ile 1. ve 2.Çevre Yolları'na entegrasyonu kolay, ayrıca ekonomik olmaktadır. Bunun dışında; Çağlayan - Seyrantepe arasındaki 4 km'lik bağlantı yolu ile, TEM'in kuzeyindeki Hasdal-Hadımköy arasında yer alan 35 km'lik kesim Üçüncü Çevreyolu'nun (toplam 60 km) diğer parçalarını oluşturmaktadır.

Kentiçi Ulaşımında Karar Süreçleri ve Karar Ölçütleri

Erhan Öncü

Ulaşım-Art Ltd., Şair Nedim S. 5/8 A.Ayrancı 06690 Ankara

Tel: (312) 442 62 71

erhan@u-art.com

ÖZ

Bildiride ülkemiz kentiçi ulaşım kararlarında geçerli olan yasal süreçler incelenmekte; karar vericiler, taraflar ve paydaşlar tanımlanarak birbirleri ile ilişkileri, kararlardan beklentileri, çıkarları ve kararlara etkileri değerlendirilmektedir.

Kentiçi ulaşım kararlarının alınmasındaki mevcut yasal çerçeve ve gerçek yaşamdaki işleyişle süreçler, aşamalar ve karar ölçütlerindeki sorunlar ve aksaklıklar tartışılmaktadır. Çeşitli kentlerimizdeki raylı sistemlerin ve diğer önemli ulaşım kararlarının alınması ve uygulanması sırasında belediyeler, proje müşavirleri, DLH, DPT, Hazine gibi onay vericiler, yapım yüklenicileri, özel ve kamu işleticileri, basın ve kentliler gibi tarafların uygulamaları incelenmektedir. Karar süreçlerinde en önemli etkenler olması gereken finansman, teknik ve ekonomik ölçütlerin yanı sıra politik ve ticari beklentiler, spekülasyon gibi karar ölçütlerinin ülkemiz kentlerindeki ağırlıkları değerlendirilmektedir.

Kentiçi ulaşım konusunda diğer ülkelerdeki karar süreçleri ve uygulamalar kıyaslanmakta; bildiri, ülkemiz kentiçi ulaşım kararlarında uygulanması önerilen karar süreç ve ölçütlerinin ana hatlarının tanımlanması ile sonuçlanmaktadır.

Anahtar sözcükler: Ulaşım politikaları , ulaşım projelerinin değerlendirilmesi, yatırım öncelikleri, ulaşımında karar süreçleri, ulaşım projelerinin finansmanı.

Giriş

Ülke nüfusunun giderek daha büyük bölümünün yaşadığı kentlerde otomobil sahipliliği artmakta, kentlerin yayılarak büyümesi, ekonomik, sosyal ve kültürel yaşantısının gelişmesiyle kentteki yolculuk talepleri hızla yükselmektedir. Kentiçi ulaşım sistemleri ise bu gelişmelere ayak uyduramadığından kentlerdeki ulaşım ve trafik sorunları katlanarak artmakta, büyük kentlere insan ve otomobil girişinin yasaklanması gibi önlemler en üst düzeyde yetkililer tarafından “çözüm” olarak gündeme getirilmekte ancak diğer yandan yine aynı yetkililer bireysel karayolu ulaşımını destekleyen karayolu tünelleri, katlı kavşaklar ve yeni yolları desteklemektedir.

Kentlerimizde otomobil ve küçük araçlar kullanan toplu taşımacılığın (dolmuş, minibüs ve özel halk otobüsleri) payı büyürken, pek çok kentte belediye otobüs sistemleri özelleştirilmekte, halk otobüsü adıyla midibüs büyüklüğündeki araçlar ve bireysel

işleticilerle toplu ulaşım sistemi dolmuşlaştırılmaktadır. Trafik tıkanıklığına çare olması için yeni yollar, katlı kavşaklar, köprüler, karayolu tünelleri inşa edilmekte ama trafik daha da tıkanmakta ve ulaşım zorlaşmaktadır. Kentsel ve ulusal düzeydeki karar vericiler, basın, kentliler, otomobil kullanıcıları da bu “çözümleri” desteklemesine rağmen sorunlar bir türlü azalmamaktadır. Bu çözümsüzlük içinde kentiçi ulaşımdaki ekonomik boyut (kayıplarıyla, maliyetleri ve rantlarıyla birlikte) hızla büyümektedir. Kentiçi ulaşımda sorunların çözülememesinin temel nedeni, sorunları yaratan yaklaşımlarla çözüm geliştirilmeye çalışılması, diğer bir deyişle ulaşımdaki mevcut “karar ölçütleri” ve “karar süreçleri”dir.

Kentiçi Ulaşımında Kararlar

Kentlerimizdeki ulaşımın bugünkü yerini ve durumunu belirleyen stratejik kararlar iki aşamada (yatırım ve işletme) oluşmaktadır. Yatırım kararları kentiçi ulaşım sistemlerinin geleceğini belirlerken, işletme kararları ulaşımın hem bugünü ve hem de yarını oluşturmaktadır.

Yatırım Kararları:

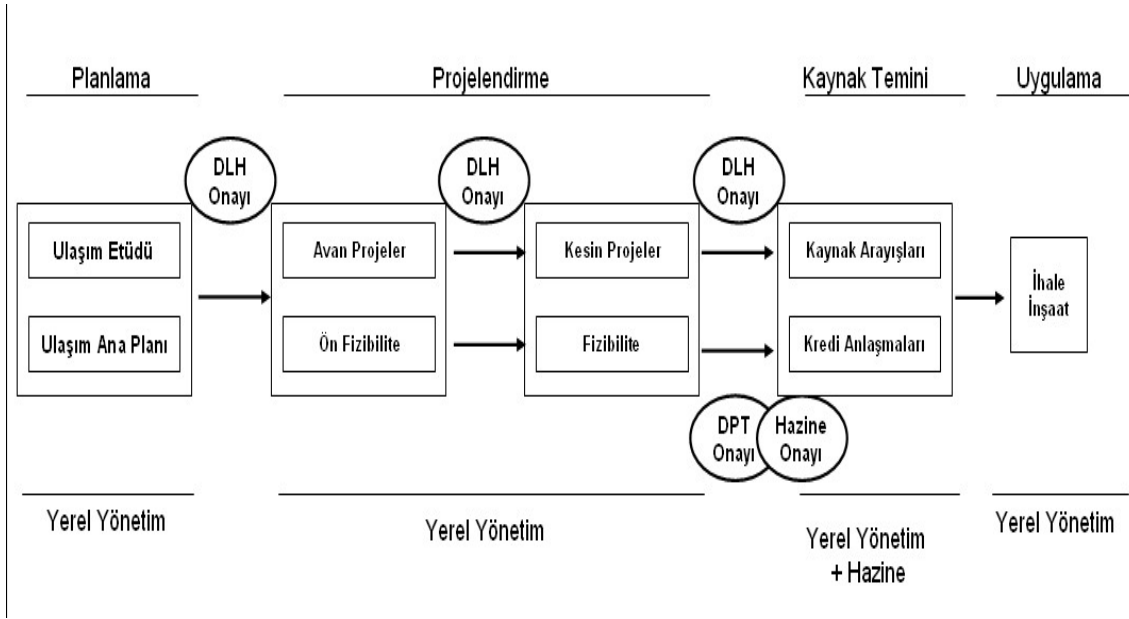
Kentlerimizde ulaşım konusundaki yatırımlar, o yatırımın tanımlanması, planlanması, etütlerinin yapılması, projelerinin hazırlanması ve inşaatının tamamlanarak kullanıma açılması süreçlerinden geçilerek 2-10 yıl arasında bir süreden sonra devreye girdiğinden bugünkü ulaşım yatırımları kentlerimizin geleceğinin göstergesidir. Mevcut yetersiz karar süreçleri ve tutarsız karar ölçütleri ile oluşturulan bugünkü yanlış yatırım kararları, kentlerimizde gelecekte yaşanacak sorunların, darboğazların, karmaşanın ve ödenecek yüksek bedelin temelini oluşturmaktadır. Günümüzdeki yanlış yatırımlar gelecekteki daha sorunlu bir ulaşım sisteminin habercisidir.

Yetersiz bir şekilde tanımlanmış karar süreçleri bazı yatırım projelerinde eksik şekilde uygulanırken, bazı projelerde ise hiç dikkate alınmamaktadır. Bu süreçlerin tanımındaki eksiklik ve yetersizlikler, yanlış kararlar ve uygulamalar için çok geniş boşluklar oluşturmaktadır. Bu boşluklar sonucunda, bazen toplu ulaşım için gerekenden çok daha büyük tutarlara ulaşan kaynaklar, süreçlerde çok kesitirme yollar izlenerek katlı kavşaklar ve karayolu yatırımlarını için kullanırken, toplu ulaşım yatırımları ise uzun ve “meşakkatli” bir süreç içinde kaybolmakta, bir türlü uygulamaya geçememekte ya da uzun yıllar gecikmektedir (Şekil 1). Kentlerimiz, yöneticilerin politik ve dar görüşleri ile oluşturulan ve üzerinde “60 Gün Köprüsü”, “70 Gün Köprüsü” yazılı pahalı ve yararsız karayolu yatırımlarıyla donatılırken, düşük maliyetli toplu ulaşım düzenlemeleri hiç gündeme getirilmemekte, yüksek bedelli raylı sistemler ise onlarca yıl sürüncemede kalmaktadır. Karar süreçlerindeki boşluklar ve yetersiz ölçütlerle oluşturulan yatırımlar kentlerimizin geleceğini adım adım karanlığa doğru götürmektedir.

İşletme Kararları

Kentiçi ulaşımın farklı alanlarında, farklı büyüklüklerdeki işletme kararları farklı etkiler oluşturabilmekte, genellikle işletme kararlarının boyutları, etkileşimi ve sonuçları yeterince değerlendirilmemektedir. Örneğin, bir yolun tek yöne çevrilmesi, yeni bir minibüs ya da halk otobüsü hattı açılması, bir kentteki bazı ya da tüm otobüs hatlarının özelleştirilmesi, indirimli yolculuk yapanların kapsamının genişletilmesi, bir yolun

yayalaştırılması ya da bir yolda otoparka izin verilmesi gibi “işletme” kararları, gerçek boyutlarının çok altında bir önemde değerlendirilmektedir. İşletme düzeyindeki kararlarının yatırım gerektirmemesi, düşük maliyetli ve hatta yerel yönetimlere “kaynak sağlıyor” olması, ya da kentteki bazı kesimlerin isteklerine hemen cevap vermesi, bu kararların bugünkü ya da gelecekteki olumsuz sonuçlarını ve kalıcı etkilerini ortadan kaldırmamaktadır. Bu boyutlar gözden kaçırıldığı için işletme kararları çok kestirme bir biçimde uygulamaya konmakta, ayrıca yöneticiler de pek çok yatırım kararını işletme kararı gibi yorumlayarak uygulamaya geçirmektedir.



Şekil 1 Kentiçi Raylı Sistemlerin Planlamadan Uygulamaya Geçiş Süreci.

Kentiçi ulaşımdaki işletme kararlarının büyük bir bölümü en az yatırımlar kadar yüksek maliyetli, kalıcı ve önemlidir. Üstelik işletme kararları, hem bugünkü ve hem de yatırımlar gibi gelecekteki ulaşım sistemini oluşturmaktadır. Tüm bu önemine rağmen kentiçi ulaşımdaki işletme kararları için tanımlanmış herhangi bir karar süreci bulunmamakta, bu kararlar tüm boyutlarıyla değerlendirilmeden oluşturulup uygulanmaktadır.

Karar Süreçleri ve Taraflar

Yerel Düzeyde Sonuçlanan Kararlar

Kentiçi ulaşımdaki yatırım kararının büyük bölümü ile işletme kararlarının tamamı yerel düzeyde sonuçlanabilmektedir. Yatırım kararları için genellikle önceden belirlenmiş ulaşım özgü bir karar süreci bulunmamakta, yatırımların özelliğine (yapım, mal veya hizmet alımı gibi) ve bedeline göre kamu kurumları için belirlenmiş genel süreçlerden biri uygulanmaktadır. İşletme kararları ise genellikle işletici birim ya da UKOME görevleri arasında tanımlanmış olmasına göre bir sürece sahip bulunmaktadır. Yatırımın tutarına göre UKOME, Belediye Encümeni, Belediye Başkanı ve Belediye Meclisi son karar düzeyi olmaktadır.

Mevcut tanımlamalar aslında “kararın oluşturulması” süreçlerini değil, “kararın uygulamaya konması”ndaki aşamaları belirlemektedir. Dolayısıyla yasal ve teknik çerçevede doğru kararın nasıl alınacağı değil, alınan kararın uygulama aşamaları ortaya konmakta, kararın oluşturulmasında kullanılması gereken yöntemler, ölçütler ve öncelikler ise bilinmemektedir.

Ulaşım konusundaki kararların belirlenmesinde uygulanacak süreçler ve ölçütler net bir şekilde belirlenmediği için genellikle çağdaş ulaşım planlamasındaki öncelikleri hiçe sayan projeler ve kararlar oluşturulmakta; politik beklentiler, kişilerin ve küçük ama etkin grupların yararlarına yönelik yanlış projeler hızla uygulanmaktadır. Yasal zorunluluğa rağmen yatırım ve işletme projelerinin çevresel etki değerlendirmeleri yapılmamakta, proje analiz aşamalarında değerlendirmeye alınması gereken ana başlıklar tamamen göz ardı edilmektedir.

Merkezi Bütçe Katkısı Gerektiren Kararlar

Yerel düzeydeki finansman kaynaklarının sınırlarını aşan ve genel bütçeden pay alması gereken ulaşım yatırımlarının diğer kamu yatırımları arasında değerlendirilmesi ve yıllık yatırım programına alınması gerekmektedir. DPT tarafından hazırlanan ve bu başvuruların nasıl yapılacağına ilişkin ayrıntılı tanımlamaların bulunmasına karşılık ulaşım projeleri konusunda özel bir süreç ve tanımlama bulunmamaktadır (Yılmaz, 2002). Bir ulaşım yatırımı, yeni bir raylı sisteme başlanması, otobüs alımı, yol yapımı ya da bir terminal inşası, bir fabrika yatırımında uygulanan biçim ve içerikle başvurular arasında yer almakta, açıklanmayan ölçütler ve önceliklerle değerlendirilmektedir.

Bir sanayi kuruluşunun yapımına göre oluşturulmuş formata göre hazırlanan ulaşım proje başvuruları, “sektör uzmanları” tarafından “değerlendirilerek”, “bütçe olanakları çerçevesinde yatırım programına alınmaktadır”. Resmi açıklamalardaki bu tanımların ve süreçlerin uygulamalara yansımada hiç bir yerde yazılı olmayan, çağdaş ulaşım planlama ve politikalarının neresinde olduğu bilinmeyen öncelikler ve ağırlıklar etkili olmaktadır.

Bu süreçlerde ulaşım projelerine özgün tek aşama, raylı sistem projelerinin DPT’ye iletilmeden önce DLH tarafından teknik açıdan incelenmesi ve onaylanması zorunluluğudur. Ülkedeki kentsel raylı sistemlerin standartlaştırılması amacıyla kuruluş yasası ile Ulaştırma Bakanlığına verilen bu yetki, projelerin son karara ulaşmasında bir süzgeç olarak kullanılmakta; DLH, DPT’nin teknik danışmanı olarak hizmet görmektedir. Ancak bu aşamaların bile atlandığı, ya da yayınlanmış resmi standartların dışına çıkıldığı örnekler de yaşanmaktadır.

Dış Finansman Gerektiren Kararlar

Bir ulaşım projesi için yurt dışından (kredi ya da hibe olarak) kaynak gerekiyorsa veya uluslararası ihale (danışmanlık, mal veya hizmet alımı) söz konusu ise DLH ve DPT’ye ilave olarak Hazine Müsteşarlığı da süreçte yer almakta ve projenin ilerleyebilmesi için izni gerekmektedir. Genellikle kredi veren kuruluş, proje sahibi yerel yönetimin borçlarının geri ödenmesinde merkezi yönetimin garantör olmasını kendisi açısından gerekli gördüğünden, bu sorumluluğu hükümet adına yürütecek Hazine’nin kararlardaki etkinliği artmakta, olumlu görüş alınmasından sonra da dış kuruluşlarla görüşmeler Hazine tarafından yürütülmektedir.

Taraflar ve Kararlardaki Rollerini

Kentiçi ulaşım kararlarının etkilediği ve kararları etkileyen çok sayıda özel ve resmi kuruluş, kişi ve grup bulunmakta; tarafların süreçteki rolleri, aralarındaki ilişkiler ve etkileşimleri zaman içinde değişen çok karmaşık özellikler göstermektedir. Aşağıda yerel, ulusal ve uluslararası düzeylerdeki taraflar ve rolleri kısaca özetlenmektedir.

Yerel düzeyde

Yerel Yöneticiler: Kentlerindeki ulaşımı geliştirmekle sorumlu olan bu grup, yerel kaynaklarla gerçekleştirilebilecek işletme ve yatırımlarda nihai kararı almakta, ulusal ve uluslararası düzeyde kaynak gerektiren yatırım kararlarında ise resmi süreci başlatmakta, yakından takip ederek hızlandırmaya çalışmaktadır. Bu grup, uluslararası, ulusal ve yerel düzeyler arasındaki ilişkilerde hem yönlendirici ve hem de yönlendirilen konumundadır. Ulaşım konusundaki kararların ve projelerinin oluşturulması, bu grup için hem bir görev, hem de siyasal etkinliğin artırmasında bir araç olmaktadır.

Yerel Politikacılar: İktidar ya da muhalefet partisinde olmalarına göre davranışları değişmekle birlikte, kentleri için önerilen yatırımın gerçekleşmesinde genellikle fikir birliği sağlayabilmektedirler.

Yerel Teknokratlar: Genellikle kentlerimizde ulaşım konusundaki bilgi, uzmanlık ve kadro yeterli olmadığından, ya da “eski yönetimin” teknisyenleri olmalarından dolayı yerel teknisyenler, yerel yöneticilerin kararları üzerinde çok etkin olmamakta, çoğunlukla yerel düzeydeki “yönetim ekibinin” aldığı kararların kurallara uygun bir şekilde uygulamaya geçirilmesi yönündeki adımları yürütmektedirler.

Kullanıcı Kentliler: Ulaşım kararından doğrudan yarar sağlayacak kentlilerin oluşturduğu bu grup (projeden yararlananlar: *users*) proje yararlarını elde edecekleri için projenin destekleyicisidir. Aslında karardan iki kez yarar sağlamaktadırlar. Öncelikle projenin yararları, bu grubun ulaşım konusundaki sıkıntılarını azaltacaktır, ikinci olarak projenin uygulanmasıyla, kentte projenin kullanıcısı olmayan kentlilerden, diğer kentlerde yaşayanlardan ve tüm ülke genelinden gelecek kaynaklar bu gruba aktarılacaktır.

Bu gruba ilişkin sorunlardan en önemlisi, projenin kendilerine olan yararını değerlendirmedeki eksiklikleri, yanlışları ve ön yargıdır. Örneğin, kent merkezine yapılan bir katlı kavşak, o kavşağı hiç görmeyen, onu hiç kullanamayacak çevrede yaşayan kentliler tarafından desteklenebilmekte ve bu yatırımın kendileri yararına yapılabilecek diğer çözümleri ortadan kaldırdığı, onları olumsuz etkilediği anlaşılamamaktadır. Aslında kendilerini “kullanıcı kentliler” olarak tanımlayanların büyük bir bölümü kullanmayan kentliler (*non-users*) grubundandır.

Kullanmayan Kentliler: Karar verilen projeden doğrudan yarar sağlamayan, ancak ikincil etkileri ile yetinecek diğer kentliler ya da ülkedeki diğer vatandaşlardır. Proje kararı ile bu grubun dolaylı ve sınırlı kazanımları olabilecek (azalan hava kirliliği ve küresel ısınma, enerji tüketim biçimi gibi) ancak projeye ayrılan kaynaklar nedeniyle kendilerine doğrudan yarar sağlayacak seçenek projelerin ortadan kalkması ya da gecikmesi söz konusu olacaktır. Diğer bir deyişle, bu grup projeden doğrudan yararlanmamakla birlikte, vergileri ile onun yükünü paylaşan diğer vatandaşlardan

oluşmaktadır. Bu grup genellikle herhangi bir projenin kendilerine yararlarını ve yükünü tam olarak değerlendiremediği için alternatif projeleri gündeme getirmemekte; kamu kaynaklarının sınırsız olduğu düşüncesiyle, kendine yararı olmasa da projeyi desteklemektedir.

Yerel Düzeydeki Sivil Toplum Örgütleri, Meslek Odaları ve Medya: Genellikle politik açıdan proje sahibi olan yerel yönetimin neresinde olduklarına göre görüşlerini oluşturmakta, ancak merkezi yönetimden kendi kentlerine kaynak aktarımı konusunda fikir birliği içinde projelere destek olmaktadır. Daha demokratik ve katılımcı uygulamalara sahip kentlerde bu taraflar en azından kararların oluşumu sırasında açıkça görüş bildirebilmekte, bazı kentlerde yöneticiler bu kesimlerden gelen eleştirel görüşlerin olumsuz etkilerini Yerel Günden 21 gibi oluşumlarla azaltabilmekte, ancak her durumda bu kesimlerin karar süreçlerindeki etkileri sınırlı kalmaktadır.

Yerel Yapımcı ve İşletici Firmalar: Ulaşım kararlarından ticari yarar bekleyen özel girişim (kişiler ve firmalar) yerel düzeyde genellikle işletme (özel halk otobüsü ve minibüs hattı açılması gibi) ve küçük yatırımların (bordür döşenmesi, hemzemin kavşak yapımı gibi) karar süreçlerinde etkili olurken, büyük projelerde yerel firmaların etkileri azalmakta ve ulusal ölçekli firmaların etkinliği artmaktadır. Ulaşımındaki kararların yerel ölçekteki firmaları ulusal ölçeğe yükselttiği de görülmektedir. Bu tür örneklerde genellikle büyük şehirlerin katlı kavşak yatırımlarını üstlenen (yerel yönetimlerin seçimiyle görevlendirilen!) yerel firmaların hızla büyüyerek ve “deneyim kazanarak” ulusal ölçekte, aynı partinin üyesi diğer kentlerin yatırımlarını yönlendirmede belirleyici olabildiği görülmektedir.

Ulusal düzeyde

DPT: Yatırım programına alınarak merkezi düzeyden kaynak aktarılacak projelerin ve yurt dışı finansman kullanacak veya uluslararası ihaleye konu olacak ulaşım projelerinin değerlendirmesini yapmaktadır. Hangi büyüklükte ve nitelikteki ulaşım projelerin yatırım programında yer alması gerektiği konusunda açıklık bulunmadığı için yerel yönetimlerin çağdaş ulaşım politikalarına aykırı ve büyük yatırım tutarlarına ulaşan projeleri yerel kararlarla uygulanabilmekte, bu projeler DPT düzeyine gelmemekte ve değerlendirme dışı kalmaktadır. Çok sayıda kentiçi karayolu projesi yerel kaynaklarla uygulandığından DPT görüşüne gerek duyulmamakta, ancak raylı sistem projelerinde bu sürecin uygulanması bir zorunluluk olmaktadır.

Yerel kaynaklarla yapılıyorsa DPT'nin çağdaş ve sürdürülebilir ulaşım politikalarına aykırı bir ulaşım yatırımını durdurma şansı bulunmamakta, kendi kaynaklarını yanlış projelerle tüketen bir yerel yönetim, diğer projeleri için merkezi bütçeden destek isteyebilmektedir. DPT ya da başka bir merkezi kuruluş tarafından sürdürülebilir ulaşımaya yönelik politikalar ve öncelikler belirlenmediğinden, projeler sağlıklı bir şekilde değerlendirilip sıralanamamaktadır.

DLH: Ulaştırma Bakanlığı, 3348 sayılı kuruluş yasası uyarınca raylı sistem projelerini ve şartnamelerini değerlendirmek ve onaylamakla görevlendirilmiş olup, bunu DLH Genel Müdürlüğü ile yerine getirilmektedir. Yerel yönetimler, Bakanlık tarafından tanımlanan bir çerçeveye uygun olarak hazırlanan bir ulaşım etüdü veya ulaşım ana planı ile gerekliliğini ortaya koydukları kentiçi raylı sistem projelerini DLH'ya onaylatma durumundadırlar. Bu etüt veya ulaşım ana planı tarafından önerilen öncelikli

kentiçi raylı sistem hattı, ya kesin projeleri için kaynak ayrılması için yatırım programına alınmak üzere DLH onayı ile DPT'ye iletilmekte, ya da genellikle kesin projeleri de hazırlanıp DLH tarafından onaylandıktan sonra yapımı için kaynak ayrılması için DPT'ye gönderilmekte, dış kredi ile yapımı için DPT'nin olumlu görüşü ile Hazine Müsteşarlığına başvurulmaktadır.

Hazine Müsteşarlığı: DLH ve DPT'den onay ve olumlu görüş süreçlerini tamamlayan projelerde dış kredi kullanılabilmesi veya uluslararası ihaleye çıkılabilmesi için Hazine onayının alınması gerekmektedir. Kentlerin ulusal düzeyden bağımsız kredi kullanarak dış borç miktarının denetimsiz artırmalarının önlenmesi için bu düzeyde bir inceleme mekanizması işletilmektedir. Kredi veren kuruluş tarafından devlet garantisi isteniyorsa, Hazine bu noktada insiyatifi ele alarak bir yandan yurt dışı kuruluşlarla görüşmeleri sürdürmekte, diğer yandan da yerel yönetimlerin borçlarını geri ödeyebilirliklerini denetleyerek, yerel düzeyden geri ödeme garantileri oluşturmaktadır. Bazı yerel yöneticilerin, kendilerinden önce belediyelerinin aldığı dış kredileri “önceki yönetime ait olduğu” gerekçesiyle ödememesi üzerine son yıllarda geri ödemeleri güvence altına almaya çalışan mekanizmalar oluşturulmaya çalışılmaktadır. Örneğin yerel yönetimlerin emlak vergisi gibi bazı gelirleri, açılan bir ortak hesaba aktararak Hazine'nin geri ödemeleri buradan çekebilmesi sağlanmaktadır.

İlgili Diğer Kamu Kurumları: Çevre Bakanlığı, Özürlüler İdaresi, Enerji Bakanlığı ve Maliye gibi birimlerin ulaşım projelerinin karar süreçlerinde ikincil rolleri vardır. Çevre Yasası ve yönetmelikleri ile ulaşım yatırımlarının çevresel etkilerinin değerlendirilmesi süreçleri bir zorunluluk olmasına karşılık, bu süreçler genellikle işletilmemektedir. Örneğin kent içindeki katlı kavşak yapımlarında çevresel etkiler değerlendirilmemekte, sadece yurt dışından kredi veren kuruluşların zorunlu tuttuğu durumlarda ulaşım projelerinde çevresel etki değerlendirme süreçleri uygulanmaktadır.

Politikacılar: Yasal süreçler içinde tanımlanmış görevleri olmamasına karşılık, ulusal düzeydeki kararlarda en büyük etkisi olan gruptur. Bir kentiçi ulaşım projesi, konuyu takip eden milletvekili ve bakan sayısına ve etkinliğine bağlı olarak ulusal düzeydeki süreçleri günlerle ya da yıllarla tanımlanan sürelerde tamamlayabilmektedir.

Uluslararası düzeyde

Yapımcı Firmalar: Yapımcı firmaların yasal süreçte bir rolü ve görevi olmamasına karşılık kararlardaki en etkin unsurlardan biri oldukları görülmektedir. Genellikle uluslararası firmalar son aşamada devreye girmekle birlikte, bazı örneklerde uluslararası ve ulusal düzeydeki firmaların projeyi oluşturduğu, tüm süreci başınan itibaren izlediği, yönlendiği, “kolaylaştırdığı” ve “hızlandırdığı” görülebilmektedir.

Finansman Kuruluşları: Uluslararası finansman kuruluşları ticari ya da belirli bir uluslararası örgütün (EIB ve IBRD gibi) parçası olmalarına göre etkinlikleri ve rolleri değişebilmektedir. Ticari finans kuruluşları genellikle yapımcı ve üretici firmalarla birliktelik gösterirken, diğer finansman kuruluşları kurumsal kurallar çerçevesinde daha tarafsız ve proje amaçlarına önem veren davranışlarla konuya yaklaşmaktadırlar.

Diğer Uluslararası Örgütler: Belirli bir ülkenin teknolojisinin kullanımını veya ihracatını artırmayı amaçlayan örgütlerle (TDA, JICA gibi), giderek daha fazla etkinlik kazanmakta olan çok uluslu işbirliği örgütleri (AB, İKÖ, KEİ gibi) ile sivil girişim ve

işbirliği örgütleri (Embarq, Civitas gibi) genellikle ulaşım projelerinin oluşturulmasına sınırlı katkılar sağlamakta, süreçlerin ve önceliklerin doğru belirlenmesinde olumlu etkileri bulunmaktadır.

Karar Ölçütleri ve Uygulamadaki Sorunlar

Yerel Düzeyde

Kentiçi ulaşım konusunda proje oluşturulmasındaki temel amaç, “mevcut trafik tıkanıklıklarının çözülmesi” olarak tanımlanabilecek kısa dönemli bir yaklaşıma odaklanmaktadır. Kentiçi ulaşımındaki çağdaş yaklaşımların önce çıkardığı çevre ve enerji bilinci, sürdürülebilir ulaşım, ulaşımında hakkaniyet gibi kavramlar ya tamamen gözardı edilmekte, ya da ikinci plana konmaktadır.

Yerel düzeydeki karar vericilerin ve etki gruplarının kendi ulaşım sorunları olan trafik sıkışıklığı, otopark yetersizliği gibi şikayetlerin ortadan kaldırılması için projeler oluşturulmakta; kararlar teknik bilgi ve uzmanlık çerçevesinde değil, benzer kentlerde yapılanların bir moda gibi tekrar edilmesiyle oluşturulmaktadır. Çağdaş ulaşım politikaları ve ilkelerine dayandırılmayan kent merkezlerindeki katlı kavşaklar, alt ve üst geçitler, katlı otoparklar, karayolu tünelleri yerel politikacıların üzerlerine isimlerini yazdırabilecekleri, kent tarihinde yeri olacak anıtsal yapılar olarak hem politik beklentileri karşılamakta, hem de yerel politikada etkili olan yapım yüklenicilerini memnun etmektedir.

Ulusal yatırım programına girmeden, merkezi yönetimin onayı gerekmeden, yerel karar süreçleri içinde zaman kaybetmeden uygulanabilen bu “beton projeler” kentliler üzerinde de etkili olmakta ve yerel düzeyde politik desteğe dönüşebilmektedir. Kentliler bir yerel politikacıyı, yayalaştırılarak kendilerine ayrılan çağdaş bir yaya yolu ve yaya bölgesi ile değil, tıkanan trafiği çözmek için yapılan ama kısa sürede yeniden tıkanan anıtsal katlı kavşakla özdeşleştirerek “daha büyük bir yönetici” olarak görmektedirler.

Diğer kentlerde uygulanan ulaşım projeleri, teknik özellikleri, yarar ve sakıncaları ile maliyetleri bilinmeden kent yöneticilerinin ve kentlilerin amacı haline gelmekte, nüfusu bir kaç yüz bin olan kentler bile herkesin farklı bir şey anladığı “raylı sistem” hayali ile proje süreçlerini başlatabilmektedir.

Ulusal Düzeyde

Devletin kentiçi ulaşım konusunda politikaları ve öncelikleri bulunmamakta ve bilinçli olarak kentiçi ulaşımında “çifte standart” uygulanmaktadır. Bir yandan bazı projelerde (özellikle kentiçi raylı sistemlerde) onay, eşgüdüm ve denetim görevi verilen DPT ve DLH gibi kuruluşlarla kamu aslında geciktirici bir rol üstlenirken, diğer yandan kamu bütçesine, kentlere ve sürdürülebilir ulaşımına büyük olumsuz etkileri olan, bir plana ve uzmanlığa dayanılmadan yerel düzeyde uygulanan karayolu projeleri korunmakta ve desteklenmektedir.

Ulusal düzeyde kentiçi ulaşımı bir bütün olarak ele alarak projelerin oluşturulmasında, ulusal politikalar çerçevesinde yatırımların yönlendirilmesinde, kaynakların kentlere ve

projelere dağıtılmasında yetkili bir uzman kuruluş yasal olarak tanımlanmamıştır. Bu görevi dolaylı olarak üstlenen ancak genellikle sadece raylı sistem projelerini denetleyebilen DLH ve DPT'nin kentiçi ulaşım yatırım ve işletme projelerinin oluşturulmasında ve yönlendirilmesinde açıkça belirlenmiş öncelikleri ve programları bulunmamakta, bu kuruluşlar yerel düzeyde proje oluşturulmasında kullanılacak politikalar ortaya koyamamaktadır.

Bu kuruluşların kendilerine ulaşan projelerin değerlendirilmesinde kullanılacak şeffaf ve somut ölçütleri ve öncelikleri bulunmadığından, kararlar projelere ve takip edenlerin etkinliğine göre değişebilmektedir. Çok genel çerçevede tanımlanmış ölçütler ve raylı sistem standartları bile değiştirilmekte, uygulanamamaktadır. Örneğin, bir kaç yıl öncesine kadar resmi belgelerde raylı sistemlerin nüfusu bir milyonu aşan kentlerde uygulanması gerektiği gibi bilimsel olmayan bir ölçüt resmi belgelerde yer almış, ancak buna uymayan projeler bu sınırlamayı yapan kurumlar tarafından onaylanmıştır. Son olarak 9. Kalkınma Planı'nın 449. maddesinde getirilen yeni bir ölçütüyle raylı sistemlerin yapılabirliği daha da daraltılmış, büyük kentlerimizde halen işletilmekte olan raylı sistemlerin performanslarını bile aşan eşikler belirlenmiştir. Karayoluna yönelik yatırımlar hiç bir sınır tanımazken, ülkemiz kentlerinde sadece ağır raylı sistemlerin yapılmasını gerektiren koşullar ortaya konmuş, çağdaş toplu ulaşım sistemlerinin geliştirilmesi zorlaştırılarak toplu taşımacılığın dolmuşlaştırılmasına göz yumulmuştur.

Kentiçi ulaşımında görevli bir ulusal kuruluşun yasal olarak tanımlanmamış ve yapılanmamış oluşu, kentiçi ulaşım sistemlerini ve kararlarını yönlendiren bir politikalar ve programlar dizisinin oluşturulamamasına yol açmıştır. Beş yıllık kalkınma planlarının hazırlanmasında görev alan ihtisas komisyonlarının raporlarında yer alan görüşler ve öneriler yatırım programlarına, politikalara ve uygulamalara yansıtılmamış, sistemdeki eksiklikleri düzelteren geliştirmeler yapılamamış, tersine kentiçi ulaşım konusundaki kararlarda politikacıların etkinliğini ve uygulanan "çifte standartla" ulaşım türleri arasındaki dengesizlik daha da artmıştır.

Yapımcı firmaların etkileri ve yerel yöneticilerin politik beklentileri ile kentiçi ulaşımında karayolu yatırımları ağırlık kazanmış, projelerin oluşturulması için yerel ya da merkezi düzeyde sürdürülebilir ulaşım politikaları ve öncelikleri belirlenmediğinden, projeler birkaç kişilik uzman olmayan "yerel yönetim karar grupları" tarafından oluşturulmuş ve hızla uygulanmıştır. Kentiçi raylı sistem kararlarındaki süreçler ulusal düzeye onay gerektirdiği için projelerin uygulamaya geçmesi yıllar almıştır. Sürdürülebilir ulaşım politikaları gereğince öncelik verilmesi gereken otobüs şeridi ve metrobüs gibi düşük maliyetli uygulamalar, yaya ve bisiklet gibi "sahipsiz türler", "yolculuk talep yönetimi" ve "ulaşım sistem yönetimi" gibi yaklaşımlar mevcut sistemdeki "yetkililerin" tanımlanmış "yetki alanına girmediğinden" hep göz ardı edilmiştir.

Ulaşım projelerin seçilmesi ve oluşturulmasında yönlendirici ölçütlerin ve önceliklerin olmaması ve özendirici finansman olanaklarının yaratılmaması, kısaca devletin kentiçi ulaşım politikalarını belirleyip politikalarla uygulamayı yönlendirecek mekanizmalar yaratmaması günümüzdeki yanlış proje kararlarının ve uygulamalarının temel sebebidir. Uygulanan projelerin verimliliğini ve performansını değerlendirecek yöntemler ve ölçütler kullanılmamış, mevcut bir kaç standardın bile uygulanmadığı bir sistemde belirsizlikler ve keyfilikler giderek büyümüştür. Kamu kurumlarındaki yöneticiler ve teknisyenler kendilerini de bağlayacak bu kurallar yerine, kendilerine daha fazla hareket alanı ve insiyatif veren belirsizliğin devamını tercih etmiştir.

Uluslararası Düzeyde

Ulaşım kararlarının oluşturulmasında uluslararası (üretici ve yapımcı) firmaların ölçütleri kendi karlarının maksimizasyonuna ve yerel kredilerdeki devlet garantisinin sağlanmasına odaklanmaktadır. Ticari firmalar dışındaki uluslararası kurumların kentiçi ulaşım proje kararlarına katkı sağlanmasındaki ölçütleri, ülkemizdeki uygulamalardan daha ileride bulunmaktadır. Bir çok uluslararası kuruluş, projelere katkı sağlanmasında ülkemizdeki ulaşım projelerinin değerlendirilmesinde yeterince incelenmeyen, ya da hiç dikkate alınmayan çevresel etkiler, katılımcı karar süreçleri, ikincil etkiler (istihdam, kentsel gelişme, gelir dağılımı, hakkaniyet gibi), dışsallıklar ve proje ile yaratılan yeni (induced) trafiğin etkileri gibi unsurların değerlendirilmeye alınmasını bir ön şart olarak koymaya başlamıştır.

Yaklaşım ve Uygulama Örnekleri

Kentiçi ulaşım projelerinin oluşturulmasındaki karar süreçleri ve ölçütleri konusunda her ülkenin kendi yönetim yapısına göre farklılaşan uygulamaları bulunmaktadır. Bu farklılıklara örnek olarak aşağıda ABD ve İngiltere'deki uygulamalarda projelerin oluşturulması ve uygulanmasındaki yöntemler, kaynak oluşturma ve dağıtım ilkelerinin ana hatları özetlenmiştir.

ABD uygulamaları

Kentiçi ulaşım konusunda otomobilleşmenin olumsuz etkilerini en çok hisseden ABD kentlerindeki ulaşım ve özellikle toplu ulaşım projelerinin geliştirilmesine ilişkin yasal çerçeve hızlı bir değişim izlemiştir. Kentlerde yaşanan sorunların ortadan kaldırılması için 1964 tarihinde Kentsel Ulaşım Yasası kabul edilmiş ve 1968 yılında çıkarılan bir yasayla Ulaştırma Bakanlığı'na bağlı Kentsel Toplu Ulaşım İdaresi (*Urban Mass Transportation Administration - UMTA*) (UMTA, 1978) kurulmuştur. Kentsel ulaşım yatırımlarındaki karar süreçlerini günümüzdeki şekliyle belirleyen ilk doküman olan "Politikalar Bildirgesi" (*Policy Statement*) 1976 tarihinde (UMTA, 1976) kesinleşmiştir. 1978 tarihinde yayınlanan "Raylı Ulaşım Politikaları Bildirgesi" (UMTA; 1978) ile kentsel raylı ulaşım sistemlerinin tasarım ve inşaatına ulusal mali destek sağlanması konusunda politikalarla başvuru ve değerlendirme süreçlerine açıklık getirilmiştir (Öncü, 1990).

Uygulamalar 1978 yılında kabul edilen Yüzeysel Ulaşım Destek Yasası geliştirilmiş (*Surface Transportation Assistance Act of 1978*), 1991 tarihli Çoktürlü Yüzeysel Ulaşım Etkinliği Yasası (*the Intermodal Surface Transportation Efficiency Act: ISTEA*) ile UMTA Federal Toplu Ulaşım İdaresine (*FTA*) dönüştürülmüş, 1998 yılında 1998-2003 yıllarını kapsayacak şekilde çıkarılan 21. Yüzyıl İçin Ulaşım Hakkaniyet Yasası (*Transportation Equity Act for the 21st Century: TEA 21*) (TEA-21, 1998) ve en son 2005 yılında "Kullanıcılara Miras: Güvenli, Sorumlu, Esnek ve Etkin Ulaşım Hakkaniyet Yasası (*Safe, Accountable, Flexible, Efficient Transportation Equity Act: A Legacy for Users: SAFETEA-LU*) (SAFETEA-LU, 2005) ile güncellenmiştir. Merkezi yönetim düzeyindeki kaynaklar, Federal Toplu Ulaşım İdaresi (FTA) tarafından kamu kurumu niteliğindeki bölge, eyalet, büyükşehir ve kent düzeyindeki yönetimlere, toplu ulaşım işletmelerine, kar amacı gütmeyen kuruluşlara ve hatta özel işleticilere

verilmektedir. Kaynakları kullananlar, bu proje kaynaklarını ulusal düzeyde belirlenmiş kurallar çerçevesinde kullanmakta ve bu konuda FTA denetimini kabul etmektedir.

ABD uygulamalarının en belirgin özelliği, federal düzeyde kentiçi ulaşımdaki ilke ve politikaların açık bir şekilde belirlenerek, kaynakların bu politikaların uygulanmasını sağlayacak proje alanlarına dağıtılmasıdır. Ulusal düzeyden dağıtılacak kaynaklar, orta dönemli bir program çerçevesinde yukarıdaki yasalarla program alanlarına ayrılmakta, program alanlarındaki kaynakların hangi projelere nasıl dağıtılacağı ise belirli formüllere bağlanarak objektif bir hale getirilmektedir. Herhangibir yerel yönetim, ulusal düzeyden destek alabilmek için “belirlenmiş ve açıklanmış” politikalara uygun kentiçi ulaşım projelerini oluşturmakta, belirli bir alanda ne kadar kaynak aktarıldığını, bu kaynakların hangi formülle ve nasıl dağıtıldığını bilerek başvurmakta ve kaynak için değerlendirme sıralamasına girmektedir. Böylece bir yandan kentler arasında politika ve ilkeler açısından birliktelik sağlanmakta, sürdürülebilir ulaşım politikalarının uygulanması kaynak dağıtımını ile çekici hale getirilmekte, diğer yandan da önceden belirlenmiş dağıtım ve öncelik formülleri ile kaynakların açık, hakkaniyetli, dengeli ve verimli bir şekilde kullanımı sağlanmaktadır. Bu uygulamaların ve süreçlerin daha da geliştirilmesi için çalışmalar sürdürülmektedir (Deloitte, 2007).

Federal Toplu Ulaşım İdaresinin 2007 yılı kaynak tahsis oranlarında dağıtılacak kaynakların büyük bölümünün (%40) nüfusu 50 bin üzerindeki yerleşimlerin ulaşım planlama, projelendirme, yatırım, yenileme ve işletme sübvansiyonuna ayrıldığı, ardından yeni başlayan projeler, sabit güzergahlı türler (mevcut raylı sistemler ve otobüs yolları, şeritleri) ile otobüs sistemlerinin iyileştirilmesi geldiği görülmektedir (Tablo 1) (FTA, 2007).

İngiltere Uygulamaları

İngiltere’de kentsel ulaşım politikalarıyla yönlendirilen kaynak dağıtımının başlangıç noktası 1994 tarihli Trafik Azaltma Yasası (Traffic Reduction Act of 1994) (OPSI, 1997) olmuştur. Bu yasa ile yerel yönetimler, kentlerindeki motorlu taşıt trafiğini azaltmayı hedefleyen yerel ulaşım planlarının hazırlanması ile görevlendirilmiş ve bu yöndeki projeleri kaynak ayrılmasında öncelik almıştır.

Bu ulusal politikalar takip eden yıllarda daha da netleşmiş, otomobile bağımlılığın azaltılması için hükümetler politikalarını güncelleştirmiş (1998 White Paper A new deal for transport: Better for everyone) (DETR, 1998), yasalarını güçlendirmiş (2000 Ulaşım Yasası, 2000 Transport Act) (OPSI, 2000) ve geliştirmiştir. 2000 Ulaşım Yasası sadece ulaşım yatırımlarının belirlenmesi için değil, kentsel gelişmelerin de ortak ulusal politikar çerçevesinde yönlendirilmesi için Yerel Ulaşım Planları (Local Transport Plans) hazırlanması zorunluluğunu getirmiştir (Department for Transport, 2005). Yerel yönetimlerin büyük bir bölümü için bir zorunluluk olan Yerel Ulaşım Planları ilk aşamada 2000-2006 dönemi için hazırlanmış ve bu planlara göre projelere kaynak sağlanmıştır. Kaynaklar yerel projelere üç ana program çerçevesinde dağıtılmıştır; maliyeti 8 milyar £ üzerindeki projelerden oluşan “büyük projeler”, bu miktarın altında kalan bakım giderleri dışındaki projeler ve bakım projeleri.

Yerel Ulaşım Planlarının ilk döneminde (LTP1) trafik güvenliğinin artırılması, toplu ulaşım geliştirilmesi ve bütünleştirilmesi, sürdürülebilir ulaşım ve yaşam kalitesinin iyileştirilmesi amaçlı 320 bin proje uygulanmıştır.

Tablo 1 “A.B.D.’de Federal Düzeyden Yerel Düzeye Kaynak Aktarılmasında 2007 Yılında Yürürlükte Olan Toplu Ulaşım Yatırım Programları.

Program	Kapsamı, Koşulları ve Kullanıcısı	Kaynak (a)
Büyükşehir ve Eyalet Planlaması	- Ulaşım yatırımlarını belirlemek amacıyla kapsamlı ve sürekli planlama projeleri - Eyaletlere fonun en az %5’i belirli bir formüle göre verilir, maliyetin %80’ine kadar - Metropolitan Planlama Kurumlarına (MPO)	99 (82+17)
Kentsel Yerleşimler	- Ulaşım planlama, projelendirme, yatırım, yenileme ve işletme sübvansiyonunda kullanılır - Formülle bisiklet/engelliler proje bedelinin %80’i, hava kirliliği azaltma projelerinde %90, işletme sübvansiyonlarında %50 katkı - Nüfusu 50-200 bin arası valilikler kanalıyla, 200 bin üzerindeki yerleşimlere doğrudan	3.584
Temiz Yakıtlar Hibe Programı	- Ulaşımından kaynaklanan ozon ve karbonmonoksit düzeylerinin azaltılmasını sağlayan projelere - Formüle dayalı ancak sınır yok, %100’e ulaşabilir - Ağırlıkla nüfusu 20 bin üzeri yerleşimler	19
Büyük Yatırım Projeleri (Yeni Başlangıçlar ve Küçük Başlangıçlar)	- Yeni Başlangıç olarak yeni raylı sistemler ve eklentileri, küçük başlangıçlar ise otobüs alımı ve tesisleri, yenilemesi yatırımları - Formüle dayalı, merkezi yönetim payı halen %80, %60’a inecek - İlgili kamu birimlerine toplam en çok dört yıllık bir programla	1.550
Raylı Sistemler ve Sabit Güzergahlı Sistemlerin Modernleştirilmesi	- Mevcut raylı sistemler ve otobüs yolu gibi sistemlerin modernizasyonu projelerine - En az 7 yıldır işletilmekte olan sistemlerin proje gereksinmesinin %80’ine kadar, en az 1 mil uzunluğunda sistem olmalı - İlgili kamu birimlerine en çok dört yıllık bir programlarla	1.433
Otobüs ve Otobüs Tesisleri	- Yeni ve yenileme için otobüs, ekipman alımı ve tesis yatırımları - En çok üç yıllık programla formüle göre dağıtım - Kamunun yanı sıra toplu ulaşım yapan özel kesim ve ticari olmayan kuruluşlar	873
Yaşlıların ve Engellilerin Ulaşımı	- Yaşlılar, engelliler ve diğer dezavantajlı grupların ulaşım hizmetlerinin geliştirilmesi - Hedef grup nüfus oranları dikkate alınarak formülle eyaletlere dağıtılıyor - Eyaletler tarafından kar amacı gütmeyen özel kuruluşlar	117
Kırsal ve Küçük Yerleşimler	- Nüfusu 50 binden az kırsal yerleşimlerdeki toplu ulaşım işleticileri - İşletme, yatırım yönetimi, proje giderleri için yatırım ve proje yönetim giderlerinin %80-90’ı, işletme giderlerinin %50’si - Kamu birimleri ve özel işleticiler	386

Program	Kapsamı, Koşulları ve Kullanıcısı	Kaynak (a)
Toplutaşım Ortak Araştırma Programları	-Toplutaşım işletme etkinliğinin artırılması, yeni teknolojilerin geliştirilmesi projeleri - Ulaşım Araştırma Kurulu (TRB) tarafından öncelikli alanlardaki projelere - Araştırma kurumları	
Ulusal Araştırma ve Teknoloji Programı	- Toplu ulaşım endüstrisinin verimliliğinin ve teknolojisinin geliştirilmesi projeleri - Öncelikli program konularında proje seçimi ile - Toplutaşım endüstrisi, üniversiteler, araştırma kurumları, işleticilerin ortaklığı	61
İşe Gidiş ve Ters Yöndeki Yolculuklara Destek Programı	- Kent dışında iş yerleri bulunan dar gelirli çalışanlar ve işsizlere destek amaçlı projelere - Yatırım, ekipman alım, tesis yapımı ve işletme giderleri desteği, formülüne göre en çok %50 oranında - Kamu idareleri, işleticileri ve kar amaçlı olmayan işletmeler	144
Yeni Bağımsızlık Programı	- Diğer programlar kapsamında bulunmayan engellilerin erişimi projeleri için - Hedef grup nüfus oranları dikkate alınarak 200 bin üzeri yerleşimler %60, 200 bin altı %20 ve kırsal yerleşimler %20 pay alıyor - Kamu idareleri, işleticileri ve kar amaçlı olmayan işletmeler	81
Ulusal Parklarda Alternatif Ulaşım Programı	- Ulusal parklar ve koruma alanlarına toplutaşım ile erişimin geliştirilmesi projeleri - Planlama, yatırım, işletme ve yönetim giderlerine, 25 milyon dolar üzerindeki projelerin tamamı - Kamu idareleri, işleticileri ve kar amaçlı olmayan işletmeler	23
Diğer Programlar: - Kırsal Toplutaşım Destek Programı - Kızılderili Topraklarında Toplu Ulaşım - Üniveriste Ulaşım Merkezleri Programı - Otobüse Erişim Programı - Karayolu ve Toplutaşım için Esnek Finansman Programı - Ulusal Yakıt Hücresi Teknolojisi Geliştirme Programı - Alternatif Analizi Programı - Hızlı Büyüyen ve Yoğun Eyaletler Programı		538
TOPLAM		8.886

(a) 2007 yılı milyon ABD doları

İlk dönemdeki uygulamalar değerlendirilerek 2006-7 yıllarından başlayarak LTP yaklaşımında ikinci döneme girilmiştir. İkinci dönemde karayolu ulaşımının azaltılması, toplu ulaşımın geliştirilmesi, trafik güvenliğinin artırılması, bisiklet ve yaya ulaşımının korunması gibi önceden gelen politika ve projelerin önceliği devam ederken, kişisel yolculuk planları ve ulaşımın bütünleşmesi projeleri daha da önem kazanmaktadır.

İngiltere uygulamalarının temel özelliği, ulusal düzeyde belirlenen politikalar ve ilkeler çerçevesinde yerel düzeyde Yerel Ulaşım Planlarının hazırlanması, bu planlarda hedeflerin, projelerin ve uygulamaların belirlenmesi ve programlanması, planların ayrılan kaynaklarla uygulamaya konması, periyodik değerlendirmelerle uygulama performansının izlenmesi sonucunda birbirleriyle bütünleşen uyumlu gelişmelerdir.

Sonuç ve Öneriler

Yapılanma ve Kurumsallaşma

Ülkemiz kentlerindeki ulaşım sistemlerinin bugünkü yetersiz ve sorunlu durumunun en büyük sebebi ulusal düzeyde kentiçi ulaşımdan sorumlu bir kurumun bulunmamasıdır. Kentiçi ulaşım konusunda ulusal düzeyde politikaları belirleyecek, kentleri yönlendirecek, merkezi düzeyde kaynak oluşturarak dağıtımını yapacak, uygulamaların performansını izleyerek karşılaştıracak, araştırma ve geliştirme projelerini oluşturup yönetecek, stratejiler, öncelikler ve hedefleri koyacak ve eşgüdüm sağlayacak bir birim olmamasından dolayı bu işlevlerin büyük bölümü sahipsiz kalmakta ve boşluklar oluşmaktadır.

Bugünkü durumda kentiçi ulaşım projeleri, merkezi yönetim katkısı gerekiyorsa DPT tarafından değerlendirilmekte, yeni raylı sistem projeleri DLH tarafından teknik özellikleri açısından incelenmekte, dış kredi söz konusu ise Hazine Müsteşarlığının izni gerekmektedir. Sonuçta raylı sistem dışındaki ulaşım çözümleri merkezi yönetimin bilgisi, yönlendirmesi ve katkısı olmadan gerçekleştirilebilmektedir.

Kaynak kullanımı açısından DPT, DLH ve Hazine raylı sistemlerin yapımını denetleyip bir anlamda zorlaştırırken alternatif çözümlerin geliştirilmesi konusunda hiç bir katkı, destek ve yönlendirme sağlamamaktadırlar. Mevcut yapılanmadaki kurumlar raylı sistemler dışında da alternatif çözümleri içeren kentiçi ulaşım konusunda yetkili, bilgili ve deneyimli değildir. Örneğin, otobüs ve metrobüs sistemlerinin geliştirilmesi, yaya ve bisiklet ulaşımın geliştirilmesi, yolculuk talep yönetimi ve ulaşım sistem yönetimi projeleri konusunda merkezi ve yerel düzeylerde büyük bir boşluk, belirsizlik ve bilgisizlik bulunmaktadır.

Kentiçi ulaşım sorunlarının çözümünün ilk adımı olarak ulusal düzeyde sorumlu, yetkili ve uzman bir kuruluş oluşturulmalı, ardından aşağıdaki önlemler gerçekleştirilmelidir. Bu kuruluş, tüm projelerde merkezi yönetimin bir onay mekanizması olarak değil, kentiçi ulaşımında güncel politikaları ve hedefleri oluşturmak ve çağdaş yaklaşımlarla hazırlanacak projelerin uygulanmasını kolaylaştırmak ve desteklemek için kurulmalıdır.

Amaçlar, Stratejiler, Politikalar, Hedefler

Kentiçi ulaşım konusunda ülke genelinde amaçlar, stratejiler, politikalar ve hedefler belirlenmemiş olduğu için günümüzde bile hala 40-50 yıl öncesinin yaklaşımları ve politikalarıyla projeler gündeme getirilmekte ve uygulanmaktadır. Kent içi ulaşımında

önceliklerin belirlenmemiş bulunması, bu politikaların ve süreçlerin zorlayıcı olmaması sonucunda büyükşehirlerde güncel ölçütlere aykırı karayolu köprüleri, tüneller ve katlı kavşaklar yapılırken, sürdürülebilir ulaşım çözümleri için ayrılacak kaynaklar tüketilmektedir.

En kısa sürede ülkedeki tüm kentiçi ulaşım yatırımlarını yönlendirecek zorunlu ve özendirici amaçlar, stratejiler, politikalar, hedefler ve öncelikler belirlenmeli ve bunlar kentiçi ulaşım yatırım ve uygulamalarında temel belirleyici olmalıdır.

İngiltere’de 1994 yılında uygulamaya konan ve yerel yönetimlere “hazırlayacakları planlarda karayolu trafiğini azaltma” yükümlülüğü getiren yasanın üzerinden otuz yıldan fazla geçmesine karşılık, büyük kentlerimizde hala karayolu trafiğini destekleyen, besleyen ve hatta kışkırtan çağdışı projelerin uygulanmasına devam edilmekte; başbakanlar ve bakanlar bu projelerin temellerini atmakta, kurdelelerini kesmektedir. Küresel ısınmadan söz eden kent yöneticilerinin ve politikacıların başlattıkları ve açtıkları bu projeler aslında kente, kentlilere, küresel değerlere ve geleceğimize karşı suç olarak değerlendirilmelidir.

Görev ve Süreç Tanımları

Kentiçi ulaşım ile ilgili yeni bir yapılanma sonucunda oluşturulacak ulusal ve yerel kurumların kentiçi ulaşımındaki görevleri, yetkileri ve sorumlulukları yeniden tanımlanmalı, boşluklar ortadan kaldırılmalıdır. İster yerel ve isterse merkezi yönetim kaynakları kullanılсын, sürdürülebilir ulaşım olumsuz etkileri bulunan projelerin, sadece yerel kaynaklar kullanılsa bile, uygulanmasına kesinlikle izin verilmemelidir.

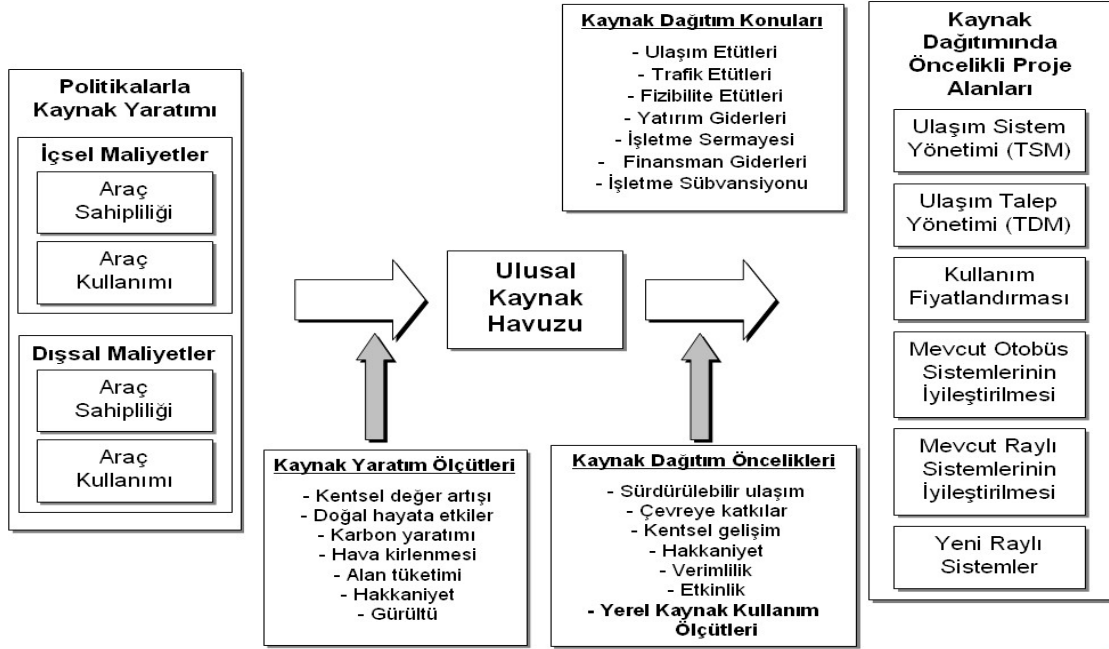
Pek çok ülkede son yirmi yılda kentiçi ulaşım konusundaki yasal çerçeve ve kurumsal yapılanmanın geçirdiği hızlı değişimler ve deneyimler dikkate alınarak ülkemizdeki yeni yapılanmanın gerektirdiği birimler, görevler ve süreçler net bir şekilde belirlenmelidir. Süreçler, tarafsız ve akılcı bir yaklaşımla, farklı niteliklerdeki yatırım ve işletme kararları için ayrı ayrı belirlenmeli, ayrıcalık yapılmadan her kararda uygulanmalıdır. Hazırlanacak karar süreçlerinde en önemli özellik, “şeffaflık” olmalıdır. Kişiye, kente ve duruma göre değişmeyen, tüm tarafların önceden bildiği ilkeler ve önceliklere göre işleyen, kapalı kapılar ardında değil belirlenmiş somut ölçütlere ve matematiksel formüllere göre alınan kararlar ve uygulanan süreçler yeni yaklaşımın temelini oluşturmalıdır (Öncü, 1990).

Kaynaklar

Kentiçi ulaşımındaki karar mekanizmalarının ve süreçlerinin odak noktası ve en önemli konusu kaynakların toplanması ve dağıtımındaki yöntem, kural ve ölçütlerdir. Ulaşımındaki finansman ilkelerinin başında, kaynaklar açısından ulaşımın kendine yeterliliğinin sağlanması, diğer bir deyişle ulaşımında sürdürülebilir bir kaynak yapısının oluşturulması gelmektedir (Öncü, 1991). Ulaşımından toplanan kaynakların ulaşım sistemi içinde kalarak, ulaşım sisteminin daha sağlıklı bir yapıya ulaşması ve oluşan olumsuzlukların (kirlenme, gürültü gibi) azaltılması ve ortadan kaldırılması amacıyla kullanılması temel ölçüt olmalıdır (Öncü, 2003).

Ulaşımından toplanacak kaynakların miktarı, kullanıcıların ortaya çıkardığı içsel ve dışsal maliyetlerin ne kadarını ödediklerine dayanmalı, kullanıcıların yarattıkları tüm

maliyetleri ödemeleri sağlanmalıdır. Toplanan kaynaklar belirlenmiş çağdaş önceliklere uygun projelere alanlarında hazırlanan projelere somut ölçütlerle ve şeffaf süreçlerle dağıtılmalıdır. Kaynakların etkin kullanımı için düşük maliyetli, mevcut altyapı ve sistemin verimliliğini artıran projelere öncelik verilmelidir (Şekil 2).



Şekil 2 Kentiçi Ulaşımında Kaynak Yaratma ve Dağıtım İlkeleri.

Ulaşımdaki kaynakların dağıtılmasında “erken gelen alır”, “A partisinden olan alır“, ya da “Bakan’ın takip ettiği proje alır” yaklaşımları değil, “önceliklere ve ölçütlere uyan, ayrılan program bütçesi içinde alır” yaklaşımı temel alınmalıdır. Kamu, öncelikli proje alanlarını ve ayrılan kaynakları önceden tanımlayarak kentleri ve projeleri bu alanlara yönlendirmelidir. Örneğin, diğer pek çok ülkede olduğu gibi, şimdilik DPT, ileride kentiçi ulaşım konusunda yetkili kılınacak yeni bir kuruluş tarafından hangi konuların öncelikli olduğu, orta ve uzun dönemde hangi konuya ne kadar kaynak ayrılacağı, bu kaynakların hangi ölçütlerle ve süreçlerle dağıtılacağı ortaya konarak, süreçler açık ve tarafsız bir şekilde uygulanmalıdır.

Günümüzdeki ulaşım projeleri, yarınki ulaşım sistemimizin göstergesi olduğuna göre, yarınlar için umutlanabilmemizi sağlayacak önemli sebepler bulunmamaktadır. Ülkemizdeki ulaşım karar süreçlerinde yıllardan bu yana uygulanan belirsizlik, bilgisizlik ve kuralsızlık dönemi en kısa sürede sona erdirilmeli, çağdaş sürdürülebilir ulaşım politikalarını öne çıkaran ve bunların uygulanmasını sağlayan tarafsız ve objektif ölçütlerle şeffaf süreçler hayata geçirilmelidir.

Kaynaklar

Deloitte (2007), New Starts Program Assessment: Final Report, Federal Transit Administration, February 2007 (http://www.fta.dot.gov/documents/Deloitte_FTANewStarts_FinalReport_FINAL_2007-2-12.ppt)

Department for Transport (2005), Local Transport Plans (LTPs), Policy, guidance and research, (<http://www.dft.gov.uk/pgr/regional/ltp/theltpprocess>)

DETR, 1998, A New Deal for Transport: Better for Everyone" The Government's White Paper on the future of Transport (July 1998). Cm 3950. The Stationery Office

FTA (2007), Grant Programs, Grant & Programs, Federal Transit Administration, (http://www.fta.dot.gov/funding/grants_financing_263.html)

OPSI (1997), Office of Public Sector Information, Road Traffic Reduction Act 1997 (<http://www.opsi.gov.uk/acts/acts1997/1997054.htm>)

OPSI (2000), Office of Public Sector Information, Transport Act of 2000, (<http://www.opsi.gov.uk/ACTS/acts2000/20000038.htm>)

Öncü, Erhan (1990), Kentsel Ulaşım Yatırımlarında Karar Süreçleri ve Türkiye için Bir Öneri, 3. Toplulaşım Kongresi-Bildiriler, Ankara Büyükşehir Bel. EGO Genel Müd.,

Öncü, Erhan (1991), Kentsel Ulaşımın Finansmanında Yeni Yaklaşımlar ve Yeni Kaynaklar, 4. Toplulaşım Kongresi Bildiriler Kitabı, EGO Genel Müdürlüğü, Kasım 1991, Ankara: ss. 205-224.

Öncü, Erhan (2003), Ulaşımında Finansman ve Fiyatlandırma Politikaları, TMMOB Ulaştırma Politikaları Kongresi, 16-17 Ekim 2003, ss. 67-80

SAFETEA-LU (2005), Safe, Accountable, Flexible, Efficient Transportation Equity Act: A Legacy for Users, (http://www.fta.dot.gov/index_4696.html)

TEA-21 (1998), The Transportation Equity Act for the 21st Century, enacted June 9, 1998 as Public Law 105-178, (<http://www.fhwa.dot.gov/tea21/tea21.pdf>)

UMTA (1988), Urban Mass Transportation Act of 1964 as Amended through February 1988, and Related Laws, Urban Mass Transportation Administration Department of Transportation, Washington, 1988.

UMTA (1978), Policy toward Rail Transit, Urban Mass Transportation Administration, Department of Transportation, Federal Register, March 1978, Vol.43, No.45, Washington.

UMTA (1976), Major Urban Mass Transportation Investments - Statement of Policy, Urban Mass Transportation Administration - Department of Transportation, Federal Register, October 22, 1976, Vol.41, No.185, Washington

Yılmaz, C., Akça, H. İ. (2002), Türkiye’de Proje Planlama ve Proje Döngüsü Yönetimi, Planlama Dergisi, DPT'nin Kuruluşunun 42. Yılı Özel Sayısı, Ankara, ss.377-394. (<http://ekutup.dpt.gov.tr/planlama/42nciyil/yilmazc.pdf>)

İstanbul'da Yolculuk Hareketlerindeki Son On Yılda Değişimlerin Arazi Kullanımı -Ulaştırma İlişkisi Çerçevesinde Değerlendirilmesi

Haluk Gerçek

İTÜ İnşaat Fakültesi, Ulaştırma Anabilim Dalı, 34469 Maslak, İstanbul.

Tel: (212) 285 3658

E-Posta: hgercek@ins.itu.edu.tr

Serap Şengül

İstanbul Metropolitan Planlama ve Kentsel Tasarım Merkezi, Bimtaş, İstanbul.

Tel: (212) 245 9900

E-Posta: serapsengul@gmail.com

Öz

İstanbul, gerek sosyo-ekonomik ve demografik yapısı, gerekse ulaşırma sistemi açılardan çok hızlı bir değişim süreci içindedir. Göç çekmesi nedeniyle çok hızlı nüfus artışı, kontrol edilemeyen plan dışı, çarpık yapılaşma, motorlu araç sayısındaki çok hızlı artış ve ulaşırma altyapısındaki, genellikle karayolu ağırlıklı gelişmeler, son yıllarda, kentlilerin ulaşım hareketlerinde de değişikliklere neden olmuştur. Arazi kullanım planları ile ulaşırma arasındaki ilişkileri iyi anlayarak, kentin gelecekteki arazi kullanım yapısını doğru planlamak ve gelecekteki ulaşım taleplerini yönlendirmek mümkündür. Günümüzde, arazi kullanım kararlarının ortaya çıkardığı yolculuk taleplerinin karşılanmasına yönelik “tahmin et ve temin et” yaklaşımı yerine arazi kullanımı-ulaşırma ilişkisini göz ardı etmeyen, ulaşırma altyapı yatırımlarının kentin gelecekte öngörülen arazi kullanımını biçimlendirilebilmesi için bir araç olarak kullanıldığı, sürdürülebilir kentsel gelişmeye olanak sağlayan planlama yaklaşımı benimsenmektedir.

Bu bildiriye, 1996 yılında İTÜ tarafından “İstanbul Ulaşım Ana Planı” kapsamında yapılmış olan evhalkı yolculuk anketleri ile 2006 yılında “İstanbul Ulaşım Ana Planı – 1. Aşama Analitik Etüd ve Model Kalibrasyonu İşi” kapsamında Bimtaş İnşaat Müşavirlik A.Ş. tarafından yapılmış olan evhalkı yolculuk anketleri verileri göz önüne alınarak, kentlilerin yolculuk hareketlerinin son on yılda nasıl değiştığı, arazi kullanımı-ulaşırma ilişkisi çerçevesinde incelenmiştir. 1996 yılındaki planlama çalışması Şile, Silivri ve Çatalca ilçelerini kapsamadığından bu ilçeler değerlendirme dışında bırakılmıştır. İstanbul ile yakın ilişkileri nedeniyle her iki çalışmada da Gebze ilçesi çalışma alanına katılmıştır. Ancak, 2006 yılında yapılan çalışmada Gebze ilçesinin boyutları genişletilmiş, Darıca beldesi de aynı alt bölge içinde değerlendirmeye alınmıştır. Bu nedenle Gebze ilçesi de karşılaştırmalarda değerlendirme dışı tutulmuştur.

Anahtar sözcükler: Arazi kullanımı, ulaşım talebi, evhalkı yolculuk anketleri, hareketlilik, başlangıç-son yolculuk matrisleri.

Giriş

İstanbul, gerek sosyo-ekonomik ve demografik yapısı, gerekse ulaştırma sistemi açılarından çok hızlı bir değişim süreci içindedir. Göç çekmesi nedeniyle çok hızlı nüfus artışı, kontrol edilemeyen plan dışı, çarpık yapılaşma, motorlu araç sayısındaki çok hızlı artış ve ulaştırma altyapısındaki, genellikle karayolu ağırlıklı gelişmeler, son yıllarda, kentlilerin ulaşım hareketlerinde de değişikliklere neden olmuştur. Bu bildiriye, 1996 yılında İTÜ tarafından “İstanbul Ulaşım Ana Planı” (İTÜ, 1996) kapsamında yapılmış olan evhalkı yolculuk anketleri ile 2006 yılında “İstanbul Ulaşım Ana Planı – 1. Aşama Analitik Etüd ve Model Kalibrasyonu İşi” kapsamında Bimtaş İnşaat Müşavirlik A.Ş. tarafından yapılmış olan evhalkı yolculuk anketleri verileri (İBB, 2006) göz önüne alınarak, kentlilerin yolculuk hareketlerinin son on yılda nasıl değiştiği, arazi kullanımı-ulaştırma ilişkisi çerçevesinde incelenmiştir.

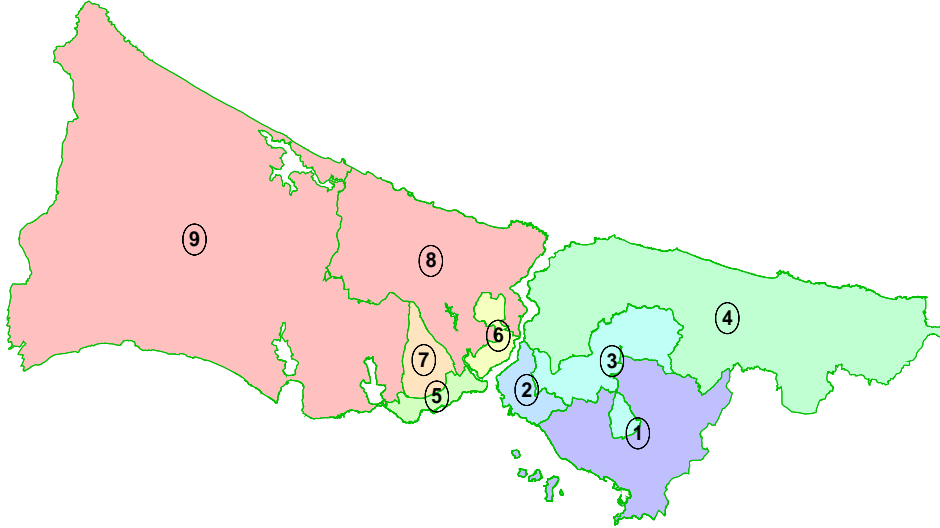
Arazi Kullanımı

İstanbul ili mevcut arazi kullanımına bakıldığında, yerleşim alanlarının kentin kuzeyindeki orman ve havza alanları üzerinde baskı oluşturduğu görülmektedir. Kentin batısında kırsal yerleşim alanları ve geniş tarım arazileri bulunmaktadır. Anadolu yakasında ise yerleşimler orman sınırına kadar dayanmış, hatta orman alanlarının içine girmiştir. Avrupa yakasında tarihi yarımada ve Maslak yönünde kuzeye doğru devam eden, Anadolu yakasında ise Kadıköy merkezli olarak Üsküdar ve daha doğuda Kartal’a doğru uzanan yoğun ticaret alanları dikkat çekmektedir.

Bu bildiriye, İstanbul’da arazi kullanımındaki değişimi incelemek için nüfus, istihdam ve okullardaki kayıtlı öğrenci sayılarının dağılımı göz önüne alınmıştır. 2006 yılında yapılan çalışma alansal büyüklük olarak 1996 yılında yapılandırılan daha kapsamlıdır. İstanbul ili için Silivri, Şile ve Çatalca ilçeleri ve Gebze ilçesi karşılaştırmalarda değerlendirme dışı tutulmuştur. 2006 yılı nüfus değerleri İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Metropoliten Planlama ve Kentsel Tasarım Atölyesi, Demografik yapı grubu tarafından tahmin edilen değerlerdir. İstihdam değerleri ise 2006 yılı hane halkı anketlerinden çıkan istihdam değerlerinin, iş amaçlı yolculukların bitiş noktalarına göre dağılımından elde edilmiştir. Öğrenci sayıları İl Milli Eğitim Müdürlüğü’nden alınmış ilk ve ortaöğretim öğrencileri ile üniversiteler tarafından bildirilen öğrenci sayıları eklenerek elde edilmiştir. Kolaylık sağlamak için, İstanbul il bütünü içinde 9 sektör göz önüne alınmıştır (Şekil 6.1). İlçelerin 9 sektöre dağılımı Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1: Arazi Kullanım Verileri Sektörleri

Sektörler	İlçeler
1. Sektör	Adalar, Kartal, Maltepe, Pendik, Tuzla
2. Sektör	Kadıköy, Üsküdar
3. Sektör	Ümraniye, Sultanbeyli
4. Sektör	Beykoz
5. Sektör	Bakırköy, Eminönü, Fatih, Zeytinburnu
6. Sektör	Beşiktaş, Beyoğlu, Şişli
7. Sektör	Bağcılar, Bahçelievler, Bayrampaşa, Esenler, Güngören
8. Sektör	Eyüp, Gaziosmanpaşa, Kağıthane, Sarıyer
9. Sektör	Büyükçekmece, Avcılar, Küçükçekmece,



Şekil 1: Arazi Kullanım Verileri Sektörleri

1996-2006 yılları arasında, İstanbul geneli için ortalama nüfus artışı % 19.4 olmuştur. İlçelerin nüfus artışlarına bakıldığında ise en hızlı artış, sırasıyla, Büyükçekmece, Pendik, Bağcılar, Esenler ve Ümraniye ilçelerinde gözlenmiştir. Eski yerleşim alanlarının kapasitelerini doldurması nedeniyle yeni yerleşim alanları oluşmuş ve bu bölgelerde büyük oranda plansız hızlı bir yapılaşma gözlenmiştir. Eminönü, Bakırköy, Fatih Kadıköy gibi eski yerleşim alanlarında ise nüfus artmamış, hatta azalmıştır. Özellikle ticaret alanlarının baskısı sonucu konut alanlarının azalması bu alanlarda nüfus azalmasının temel nedenleri arasındadır. 9 sektördeki nüfus değişimleri Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2: Sektörlerde Nüfus Değişimi (1996-2006)

Sektörler	2006	(%)	1996	(%)	Artış (%)
1	1.532.995	13	1.079.037	11	42
2	1.182.995	10	1.255.399	13	-6
3	1.039.966	9	821.466	9	27
4	230.626	2	195.344	2	18
5	873.965	8	1.020.087	11	-14
6	683.839	6	677.534	7	1
7	2.315.004	20	1.856.853	20	25
8	1.895.349	17	1.580.520	17	20
9	1.606.391	14	1.030.886	11	56
Asya	3.986.583	35	3.351.246	35	19
Avrupa	7.374.548	65	6.165.880	65	20
Toplam	11.361.130	100	9.517.126	100	19

1996-2006 yılları arasında, istihdam değişimi Tablo 3’de gösterilmiştir. En büyük artış 9. sektörde olmuştur. Küçükçekmece ve Büyükçekmece ilçelerinde yaşanan sanayi sektöründeki artış ve bunun doğurduğu dışsal sektörler bunun başlıca nedenidir. 5. sektörde istihdam, tarihi yarımada üzerindeki baskıyı azaltıcı çalışmaların sonucunda, % 20 oranında azalmıştır. 3. ve 8. sektörler de ise ortalamanın altında bir gelişme gözlenmiştir. 3. sektör Anadolu yakasının eski kent yerleşimleri olan Kadıköy ve Üsküdar ilçelerini kapsamaktadır. Bu bölgelerde istihdamın doygunluk derecesine ulaşması nedeniyle artış hızı düşük olmuştur. Kentin batı ve doğu yakalarında

istihdamın hemen hemen aynı oranda arttığı görülmektedir. Toplam istihdamın % 29'u Asya yakasında, % 71'i ise Avrupa yakasındadır.

Tablo 3: Sektörlerde İstihdam Değişimi (1996-2006)

Sektörler	2006	(%)	1996	(%)	Artış (%)
1	403.208	11	255.341	10	58
2	401.597	11	266.942	10	50
3	246.495	6	190.048	7	30
4	58.612	2	35.402	1	66
5	493.832	13	617.390	24	-20
6	567.883	15	367.265	14	55
7	624.864	16	398.364	15	57
8	461.638	12	317.285	12	45
9	542.480	14	148.097	6	266
Asya	1.109.912	29	747.733	29	48
Avrupa	2.690.698	71	1.848.401	71	46
Toplam	3.800.610	100	2.596.134	100	46

Sektörlerin öğrenci sayısındaki değişim incelendiğinde nüfus ve istihdam değerleriyle benzer bir şekilde en hızlı artışın 9. sektörde olduğu görülmektedir. Avrupa ve Asya yakalarındaki dağılım nicelik olarak farklılıklar gösterse de artış oranı açısından birbirine çok yakındır (Tablo 4).

Tablo 4: Sektörlerde Öğrenci Sayısı Değişimi (1996-2006)

Sektörler	2006	(%)	1996	(%)	Artış (%)
1	315.550	13	168.603	11	87
2	256.737	11	198.626	13	29
3	211.797	9	126.341	8	68
4	42.105	2	23.459	2	79
5	222.304	9	180.897	12	23
6	214.945	9	145.831	10	47
7	457.518	19	261.465	18	75
8	362.846	15	239.328	16	52
9	329.109	14	147.938	10	122
Asya	826.189	34	517.029	35	60
Avrupa	1.586.722	66	975.459	65	63
TOPLAM	2.412.911	100	1.492.488	100	62

Sonuç olarak, son on yılda, 9, 1 ve 7. sektörlerde her arazi kullanım değeri için hızlı bir değişimin yaşandığı görülmektedir. Büyükçekmece ve Küçükçekmece ilçelerinde yaşanan hızlı yapılaşma ve sanayileşme 9. sektördeki artışın temel nedenleri arasındadır. Asya yakasındaki artış oranlarının Avrupa yakasına benzer olması ise, İstanbul'da iki yaka arasında yaşanan dengesizliğin azalması açısından olumlu bir göstergedir. Sayı olarak Asya yakası Avrupa yakasına göre daha düşük değerlere sahip olsa da, özellikle, Kartal, Pendik, Tuzla, Maltepe ve Ümraniye ilçeleri Avrupa yakasındaki pek çok ilçeden daha hızlı büyüme göstermiştir. Bölgesel dengesizliklerin azaltılması ve merkezi alanlarda kademelenmenin sağlanması ulaşım talebinin yönlendirilebilmesi ve sorunların ortaya çıkmadan önlenmesi açısından çok önemlidir. Bu nedenle, uygulanabilir planlama kararları ile kentsel mekanda stratejiler üretmek ve ulaşım taleplerini kontrol etmek, ulaşım ile kent planlamasının kesişim noktası olacaktır (Şengül, 2007).

Ulaştırma Sistemi

İstanbul'un ulaştırma altyapısında ve kentsel ulaştırmanın entegrasyonunda son on yılda önemli değişiklikler olmuştur. İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB), bir yandan raylı sistem projelerini geliştirip uygulamaya sokarken, öte yandan kentin yol ağında da çok sayıda kavşak ve yeni yol yapımı çalışması gerçekleştirmiştir. 1996 yılında Aksaray-Yenibosna arasında işletilmekte olan hafif metro 2002 yılında Atatürk Havalimanı'na uzatılmıştır. 1996 yılında Eminönü-Zeytinburnu arasında işletilmekte olan tramvay 2005 yılında Kabataş'a uzatılmış, 2006 yılında ise Zeytinburnu-Bağcılar hattı açılmıştır. İstanbul'daki ilk metro hattı, 2000 yılında Taksim-4. Levent arasında işletilmeye başlanmıştır. Raylı sistem ağındaki diğer değişiklikler ise 2003 yılında Kadıköy-Moda arasında işletilmeye başlanan tramvay hattı ile 2006 yılında Kabataş-Taksim arasında işletmeye açılan funikülerdir. Toplu taşıma sisteminin entegrasyonu açısından en önemli gelişmeler, TDİ tarafından işletilen Şehir Hatları'nın 2005 yılında İDO'ya devredilmesi ve 2006 yılında akıllı bilet (Akbil) sisteminin kullanımının yaygınlaştırılarak belirli süreler içinde yapılan aktarmaların ücretsiz olmasıdır.

Motorlu Araçlar

İstanbul'daki motorlu araç sayısı son on yılda hızla artmıştır. 1997-2006 yılları arasında İstanbul'da kayıtlı otomobil sayısı % 80.7 artarken toplam motorlu araç sayısı % 106.4 artmıştır (Tablo 5).

Tablo 5: İstanbul'da Kayıtlı Motorlu Araç Sayıları (1997-2006)

Araç Türü	1997	2006	Artış (%)
Otomobil	889,342	1,606,829	80.7
Minibüs	1,018	61,023	5894.4
Otobüs	20,583	44,134	114.4
Kamyonet	109,705	357,550	225.9
Kamyon	32,158	115,389	258.8
Motosiklet	25,175	77,818	209.1
Özel Amaçlı Taşıt	7,762	8,773	13.0
Traktör	23,783	18,970	-20.2
Toplam	1,109,526	2,290,486	106.4

2006 yılı evhalkı anket sonuçlarına göre İstanbul'da toplam 1.257.814 otomobil vardır. 2006 yılı sonu itibariyle ise İstanbul'da 1.606.829 özel otomobil kayıtlıdır. Aradaki fark, özel şirketlerin elinde bulunan araçların hane halkı anketlerinde görülmemesi ve çevre illerde yaşayan bazı kişilerin araçlarının İstanbul'da kayıtlı olmasından kaynaklanmaktadır. Evhalkı anketlerinden toplanan bilgilere göre, İstanbul'da otomobil sahipliği (1000 kişi başına düşen özel otomobil sayısı) 1996 yılında 76 iken 2006 yılında 108'e yükselmiştir.

Hareketlilik

Kentsel hareketlilik, bir kentte yapılan günlük toplam yolculuk sayısının kentin nüfusuna bölünmesiyle bulunur. Evhalkı anketlerinde göre İstanbul'da 1996 ve 2006 yıllarındaki hareketlilik değerleri Tablo 6'da gösterilmiştir. Görüldüğü gibi, araçlı hareketlilik değeri 1996 yılında 1.00 iken 2006 yılında 0.66 olarak tahmin edilmiştir. Ancak, belirtmek gerekir ki bu durum özellikle ev-diğer ve diğer amaçlı yolculukların eksik beyan edilmesinden kaynaklanmaktadır. Bunu düzeltmek amacıyla İstanbul Metropolitan Planlama ve Kentsel Tasarım Merkezi (İMP) tarafından yaptırılan ek anketlerin kesin sonuçları henüz açıklanmamış olmakla birlikte, yaya yolculuklar da dahil olmak üzere toplam hareketlilik değerinin 1.75 olduğu tahmin edilmektedir. Yaya

yolculukların toplam yolculuklar içindeki payı 1996'da % 35 iken 2006'da % 49.3'e çıkmıştır.

Tablo 6: İstanbul'da Araçlı ve Yaya Hareketlilik (1996-2006)

	2006			1996		
	Araçlı	Yaya	Toplam	Araçlı	Yaya	Toplam
Ev- İş	0,38	0,11	0,49	0,55	0,20	0,75
Ev- Okul	0,10	0,25	0,34	0,15	0,29	0,43
Ev- Diğer	0,14	0,20	0,34	0,18	0,05	0,23
Diğer	0,04	0,01	0,05	0,12	0,01	0,13
Toplam	0,66	0,57	1,22	1,00	0,54	1,54

2006 yılında toplam hareketlilik değerinin 1.75 olarak kabul edilmesi durumunda bile motorlu araçlarla hareketlilik oranı 0.89 olmaktadır. Motorlu araç sayısındaki hızlı artış ve kişi başına ortalama gelirin yükselmesine karşın, İstanbul'da araçlı hareketlilik değerinin son on yılda azalmış olmasını iki nedene bağlamak mümkündür: a) Evhalkı anketlerinde yolculuklar eksik saptanmıştır, b) Ulaşım gittikçe zorlaştığı ve daha çok zaman aldığı için kentliler araçlı yolculuklarını kısıtlamaktadır.

Türel Dağılım

1987, 1996 ve 2006 yıllarında yapılan evhalkı yolculuk anketlerinden elde edilen sonuçlara göre İstanbul'da araçlı yolculukların ulaşım türlerine dağılım oranları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7: İstanbul'da Araçlı Yolculukların Türel Dağılımı

Ulaşım Türü	1987	1996	2006
Özel Oto	19.3	19.3	26.3
Taksi+Dolmuş	10.2	9.4	4.8
Servis	10.4	11.4	21.5
Otobüs	35.2	34.1	24.1
Minibüs	19	19.6	16.7
Raylı Sistemler	3.8	3.6	4.6
Deniz	2.1	2.6	2.0
Toplam	100.0	100.0	100.0

Görüldüğü gibi, son on yılda türel dağılımdaki en önemli değişim iş ve okul servis araçlarının payındaki önemli artıştır. Bu artışın, kısmen, servis araçlarının kullanılmadığı ev-diğer ve diğer amaçlı yolculukların 2006 yılı evhalkı anketlerinde eksik bildirilmesinden kaynaklanması olasıdır. Özel otomobilin payı % 19.3'den % 26.3'e çıkarken otobüs ve minibüsün toplam payı % 53.7'den % 40.8'e düşmüştür. İstanbul'da raylı sistem ile günde yaklaşık 700.000 kişi taşındığı göz önüne alındığında, evhalkı anketlerinden bulunan tablodaki raylı sistem payının gerçek değerinin altında olduğu söylenebilir. Yaya yolculukların toplam yolculuklar içindeki payları ise 1987 yılında % 39.6, 1996 yılında % 35 ve 2006 yılında % 49.3 olarak belirlenmiştir.

Yolculuk Süreleri

1987, 1996 ve 2006 yıllarında motorlu araçlarla ortalama yolculuk süreleri Tablo 8'de gösterilmiştir. Görüldüğü gibi, 1987 yılında 52.8 dakika olan ve 1996 yılında Fatih Sultan Mehmet Köprüsü ve TEM'in açılması ve işletmeye açılan hafif raylı sistem projeleri nedeniyle 40.7 dakikaya düşen ortalama yolculuk süresi 2006 yılında 48.1 dakikaya çıkmıştır.

Tablo 8: Araçlı Yolculuk Süreleri (Dakika)

Amaç	1987	1996	2006
Ev-İş	55.6	43.0	49.7
Ev-Okul	50.9	37.4	44.9
Ev-Diğer	51.2	41.9	48.7
Diğer	44.6	34.0	41.7
Ortalama	52.8	40.7	48.1

Araçlı yolculuk sürelerindeki artış arazi kullanımındaki değişim nedeniyle insanların daha uzun mesafelere yolculuk yapmasından ve/ya da geçen on yıl içinde yapılan yeni yol ve kavşaklara ve raylı sistem ağındaki yeni projelere karşın, motorlu araç sayısındaki hızlı artış nedeniyle trafik tıkanıklığının artmasından kaynaklanabilir. Motorlu araçlarla ortalama yolculuk uzunluğu 1996 yılında 15.3 km, 2006 yılında ise 11.5 km olarak tahmin edilmiştir. Araçlı ortalama yolculuk uzunluğunun kısalmasına karşın ortalama yolculuk süresinin artmasının ana nedeni, trafik tıkanıklığının son on yılda önemli ölçüde artmış olmasıdır.

Sektörlerin Sabah Doruk Saat Yolculuk Üretim ve Çekimleri

Yolculuk amaçlarına bağlı olarak incelenen sektörlerin sabah doruk saatteki (saat 7:00-8:00 arası) yolculuk üretim ve çekimlerinin 1996 ve 2006 yılındaki değerleri Tablo 9-12'de gösterilmiştir.

9 ve 1. sektörlerin nüfus artış hızlarındaki değişimler yolculuk üretimleri üzerinde etkili olmuştur. Yolculuk üretimlerindeki artış hızlarını sektörel olarak incelediğimizde sırasıyla 9, 1 ve 8. sektörlerde artış hızlarının ortalama artışın üzerinde değerler gösterdiği görülmektedir. Özellikle Büyükçekmece, Kartal, Pendik ve Gaziosmanpaşa ilçelerinde yaşanan hızlı nüfus artışı bu sektörlerde yolculuk üretimlerinin artışında en önemli etkenlerden biri olmuştur.

Tablo 9: Sektörlerin Sabah Doruk Saat Ev-İş Yolculukları Üretim ve Çekimleri (1996-2006)

Sektörler	Üretim					Çekim				
	Ev - İş 2006	(%)	Ev - İş 1996	(%)	Artış (%)	Ev - İş 2006	(%)	Ev - İş 1996	(%)	Artış (%)
1	217.223	14	54.990	11	295	172,762	11	51,852	10	228
2	161.457	11	71.559	14	126	155,796	10	54,182	11	183
3	124.012	8	46.245	9	168	108,544	7	21,749	4	391
4	20.564	1	10.334	2	99	16,746	1	7,187	1	129
5	114.159	8	59.407	12	92	205,092	14	125,190	24	61
6	92.601	6	38.862	8	138	232,528	15	74,503	15	207
7	284.508	19	98.965	19	187	237,000	16	80,776	16	189
8	254.675	17	76.449	15	233	157,471	10	65,782	13	135
9	235.855	16	54.438	11	333	219,115	15	30,027	6	618
Toplam	1.505.054	100	511.249	100	194	1.505.054	100	511.249	100	189

Tablo 10: Sektörlerin Sabah Doruk Saat Ev-Okul Yolculukları Üretim ve Çekimleri (1996-2006)

Sektörler	Üretim					Çekim				
	Ev - Okul 2006	(%)	Ev - Okul 1996	(%)	Artış (%)	Ev - Okul 2006	(%)	Ev - Okul 1996	(%)	Artış (%)
1	48.134	14	16.053	12	200	42,976	12	15,657	12	172
2	44.857	13	18.979	14	136	56,025	16	18,374	14	202
3	27.484	8	9.095	7	202	17,188	5	9,247	7	84
4	7.165	2	2.891	2	148	5,864	2	2,170	2	168
5	29.475	8	15.135	11	95	50,116	14	16,559	12	200
6	26.995	8	9.712	7	178	47,045	14	13,382	10	249
7	48.448	14	26.320	20	84	40,088	12	23,915	18	66
8	61.113	18	21.187	16	188	42,477	12	21,274	16	98
9	53.916	16	14.865	11	263	45,808	13	13,661	10	233
Toplam	347.587	100	134.237	100	159	347.587	100	134.237	100	157

Tablo 11: Sektörlerin Sabah Doruk Saat Ev-Diğer Yolculukları Üretim ve Çekimleri (1996-2006)

Sektörler	Üretim					Çekim				
	Ev - Diğer 2006	(%)	Ev - Diğer 1996	(%)	Artış (%)	Ev - Diğer 2006	(%)	Ev - Diğer 1996	(%)	Artış (%)
1	19.311	12	18.876	11	2	14,538	9	17,199	10	-17
2	23.557	15	24.315	14	-3	31,819	20	17,952	11	75
3	14.494	9	13.133	8	10	7,735	5	7,209	4	6
4	4.346	3	3.489	2	25	3,032	2	2,383	1	25
5	10.913	7	20.397	12	-46	34,080	22	41,461	24	-19
6	10.185	7	13.040	8	-22	20,794	13	24,676	15	-17
7	23.975	15	32.845	19	-27	15,291	10	26,757	16	-44
8	24.183	15	25.092	15	-4	14,241	9	21,792	13	-36
9	25.411	16	18.188	11	40	14,842	9	9,946	6	47
Toplam	156.373	100	169.375	100	-8	156.373	100	169.375	100	-9

Tablo 12: Sektörlerin Sabah Doruk Saat Diğer Yolculuklar Üretim ve Çekimleri (1996-2006)

Sektörler	Üretim					Çekim				
	Diğer 2006	(%)	Diğer 1996	(%)	Artış (%)	Diğer 2006	(%)	Diğer 1996	(%)	Artış (%)
1	3.346	9	11.034	10	-70	3,876	10	11,165	10	-65
2	8.617	22	17.251	16	-50	7,182	19	11,672	11	-38
3	3.114	8	8.908	8	-65	3,112	8	4,688	4	-33
4	598	2	2.141	2	-72	653	2	658	1	-58
5	4.478	12	15.089	14	-70	5,234	14	26,997	24	-80
6	4.899	13	9.237	8	-47	7,510	19	16,060	15	-53
7	7.493	19	20.108	18	-63	4,671	12	17,423	16	-73
8	3.349	9	14.508	13	-77	2,861	7	14,191	13	-80
9	2.777	7	11.056	10	-75	3,573	9	6,478	6	-44
Toplam	38.673	100	109.332	100	-65	38.673	100	109.332	100	-65

Sektörel istihdam ve nüfus değerlerinde yaşanan değişiklikler yolculuk dağılımlarına da aynen yansımıştır. İstihdam oranlarının 9. sektörde % 266, 1. sektörde % 58 artmasına karşı 5. sektörde % 20 oranında azalması iş amaçlı yolculukların bu bölgelerdeki değişimini etkilemiştir.

Okul yolculukları üretimleri, nüfus artışına paralel olarak, 9, 1 ve 3. sektörlerde yoğun olarak görülürken yolculuk çekimlerinin en hızlı artış gösterdiği sektörler sırasıyla 6, 9 ve 2. sektörlerdir. 6. sektörde öğrenci sayısındaki artışın İstanbul ortalamasının altında olmasına karşın, yolculuk çekimleri açısından en hızlı gelişimi göstermesi dikkat çekicidir. Bu sektörün hızlı gelişiminde Beşiktaş ilçesindeki yolculuk talebinde görülen artışın büyük oranda etkili olduğu söylenebilir. Okul amaçlı yolculuk çekimlerinin, büyüklük açısından 5, 6, 8 ve 2. sektörlerde yoğunlaştığı görülmektedir.

Tablolarda da görüldüğü gibi, 2006 yılındaki ev-diğer ve diğer amaçlı yolculuk üretimleri, eksik bildirimler nedeniyle, 1996 yılındaki değerlerden düşüktür. Bildirinin yazıldığı sırada bu amaçlara yönelik yolculuk analizleri henüz tamamlanmamıştır.

Sektörlerarası Yolculuklar ve Boğaz Geçişleri

1996 ve 2006 yıllarında, sabah doruk saatteki sektörlerarası ev-iş ve ev-okul yolculukları Tablo 13-16'da verilmiştir.

Tablo 13: Sektörlerarası Sabah Doruk Saat Ev-İş Yolculukları (1996)

Sektör	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Toplam
1	33,600	5,830	1,817	396	3,606	4,874	912	1,731	301	53,067
2	6,629	33,431	5,030	2,006	8,975	9,576	2,463	3,102	563	71,776
3	7,106	9,331	12,000	2,216	2,707	5,181	3,279	4,254	331	46,404
4	689	1,288	1,625	1,208	889	1,716	303	2,217	435	10,371
5	181	437	127	127	29,190	6,501	14,620	5,891	2,612	59,685
6	478	1,271	367	390	5,806	21,272	1,836	7,146	470	39,036
7	574	1,208	136	315	37,931	7,815	34,463	11,861	5,121	99,424
8	693	978	542	279	20,512	14,441	11,022	26,535	1,795	76,797
9	371	533	178	274	16,020	3,313	12,198	3,286	18,518	54,689
Toplam	50,321	54,306	21,819	7,212	125,637	74,688	81,096	66,022	30,147	511,249

Tablo 14: Sektörlerarası Sabah Doruk Saat Ev-İş Yolculukları (2006)

Sektör	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Toplam
1	127,515	44,974	14,753	938	5,501	7,618	1,413	1,708	787	205,208
2	16,550	62,051	21,069	2,898	13,038	35,941	5,817	4,647	1,062	163,074
3	12,348	29,472	64,699	2,576	3,132	10,178	1,311	1,589	876	126,181
4	1,008	4,148	2,268	7,113	891	3,513	293	1,348	412	20,995
5	1,108	2,177	1,016	367	46,662	19,332	23,143	9,731	12,585	116,120
6	2,031	5,169	1,716	839	10,121	51,029	6,708	12,377	4,324	94,313
7	750	2,143	515	261	61,662	23,462	134,741	18,177	48,547	290,258
8	1,451	3,542	2,413	1,396	30,898	71,230	27,281	102,860	17,505	258,576
9	799	1,357	495	433	35,502	13,093	38,705	6,810	133,134	230,328
Toplam	163,562	155,034	108,945	16,821	207,407	235,394	239,411	159,246	219,232	1,505,054

Tablo 15: Sektörlerarası Sabah Doruk Saat Ev-Okul Yolculukları (1996)

Sektör	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Toplam
1	12,659	2,112	649	45	37	225	1	63	0	15,791
2	1,683	12,600	2,172	1,172	471	626	100	220	2	19,046
3	786	2,343	5,504	210	38	140	7	101	0	9,128
4	82	611	716	348	28	386	23	689	18	2,902
5	1	111	22	13	6,547	763	5,289	1,365	1,079	15,190
6	40	301	93	111	726	5,791	827	1,665	193	9,747
7	0	55	9	26	6,058	1,402	13,955	2,996	1,915	26,416
8	38	312	121	164	1,167	3,847	2,255	13,043	316	21,264
9	0	1	0	89	1,559	259	1,561	1,223	10,197	14,889
Toplam	15,290	18,446	9,287	2,179	16,631	13,439	24,018	21,366	13,720	134,375

Tablo 16: Sektörlerarası Sabah Doruk Saat Ev-Okul Yolculukları (2006)

Sektör	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Toplam
1	36,411	7,943	794	0	740	1,207	113	279	0	47,485
2	2,954	32,668	2,259	301	2,235	2,620	739	658	609	45,042
3	2,001	10,515	13,590	304	211	856	0	177	0	27,655
4	0	1,126	230	4,882	96	728	96	0	113	7,272
5	85	1,324	116	0	18,444	4,126	3,058	1,119	1,443	29,715
6	100	1,155	0	397	1,374	19,219	457	3,824	676	27,201
7	0	244	94	0	13,913	1,377	27,820	2,234	3,390	49,072
8	216	552	173	0	5,655	15,342	4,182	34,338	915	61,374
9	105	776	0	0	7,648	1,734	3,811	159	38,537	52,770
Toplam	41,872	56,304	17,255	5,885	50,316	47,209	40,275	42,788	45,683	347,587

Son on yılda, sabah doruk saatte, Avrupa yakasında tarihi yarımada (Fatih, Eminönü), Bakırköy ve Zeytinburnu ilçelerine yapılan yolculukların oranları azalırken, kentin batı ucundaki Küçükçekmece, Büyükçekmece ve Avcılar ilçelerine yapılan yolculuk oranları artmıştır. Boğaziçi geçen yolculuklarda da önemli azalmalar olduğu görülmektedir. 1 ve 3. sektörlerde yaşanan hızlı nüfus ve istihdam artışı bunun en önemli nedenleri arasındadır. Ayrıca, İstanbul'un doğu ve batısında açılan yeni istihdam alanları kendi çevresinde konut alanları yaratmıştır. Asya yakasından Avrupa yakasına ev-iş yolculuklarının toplam yolculuklar içindeki oranı son on yılda % 12'den % 7'ye düşmüştür. Avrupa yakasından Asya yakasına yapılan iş yolculukları oranı ise % 2'den % 3'e çıkmıştır. Kentin iki yakasındaki nüfus ve istihdam dağılımı oranlarının son on yılda değişmemiş olmasına karşın Boğaziçi geçişlerinin oransal olarak azalması, ortalama yolculuk uzunluğunun azalmış olması ile açıklanabilir.

Asya yakasında öğrenci sayısındaki artışın Avrupa yakasına göre düşük olması, buna karşın nüfus gelişiminde yaşanan dengeli büyüme okula amaçlı yolculuklarda Asya yakasından Avrupa yakasına geçişlerin artmasına neden olmuştur. Boğaziçi geçen okul yolculuklarının oranı 1996 yılında % 3 iken 2006 yılında bu oran % 6'ya çıkmıştır.

Tablo 17'de sabah doruk saatte Asya yakasından Avrupa yakasının güney, kuzey ve batı bölgelerine yapılan yolculukların 1996 ve 2006 yıllarındaki oranları verilmiştir. Güney bölgesi Şekil 1'de Haliç'in güneyinde kalan 5 ve 7 sektörlerini, kuzey bölgesi Haliç'in kuzeyindeki 6 ve 8 sektörlerini, batı bölgesi ise Büyükçekmece, Küçükçekmece ve Avcılar ilçelerini kapsamaktadır. Geçen on yıl içinde, sabah doruk saatte, Avrupa yakasının güneyine yapılan yolculukların toplam Asya-Avrupa Boğaziçi geçişleri içindeki oranı % 40'dan % 31'e düşerken, kuzey bölgesine yapılan yolculuklar

% 57'den % 66'ya çıkmıştır. Bu durum, Avrupa yakasında, Haliç'in kuzeyindeki ilçelerde ve özellikle Zincirlikuyu – Maslak ekseninde hızla gelişen yeni istihdam alanlarından kaynaklanmaktadır.

Tablo 17: Asya Yakasından Avrupa Yakasına sabah Doruk Saat Yolculuk Oranları

	Güney	Kuzey	Batı
Sektör	(5+7)	(6+8)	(9)
1996	0.40	0.57	0.03
2006	0.31	0.66	0.03

Sonuçlar

- Arazi kullanımını temsil eden nüfus, istihdam ve öğrenci sayılarındaki değişimlere bakıldığında; son on yılda nüfus ve istihdam değerlerinde eski kent merkezinde artış hızlarının azaldığı, merkezi alanlardan dışarı çıkıldıkça nüfus ve istihdam değerlerinin ortalamasının üzerinde artışlar gösterdiği görülmektedir. İstanbul'un batısında Büyükçekmece, Küçükçekmece ilçelerinde Beylikdüzü ve İkitelli Organize Sanayi bölgelerinin açılması, bu bölgelerdeki nüfus ve istihdam oranlarının hızla artmasına neden olmuştur.
- Anadolu yakasında ise Tuzla'da açılan organize sanayi bölgeleri, Pendik, Kartal ve Ümraniye ilçelerinde görülen hızlı istihdam artışı bu bölgeleri yeni çekim merkezleri haline getirmiştir.
- Asya yakasında 1 no.lu sektörde, Avrupa yakasında da 9 no.lu sektörde yaşanan hızlı nüfus ve istihdam artışı, merkez kademelenmesinin uygulanması açısından olumlu göstergelerdir. Bunun sonucu olarak, kendine yeterli alt merkezler ortaya çıkmış ve özellikle Asya yakasından Anadolu yakasına iş amaçlı geçişlerde azalmalar gözlenmiştir.
- Asya kıtasında öğrenci sayısının Avrupa kıtasına göre daha az artması okul amaçlı Boğaz geçişlerinin artmasına neden olmuştur.
- Bütün bu göstergeler, arazi kullanımı ile ulaşım talepleri arasındaki doğrudan ilişkiyi göstermektedir. Doğru arazi kullanım kararlarıyla ulaşım taleplerini yönlendirmek ve trafik sorunlarını azaltmak mümkündür.
- 1987 - 1996 yılları arasında azalan yolculuk sürelerinin, 2006 yılında yeniden 1987 yılındaki değerlere yaklaşması, yeni kavşakların yapımının ve yaratılan yeni yol kapasitelerinin ulaşım sorununun çözümü için yeterli olmayacağını göstermektedir. Bu nedenle ulaşım taleplerini yüksek kapasiteli raylı sistem ve diğer toplu taşıma hatları üzerine yönlendirmek ulaşım sorununu çözenin vazgeçilmez yolu olarak ortaya çıkmaktadır.
- Motorlu araçlarla ortalama yolculuk uzunluğu 1996 yılında 15.3 km, 2006 yılında ise 11.5 km olarak tahmin edilmiştir. Araçlı ortalama yolculuk uzunluğunun kısalmasına karşın ortalama yolculuk süresinin 40.7 dakikadan 48.1 dakikaya çıkmasının ana nedeni, trafik tıkanıklığının son on yılda önemli ölçüde artmış olmasıdır. Bu durum, kentin iki yakasındaki nüfus ve istihdam dağılımı oranlarının son on yılda değişmemiş olmasına karşın Boğaz geçişlerinin oransal olarak azalmasını da açıklamaktadır.

- Motorlu araç sayısındaki hızlı artışa ve kişi başına ortalama gelirin yükselmesine karşın, İstanbul'da araçlı hareketlilik değerinin son on yılda azalmış olmasını iki nedene bağlamak mümkündür: a) Evhalkı anketlerinde yolculuklar eksik saptanmıştır, b) Ulaşım gittikçe zorlaştığı ve daha çok zaman aldığı için kentliler araçlı yolculuklarını kısıtlamaktadır. Anketler üzerindeki değerlendirme çalışmaları bu bildirin yazıldığı tarihte henüz tamamlanmamış olduğundan bu konuda bir sonuca varmak mümkün değildir.
- Aynı nedenle, türel dağılım oranlarının son on yıldaki değişimi konusunda da gerçekçi bir değerlendirme yapmak mümkün değildir. Son on yılda türel dağılımdaki en önemli değişim iş ve okul servis araçlarının payındaki önemli artıştır. Bu artışın, kısmen, servis araçlarının kullanılmadığı ev-diğer ve diğer amaçlı yolculukların 2006 yılı evhalkı anketlerinde eksik bildirilmesinden kaynaklanması olasıdır.

Kaynaklar

- Şengül, S. (2007) İstanbul'da Arazi Kullanımındaki Değişimlerin Ulaşım Talebi üzerindeki Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- İBB (2006) Ulaşım Ana Planı 1. Aşama Analitik Etüt ve Model Kalibrasyonu İşi, Hane Halkı Anketleri. Bimtaş, İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı, Ulaşım Planlama Müdürlüğü, İstanbul.
- İTÜ (1996) İstanbul Ulaşım Ana Planı, Ev Halkı Anketleri Sonuçları ve Ulaşım Modeli Kalibrasyon Raporu. İTÜ Ulaştırma ve Ulaşım Araçları UYG-AR Merkezi, İstanbul.

Ulaştırma Sistem Performansı Arttırımına Yönelik Arazi Kullanımı Optimizasyonu Ankara Örneği

Berna Alaylı

İnş Yük. Müh.

(Yüksek Lisans: ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ulaştırma Bölümü)

ALTYAPI Mühendislik Danışmanlık Taahhüt ve Tic. Ltd. Şti.

Naci Çakır Mah. 6.Sok. No:11/5 Dikmen/Çankaya/ANKARA

Tel : (+90) 312 4780728

Fax : (+90) 312 4780729

E-Mail : bernaalayli@hotmail.com

Mobil Tel : 0 536 551 80 18

Ayhan İNAL

Prof. Dr. : ODTÜ, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ulaştırma Bölümü Öğretim Üyesi

Tel : +90 312 2102467

Fax : +90 312 2105401

E-Mail : inal@metu.edu.tr

Öz

Bu çalışma kentsel arazi kullanımının, ulaştırma sistemi performansı üzerindeki etkilerini; nüfus yoğunluğu, heterojen yada tek yönlü arazi kullanımı, konut-iş dengesi, sokak desenleri, toplu taşıma uygunluk gibi çeşitli arazi kullanımı faktörleri açısından incelemektedir. İncelenen çalışmalar, kentsel arazi kullanımının; kişi başına ortalama yolculuk mesafeleri, servis seviyesi, hava kalitesi ve enerji tüketimi gibi ulaştırma sistemi performans faktörleri üzerine önemli etkileri olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlara dayanarak, son yıllarda artan özel otomobile bağımlı kentsel gelişmeler ve beraberinde getirdiği sorunların altında yatan temel nedenlerden birinin, arazi kullanımı ve ulaşım sistemi arasındaki koordinasyon eksikliği olduğu sonucuna varılmıştır.

Elde edilen çıkarımlar ışığında; Ankara kentinde arazi kullanımının ulaşım sistemi üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Ulaşım planlama kararları, uygulamadaki aksaklıklar ve beraberinde getirdiği sorunlar; arazi kullanımı ve ulaşım etkileşimi açısından tartışılmıştır. Ankara'daki türel dağılıma bakıldığında motorlu taşıtlarla yapılan yolculuklarda özel otomobilin payının artış eğilimi gösterdiği gözlenmiştir. Bunun altında yatan başlıca nedenlerin ulaşım ve arazi kullanımı arasındaki koordinasyon eksikliğinin meydana getirdiği özel otomobile bağımlı kentsel formlar ve özel otomobile öncelik tanıyıp yayaları dikkate almayan uygulamalar olduğu görülmektedir. Bununla birlikte tek yönlü arazi kullanımı da; konut-iş dengesizliği, artan yolculuk mesafeleri ve yönsel dağılımlarda dengesizlikler yaratmaktadır. Ankara'nın bu ulaşım sorunlarını aşabilmesi için planlama ve uygulama aşamalarında arazi kullanımı-ulaşım arasındaki koordinasyonu sağlaması gerekmektedir. Buna bağılı olarak heterojen arazi kullanımı artırılarak konut-iş dengesi sağlanmalıdır. Özel otomobile öncelik tanıyan uygulamalara son verilerek toplu taşıma ve yaya ulaşımına

öncelik verilmelidir. Özellikle yeni yerleşim bölgelerinde toplu taşıma uygun olduğu incelenen çalışmalarda görülen ızgara biçimli sokak desenleri ve küçük blok boyutları seçilmelidir.

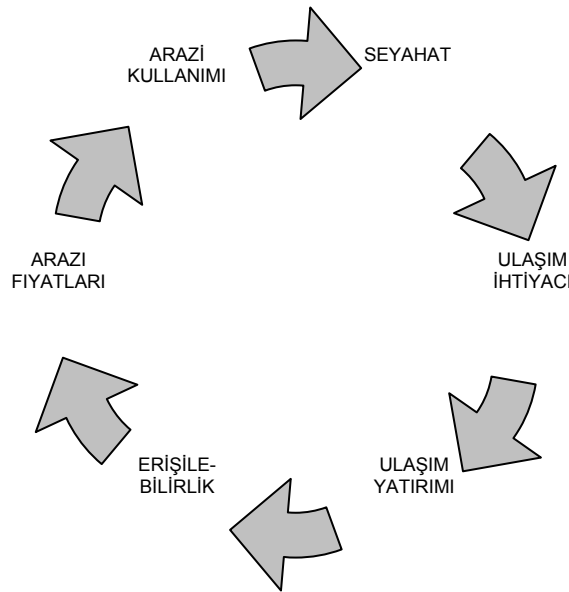
Anahtar Kelimeler: Kentiçi ulaşım, arazi kullanımı, otomobil bağımlılığı, toplu taşıma, Ankara.

Giriş

Son yıllarda yapılan çalışmalar, kentsel arazi kullanımının, ulaştırma sistemi performansı üzerine önemli etkileri olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlara dayanarak, artan özel otomobile bağımlı kentsel gelişmeler ve beraberinde getirdiği sorunların altında yatan temel nedenlerden birinin, arazi kullanımı ve ulaşım sistemi arasındaki koordinasyon eksikliği olduğu sonucuna varılmıştır.

Ulaşım ve Arazi kullanımı arasındaki etkileşim

Ulaşım ve arazi kullanımı arasındaki ilişki en basit şekilde aşağıdaki döngü ile ifade edilebilir (Şekil 1).



Şekil 1: Ulaşım ve arazi kullanımı döngüsü (Khisty ve Lall, 1990)

Şekilden görüldüğü gibi aktivitelerin araziye yayılımına bağlı olarak oluşan seyahatler ulaşım ihtiyacını doğurmaktadır, buna bağlı olarak ulaşım alt yapısı oluşturulması süreci tetiklenmiş olmaktadır. Bunun ardından ulaşım alt yapısı bulunduğu bölgenin erişilebilirliğini artırarak arazi değerini ve arazi kullanımını etkilemektedir. Değişen arazi kullanımının oluşturacağı seyahatlerle döngü devam etmektedir. (Khisty ve Lall, 1990)

Performans kriterleri

Bu çalışmada yukarıda açıklanan etkileşim prensibinden yola çıkılarak, arazi kullanımının ulaşım sistemi üzerindeki etkileri performans kriterleri yardımıyla, çeşitli arazi kullanımı faktörleri açısından incelenmiştir.

Arazi kullanımının ulaşım sistemi üzerindeki etkisini incelemek üzere kullanılan performans kriterleri aşağıda listelenmiştir. Bunlar:

- Erişilebilirlik
- Hareketlilik
- Servis seviyesi
- Trafik sıklığı
- Gecikme
- Seyahat süresi
- Türel dağılım
- Toplam araç kilometresi
- Hava kalitesi
- Güvenlik
- Eşitlik
- Maliyet
- Güvenilirlik

Arazi kullanımı faktörleri ise;

- Erişilebilirlik
- Yoğunluk
- Heterojen arazi kullanımı
- Yol ağı tasarımı
- Toplu taşıma erişilebilirliği

dir. (Litman, T., 2005a), (Litman, T., 2005b)

Erişilebilirlik

Erişilebilirlik ihtiyaç duyulan nesne,servis ve aktivitelere ulaşabilme imkanı olarak tanımlanmaktadır. Yapılan çalışmalar merkezi bölgelerin, ızgara desenli yol ağlarının erişilebilirliği arttırdığını ve güzergah opsiyonlarının seyahat mesafesini azalttığını göstermektedir (VTPI, 2005a).

Yoğunluk

Yoğunluk belli bir bölgedeki insan yada iş yeri sayısı ile ifade edilmektedir.

Çalışmalar yoğunluk arttıkça;

- Otomobil bağımlılığının arttığını
- Otoyola bağlı olmayan diğer türlerin (toplutaşım,yürümek ve bisiklete binmek) türel dağılımdaki payının arttığını
- Ulaştırma kullanılan enerjinin, araç sahipliğinin, toplam katedilen seyahat mesafesinin azaldığını göstermektedir.

(VTPI, 2005b), (VTPI, 2005a), (Diepen, 2000), (Holtzclaw, 1994), (Kuzmyak, Pratt, Douglas, Spielberg, 2003), (Fouchier, 1996b), (Newman, Kenworthy, Laube, Barter, Raad, Paboon, ve Gulia, 1999)

Heterojen arazi kullanımı

Heterojen arazi kullanımı, konut, ticari,rekreasyonel ve eğitim amaçlı gibi arazi kullanımının birbirine göre yakınlığı olarak tanımlanabilir. (Handy, Boarnet, Ewing, Killingsworth, 2002)

Heterojen arazi kullanımıyla sağlanan ev-iş dengesi sayesinde insanların işlerine yakın ikamet edebilmeleri sağlanabilmektedir.Çalışmalar heterojen arazi kullanımının;

- Özel oto kullanımını azalttığını
- Seyahat mesafelerini kısalttığını,

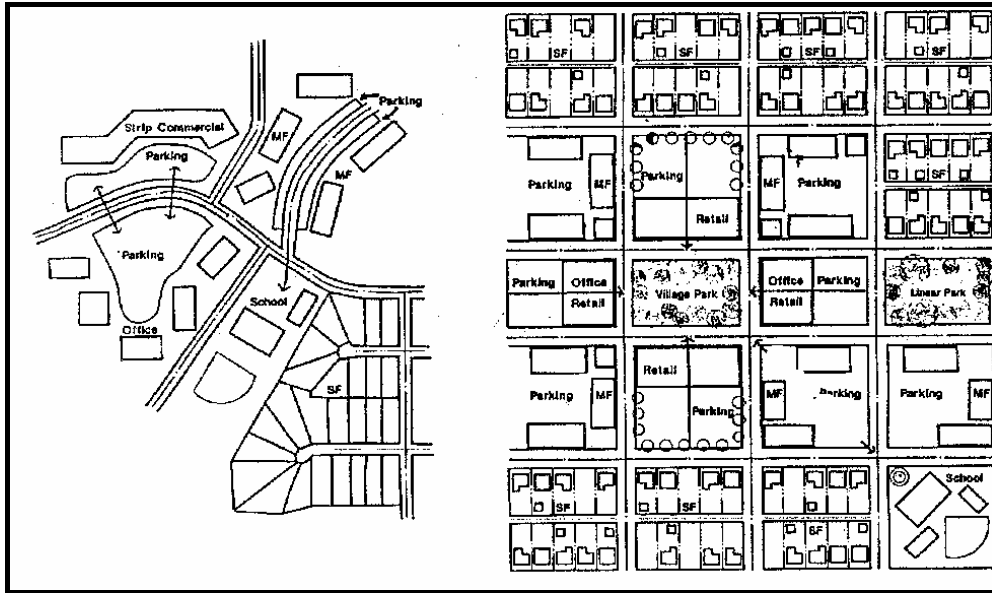
- Otomobile bağımlı olmayan (toplutaşım, bisiklet ve yaya ulaşımı) ulaşım türlerini kullanmayı teşvik ettiğini göstermektedir. (Vernez-Moudon ve diğ., 2003), (VTPI, 2005a), (Cervero, & Kockelman, 1997). (Frank and Pivo, 1994), (Holtzclaw, 1994), (Van ve Senior (2000), (Cervero ,1988), (Cervero, 1991), (Cervero, 1989)

Yol ağı tasarımı

İncelenen çalışmalar ışığında iki ana yol ağı desenini temel alan iki temel gelişim bulunmaktadır (Şekil 2).

Bunlar;

1. Konvansiyonel kentsel gelişim: Zayıf bağlantılı, hiyerarşik ve içinde çıkmaz sokaklar barındıran bir arazi gelişim şeklidir. Bu yapı varış noktasına olan uzaklığı artırarak, trafiği ana arterlerde topladığı için, yayalar yönünden elverişli değildir. Yüksek hız ve trafik hacmi yaratarak hareketliliği ön plana çıkarmaktadır. (Kulash, 1990).
2. Geleneksel (neo-geleneksel) kentsel gelişim: Izgara biçimli, yoğun bir yol ağına sahiptir. Bu nedenle erişilebilirlik ön plandadır. Daha dolaysız ve kısa mesafeli seyahatlere izin vermektedir. Trafik hacmi daha fazla yol kesimine dağılabildiğinden trafik hacimleri diğer sisteme göre düşüktür ve bu da yaya trafiği için elverişli bir ortam yaratmaktadır. Ayrıca artan kavşak sayısı nedeniyle düşük hız ve daha fazla dönüş noktası meydana gelmektedir. (VTPI, 2005c). (Kulash, 1990), (Deakin, Homburger, Bosselman, Smith ve Beukers, 1989), (Southworth ve Ben Joseph, 1997), (Kulash, 1990), (CPW, 2003), (Vernez-Moudon ve diğ., 2003)., (Southworth ve Owen, 1993, Southworth ve Ben Joseph , 1997, de alıntı yapıldığı gibi), (Alba, 2003, Alba and Beimborn, 2004 te alıntı yapıldığı gibi).



Hiyerarşik yol ağı (Konvansiyonel sistem)
Izgara biçimli yol ağı (Geleneksel-neo)

geleneksel sistem)

Şekil 2: Hiyerarşik ve ızgara biçimli yol ağları (Kulash, Anglin and Marks, 1990, Crane, 1999 da alıntı yapıldığı gibi)

Toplutaşım odaklı kentsel gelişme

Toplutaşım odaklı gelişmeler nŭfus yoğunluğu yŭksek, heterojen arazi kullanımının yoğun olduğu, toplutaşım istasyonunu odak alan ve yoğunluğu odaktan uzaklařtıķa azalan bir kentsel gelişimdir. Toplutaşımı destekleyen kentsel gelişimlerin ortak űzelliklerine bakıldığında; merkezi iř alanının gŭcľu bir toplutaşım sistemi oluşturmaya elverecek kadar ekonomik potansiyel taşıdığı ve yoğun yaya trafiğine elverişli bir çevreye sahip olduğu gűrűlmektedir. Bununla birlikte merkezde toplanan yoğunluğu yŭksek radyal ulaşım kordorları, yŭksek yoğunluklu konut alanları, sınırlı¹ sayıdaki alt merkezler, ızgara biçimli yol ağları, toplutaşım istasyonlarının yanında bulunan otoparklar ve yaya trafiğini destekleyen çevreler toplutaşım odaklı sistemin genel űzellikleridir. (Cervero ve Bernick, 1996), (VTPI, 2005d), (Newman ve Kenworthy ve dię.,1999), (Pushkarev ve Zupan, 1977), (Cervero ve Zupan, 1996a), (Cervero, 1989), (Cervero,1988), (Cervero ve Kockelman, 1997), (Cervero, 1991), (Eash),(Cervero ve Zupan (1996b), (Babalık , 2002), (Cervero ve Radisch, 1995)

Ankara űrneęi

Ankara'da nŭfus yoğunluğu

Tarihsel sűreçte Ankara'daki nŭfus yoęunluęundaki deęiřim incelendięinde, azalan bir eęilim olduęu gűrűlmektedir.(Tablo 1)

Tablo 1: Alan ve nŭfusa baęlı olarak tarihsel sűreçte Ankara'daki nŭfus yoęunluęundaki deęiřim (Çalıřkan, 2004).

	Kentsel Alan (hektar)	Nŭfus	Kentsel Alandaki artış oranı (%)	Nŭfustaki artış oranı (%)	Yoğunluk (hektar başına kişi sayısı)
1927	300	74,553	-	-	248
1932	710	110,000	136	47.5	154
1945	1,900	220,000	167	100	115
1956	3,650	455,000	92.1	106.8	124
1970	14,000	1,236,152	283.5	171.6	88
1985	27,000	2,304,166	92.8	86.3	85
1990	56,000	2,584,594	107.4	12.1	46
1997	62,000	2,949,771	10.7	14.1	47
2000	66,000	3,237,679	6.4	9.7	49

1990 lardan sonra kentteki dıřa doęru bűyűme Ankara nŭfus yoęunluęu ortalamasını (49 kiři/hektar) aynı dűnemdeki Avrupa ortalamasına yakınlılařtırmıřtır. Ancak űzerinde

¹ Burada sınırlı kavramı; verimli bir toplutaşım sistemine olanak sağlayacak nŭfus yoğunluğuna sahip alt merkezlerin oluşmasını engellemeyecek sayıda alt merkez oluşumuna izin verilmesi anlamına gelmektedir.

yerleşim bulunan alana (kullanılan alan=built-up area) bakıldığında (152 kişi/hektar), Ankara'nın nüfus açısından Avrupa kentlerinden daha yoğun bir yapısı olduğu söylenebilir. Yıllık ortalama yolcu-km'leri de bu savı doğrulamaktadır. Ankara için kişi başına yıllık ortalama yolcu km değeri 5541km/kişi olurken Avrupa kentleri için bu değer 8496 km/kişi' ye çıkmaktadır (Çalışkan, 2004).

Ankara'da türel dağılım

Ankara'daki modal dağılım ve özel ve toplu taşımayı kullanan yolcu sayılarındaki değişim incelendiğinde geçmişten günümüze doğru toplu taşımanın payında ve yolcu sayısında bir azalma eğilimi gözlenmektedir (Tablo2 ve Tablo3). Ankara'daki düşük gelir seviyesi ve yüksek akaryakıt fiyatlarına rağmen bu azalış eğilimi devam etmektedir. (ABB, 1998) (EGO, 1995c) (Akar, 2004) (EGO, 2005a) (Tekeli, 1987)

Tablo 2: Araçlı yolculukların modal dağılımı (1990-2005)

	% yolcu (motorize) (1990)	% yolcu (motorize) (1992)	% yolcu (motorize) (2003)	% yolcu (motorize) (2005)
Toplam toplu taşımacılık	77,7	75,9	75,6	71,1
Toplam özel taşımacılık	22,3	24,1	24,4	28,9

Table 3: Toplu taşımacılık ve özel taşımacılıkta yolcu sayısındaki değişim (1990-2005)

	1990	1992		2003		2005	
	Taşınan yolcu sayısı	Taşınan yolcu sayısı	% değişim (1990-1992)	Taşınan yolcu sayısı	% değişim (1992-2003)	Taşınan yolcu sayısı	% değişim (2003-2005)
Toplam toplu taşımacılık	2354414	2503862	6,35	3130000	25,01	3021000	-3,48
Toplam özel taşımacılık	677047	794744	17,38	1010000	27,08	1230000	21,78

Artan otomobil kullanımı altında yatan nedenler

Artan otomobil kullanımı altında yatan nedenlerin başında ulaşım ve arazi kullanımı arasındaki koordinasyon eksikliği gelmektedir. Ulaşım Ana Planında ulaşım ve arazi kullanımı entegrasyonu temel ilke olarak belirlenmesine rağmen uygulanmadığı görülmektedir. Otomobil kullanımını teşvik edici etmenlerin başında otomobile öncelik veren uygulamalar gelmektedir. Kuşulu Park kavşağındaki katlı kavşak uygulamaları ve Eskişehir yolundaki yol genişletme çalışmaları bunun en belirgin örnekleridir. Eskişehir yolundaki bu uygulamaların halen inşa edilmekte olan raylı sistem için performans düşürücü etki yapması kaçınılmaz görünmektedir. (Ankara Büyükşehir Belediyesi, 2006), (TMMOB, 2004)

Ankara gibi yol ağları merkezde kesişen kentler için trafik sıkışıklığı ana ulaşım problemlerinden biridir. Otomobil kullanımı için çeşitli caydırıcı politikalar ve merkezde birleşen koridorları kesen dairesel yol ağları, trafik sıkışıklığını çözmek için katlı kavşak inşa etmek yerine tercih edilebilecek çözümlerdir. (Cervero, 1998),(Akar, 2004)

Büyük alışveriş kompleksleri için seçilen rastgele yerler de otomobil kullanımını özendirir. Bu tip kompleksler Ankamall örneğinde olduğu gibi mümkün olduğunca toplu taşıma istasyonlarına yakın yerlere inşa edilerek alternatif ulaşım araçlarına imkan verilmelidir.

Ankara'da Ulaşım Ana Planıyla çelişen ve yayaları gözardı eden uygulamalar, yaya trafiğini gün geçtikçe azaltmaktadır. Meşrutiyet caddesindeki yaya üst geçitleri uygunsuz çözümlerin örneklerini oluşturmaktadır. Bu caddedeki yaya üst geçitleri kullanılmayan yatırımlar olmanın yanı sıra yaya kaldırımlarını işgal ederek yaya geçişlerini zorlaştırmaktadır. Ayrıca yol genişliklerinin ve dönüş yarıçaplarının standartlara uygun olmaması hız kontrolünü zorlaştırarak yüksek hızlara neden olabilmektedir. (TMMOB, 2004), (EGO, 1995b)

Ankara'nın yarı dağınık- yarı konsantre (hybrid form) olan arazi kullanımı da toplu taşıma sisteminin kalitesini düşürmekte, Ulaşım Ana Planına ters düşerek otomobil kullanımını teşvik edici rol oynamaktadır (Cervero, 1998).

Tablo 4: 1930'den 1985'e motorize olan ve motorize olmayan seyahatlerin ulaşım içindeki payları (Tekeli, 1987)

YIL	TOPLAM MOTORİZE ULAŞIM (%)	TOPLAM MOTORİZE OLMAYAN ULAŞIM (%)
1930	13	87
1935	22	78
1940	27	73
1945	25	75
1950	35	65
1955	50	50
1960	52	48
1965	56	44
1970	70	30
1975	70	30
1980	80	20
1985	81	19

Ankara'da heterojen arazi kullanımı ve iş-konut dengesizliği

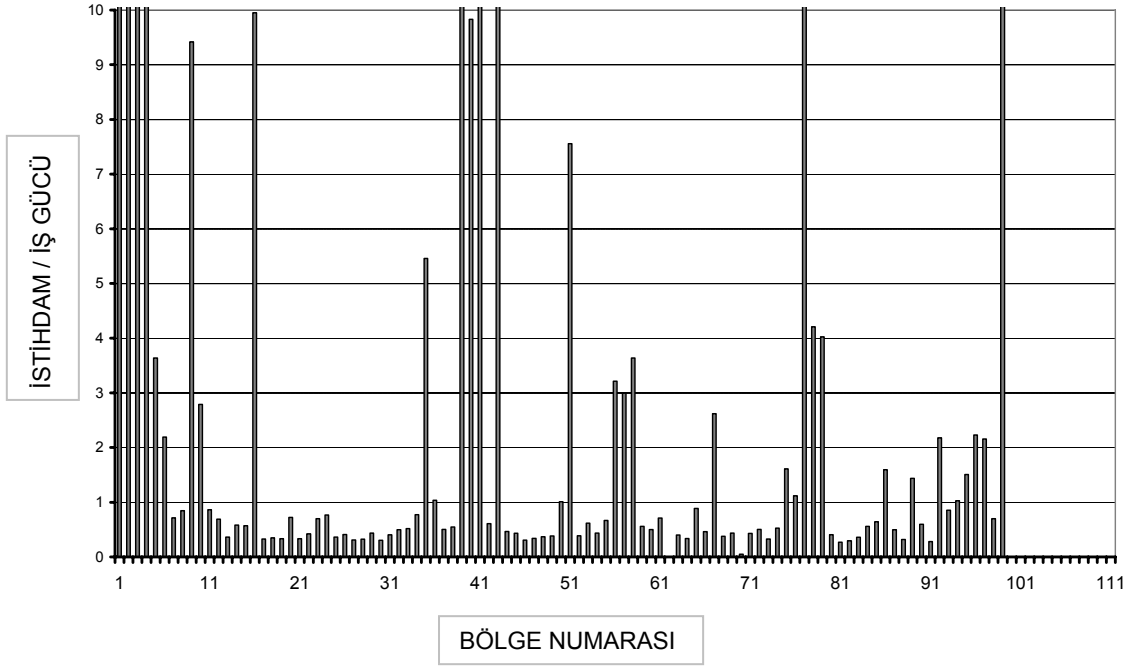
Ankara'da ana arazi kullanımları incelendiğinde konut, endüstriyel, ticari ve kamu alanlarının büyük arazi parçaları şeklinde dağıldığını görmekteyiz. (EGO, 1994). Bu nedenle Ankara iş-konut dengesinin sağlandığı kendi kendine yeten semtler yaratma konusunda başarılı olamamıştır. Bu durum aşağıda bir grafikte açıklanacaktır.

Ankara için iş gücü ve istihdam sayıları 99 bölgeye göre 1995 Ulaşım Ana Planından alınmıştır (Harita 1) (EGO, 1995a). Burada iş gücü, konut alanlarını, istihdam, iş alanlarını temsil etmektedir. Bu verilere göre iş/konut (istihdam/iş gücü) oranları

bölgelere göre hesaplanmıştır. Margolis (1973) 'e göre bu oran 0.75-1.25 arasında olduğunda alan dengeli kabul edilmektedir. Sonuçta birçok bölgenin kabul edilebilir değerlerin uzağında olduğu Şekil 3 'ten görülmektedir¹.



Harita 1: Bölge sınırları (EGO, 1995a).



Şekil 3 : Bölgelere göre iş/konut oranları²

İş-konut dengesizliği örnekleri Çayyolu ve Keçiören

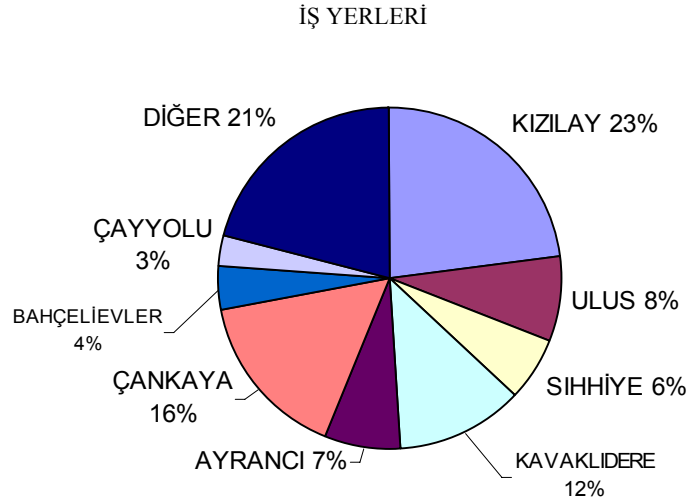
Çayyolunda iş-konut dengesizliği ve otomobil bağımlılığı

Çayyolu düşük yoğunluklu, otomobile bağımlı ve homojen arazi kullanımının yaygın

¹ İş/konut oranlaması yapılırken seçilen alanın bölge özelliklerini yansıtmak üzere belirlenmesi gerekmektedir. Çok büyük ve çok küçük alanların bölge özelliklerini temsil edememe ihtimali göz önünde bulundurulduğunda aşağıda verilen grafiğin bu konuda sadece fikir verebileceği dikkate alınmalıdır.

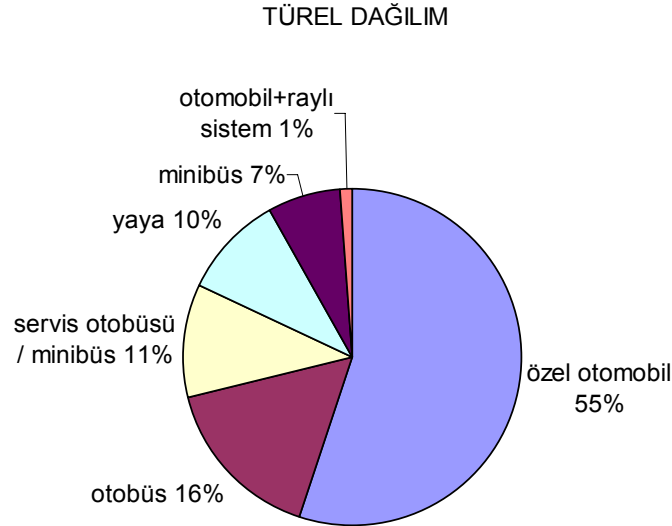
² Yüksek iş/konut oranları grafikte netlik sağlanabilmesi için tamamıyla gösterilmemiştir.

olduğu bir bölgedir. Bölgede çok sayıda çıkmaz sokak ve dairesel sokak (curvilinear) , sınırlı sayıda alışveriş alanı ve iş alanı bulunmaktadır. Bu nedenle bölge sakinlerinin çok büyük bir kısmı bölge dışında çalışmaktadır (Şekil 4). Bölgede ayrıca yayalar için elverişli bir ortam bulunmamaktadır. (Zorlu, 2006) (Ankara Büyükşehir Belediyesi) (EGO, 2004)



Şekil 4: Çayyolu'ndaki çalışanların çalışma alanları oranları, (Zorlu, 2006).

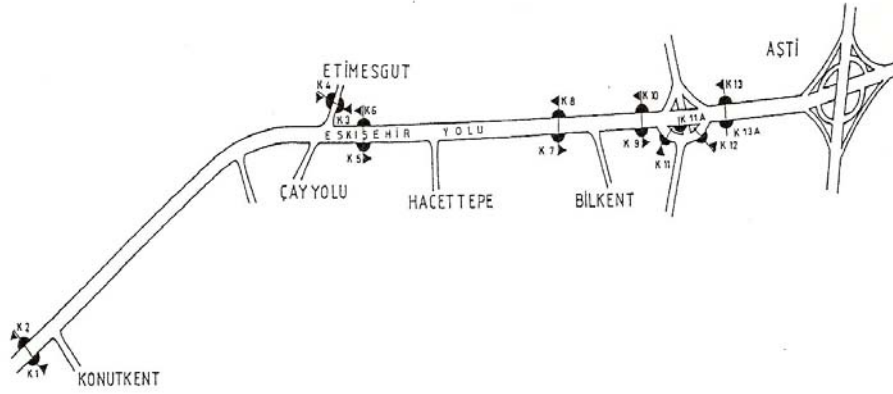
Bütün bu elverişsiz koşullar sonucu otomobille seyahat temel tür haline gelirken (%55) yaya seyahatleri sadece %10 luk bir pay alabilmiştir (Zorlu, 2006) (Şekil 5).



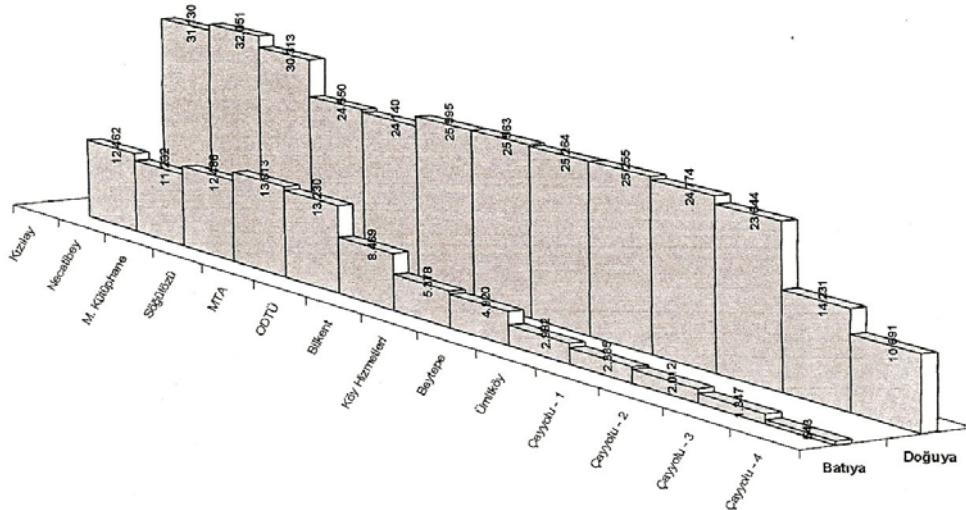
Şekil 5 : İnceleme alanı(Çayyolu) türel dağılımı, (Zorlu, 2006).

Kızılay-Çayyolu Metro Projesi için hazırlanan Ulaşım Etüdü de bu durumu doğrulamaktadır. Şekil 6 da verilen güzergah için yapılan çalışmada Çayyolu bölgesinin ürettiği (6494 yolcu/zirve saat) kadar seyahat çekemediği (2180 yolcu/zirve saat) ortaya konmuştur. Ayrıca 2015 raylı sistem trafik hacimleri için yapılan projeksiyonda gidiş ve

dönüş yönlerindeki trafik hacimlerinde dengesizlik olduğu görülmüştür. (EGO, 2004). (Şekil 7)



Şekil 6: Eskişehir Yolu trafik kordon sayım istasyonları. (ATTIS, 1998, EGO, 2004 de alıntı yapıldığı gibi)



Şekil 7: Kızılay-Çayyolu Metro Sistemi zirve saat yolcu hacimleri, 2015 (EGO, 2004).

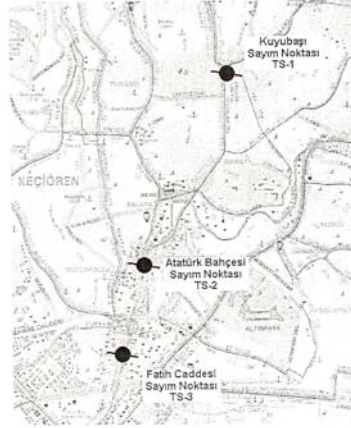
Bu bulgular sonucunda aşağıda verilen öneriler getirilmiştir.

- İş imkanları ve alışveriş imkanları artırılmalıdır.
- Yayalar için sürekli bir yaya yolu oluşturulmalı ve trafik yavaşlatması uygulanmalıdır.
- Bir bisiklet yoluna da metro projesinin tamamlanmasından sonra ihtiyaç duyulacaktır.

Keçiören'de iş-konut dengesizliği

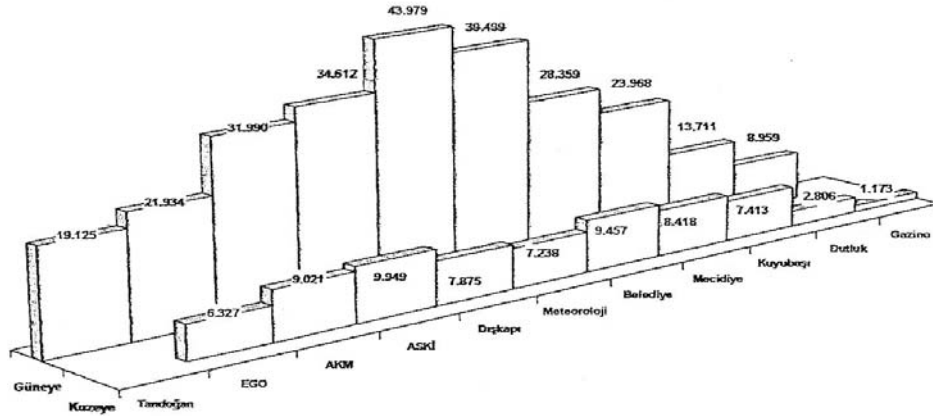
- Keçiören nüfus yoğunluğu yüksek, homojen arazi kullanımı olan ve sınırlı iş imkanlarına sahip bir alandır. Bu özelliklerin sonucu olarak gidiş ve dönüş yönlerinde özellikle sabah ve akşam zirve periyotlarında dengesiz bir trafik akışı oluşmaktadır. Tandoğan-Keçiören Metro projesi için hazırlanan Ulaşım Etüdü de bu durumu doğrulamaktadır. Kordon sayım sonucu Keçiören'e yönelen trafiğin Kızılaya yönelen trafiğin ancak %30'u olabildiği görülmüştür

(=18301/62590 yolcu/zirve period-07:00-10:00 saatleri arası) (EGO, 2005b)
(Şekil 8).



Şekil 8: Keçiören Metro Koridoru kordon sayım istasyonları, (EGO, 2005b).

Ayrıca 2015 yılına yönelik raylı sistem trafik hacimleri için yapılan projeksiyonda homojen kullanımın neden olduğu bu dengesiz dağılımın devam edeceği görülmektedir. (Şekil 9) (EGO, 2005b)



Şekil 9: Tandoğan-Keçiören Metro Sistemi zirve saat yolcu hacimleri, 2015 (EGO, 2005b).

Keçiören için Öneriler

- İş imkanları yaratılmalıdır.
- Yayalar için elverişli ve güvenli bir çevre yaratılmalı ve yaya geçitleri oluşturulmalıdır.
- Yaya bölgeleri ve bu bölgelerin toplu taşıma ağı ile entegrasyonu sağlanmalıdır.
- Trafik yavaşlatma uygulamaları yapılmalıdır.

Ankara için sonuç ve öneriler

- Arazi kullanımı-ulaşım entegrasyonu planlama ve uygulama aşamalarında sağlanmalıdır.
- İş-konut dengesi homojen arazi kullanımı olan konut bölgelerinde, uzun seyahat(commuting distance) mesafelerini önlemek için uygulanmaya çalışılmalıdır.
- Yatay ve düşey yönde heterojen arazi kullanımı uygulanmalıdır.
- Otomobil kullanımını özendiren katlı kavşak ve yol genişletme uygulamaları durdurulmalıdır. Aksi takdirde insanlar raylı sistemi kullanmak yerine otomobillerini kullanmayı tercih edeceklerdir.
- Büyük alışveriş merkezleri mümkün olduğunca toplu taşıma istasyonlarına yakın yer seçmelidir.
- Toplu taşıma özendirmek için otobüs önceliği getiren düzenlemeler yapılmalıdır.
- Şehir merkezi yayalara ve toplu taşıma ayrılmalıdır.
- Yayalar için makul yaya geçitleri ve yaya kaldırımları ağı oluşturulmalıdır.
- Yeni kentsel gelişimlerde muhtemel toplu taşıma ağları gözönünde bulundurularak planlama yapılmalıdır. Çıkmaz sokak ve dairesel sokak desenlerinden mümkün olduğunca kaçınılmalıdır.
- Izgara biçimli sokak desenleri topoğrafya elverdiği sürece tercih edilmelidir.
- Blok boyutları, seyahat mesafelerini minimize edebilmek ve yaya trafiğini artırmak için olabildiğince küçük seçilmelidir.

Kaynaklar

Ankara Büyükşehir Belediyesi, (2006), "İlçe Belediyeleri ve İlk Kademe Belediyeleri Faaliyetleri Hakkında Bilgilendirme Yayın Organı", v.94, pp.8-9, Ankara.

Ankara Büyükşehir Belediyesi, "Ankara Kent Planı", EGO Genel Müdürlüğü, Ankara.

Akar, G. (2004). "Automobile Travel Reduction in Urban Areas and City Centers, Case Study: Ankara." (Unpublished MCP thesis), Department of Civil Engineering, Middle East Technical University, Ankara.

Alba, C. A., Beimborn, E., 2004. "Relationship Between Land Use Patterns and Highway Widening", Center for Urban Transportation Studies University of Wisconsin, Milwaukee.

Ankara Büyükşehir Belediyesi, 1998. Ankara 2025. "Nazım Plan Çalışması Raporu", Ankara Büyükşehir Belediyesi , Ankara.

Babalık-Sutcliffe E., 2002. "Urban rail systems: analysis of the factors behind success", Transport Reviews, Vol.22, No. 4, 415-447, Taylor & Francis Ltd.

Cervero, R., (1988). "Land-Use Mixing and Suburban Mobility", UCTC No. 3, Transportation Quarterly, Vol. 42, No. 3, pp. 429-446, The University of California Transportation Center, University of California, Berkeley.

Cervero, R., (1989), "Jobs-Housing Balancing and Regional Mobility", UCTC No. 50, APA Journal, pp. 136-150, The University of California Transportation Center, University of California, Berkeley.

Cervero, R., (1991). "Land Uses and Travel at Suburban Activity Centers", UCTC No. 91, Transportation Quarterly, Vol. 45, No. 4, pp. 479-491, The University of California Transportation Center, University of California, Berkeley.

Cervero, R. (1998). "The Transit Metropolis", Island Press, Washington D.C

Cervero, R. & Bernick, M., 1996. "Transit villages in the 21 th Century", USA: McGraw-Hill.

Cervero, R. & Kockelman, K. (1997). "Travel Demand And The 3ds: Density, Diversity, And Design", Transportation Research D, Vol. 2, No. 3, pp. 199-219, UK: Elsevier Science Ltd.

Cervero, R. & Radisch, C., 1995. "Travel Choices in Pedestrian Versus Automobile Oriented Neighborhoods", UCTC No 281, The University of California Transportation Center, University of California, Berkeley.

Cervero, R. & Zupan J., 1996a. "TCRP Project H-1, Transit and Urban Form, Commuter and light rail transit corridors: The land use connection", Transit Cooperative Research Program, Transportation Research Board, National Research Council

Cervero, R. & Zupan J., 1996b. “Transit and Urban Form, Part I: Transit, Urban Form, and the Built Environment: A Summary of Knowledge”, Transit Cooperative Research Program, Transportation Research Board, National Research Council.

Community Planning Workshop. (2003). “Connecting Transportation & Land Use Planning: Street connectivity”, University of Oregon, http://darkwing.uoregon.edu/~cpw/projects/pdf/featured/tgm_2003/Educational%20materials/Street%20Connectivity_Brief.pdf

Crane, R., 1999. “The Impacts of Urban Form on Travel: A Critical Review”, Working Paper, Lincoln Institute of Land Policy.

Çalışkan, O. (2004). “Urban Compactness, A study of Ankara Urban Form”, (Unpublished MCP thesis), Department of City and Regional Planning in Urban Design, Middle East Technical University, Ankara.

Deakin E. A., Homburger W. S., Bosselman P. C., Smith D. T., Beukers, B. (1989) “Residential street design and traffic control”, USA: Prentice Hall

Diepen, A. V. (2000). “Trip Making and urban density: comparing British and Dutch survey data”. Roo, G. D. & Miller, D. (Eds.). Compact cities and sustainable urban development (251-259). England: Ashgate Publishing Company

Eash, R. “Incorporating Urban Design Variables in Metropolitan Planning Organizations” Travel Demand Models, Chicago Area Transportation Study.

EGO, (1994). “Ankara 2015 Ulaşım Ana Planı-Ana Arazi Kullanımları”, Ankara Büyükşehir Belediyesi, EGO Genel Müdürlüğü, Ulaşım Planlama ve Raylı Sistem Dairesi Başkanlığı, Ankara.

EGO, (1995a). “Ankara Ulaşım Ana Planı Arastırma Raporu”, Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, Ulaşım Planlama ve Raylı Sistem Dairesi Başkanlığı, Ankara.

EGO, (1995b). “Ankara Ulaşım Ana Planı İlke Hedef ve Politikaları ve Plan Açıklama Notları”, Ankara Büyükşehir Belediyesi, EGO Genel Müdürlüğü, Ulaşım Planlama ve Raylı Sistem Dairesi Başkanlığı, Ankara.

EGO, (1995c). “1992 Ankara Ulaşım Anketi Sonuç Raporu”, Ankara Büyükşehir Belediyesi, EGO Genel Müdürlüğü, Ulaşım Planlama ve Raylı Sistem Dairesi Başkanlığı, Ankara.

EGO, (2004). “Kızılay-Çayyolu Raylı System Ulaşım Etüdü”, Ankara Büyükşehir Belediyesi, Ego Genel Müdürlüğü, Ankara.

EGO, (2005a). “Modal split in Ankara”, Department of Transportation Planning and Rail System, Ankara.

EGO, (2005b). “Tandoğan-Keçiören Hattı Ulaşım Etüdü”, Ankara Büyükşehir

Belediyesi, Ego Genel Müdürlüğü, Ankara.

Fouchier, V. (2000). "The case of the Paris Region, and its urban density and mobility: What do we know? What can we do?" Roo, G. D. & Miller, D. (Eds.) Compact cities and sustainable urban development (241-250), England: Ashgate Publishing Company.

Frank, L. & Pivo, G. (1994) "The impacts of mixed use and density on the utilization of three modes of travel: the single occupant vehicle, transit, and walking", Transportation Research Record 1466, 44—52.

Handy, S. L., Boarnet, M. G., Ewing, R., Killingsworth, R. E. (2002), "How the Built Environment Affects Physical Activity Views from Urban Planning", American Journal of Preventive Medicine; 23(2S):64 –73, Elsevier Science.

Holtzclaw, J. (1994), "Using Residential Patterns and Transit To Decrease Auto Dependence and Costs", Natural Resources Defense Council, <http://www.smartgrowth.org/library/cheers.html>

Kenworthy J. R., Laube F. B., Newman P., Barter P., Raad T., Paboon C., & Gulia B., 1999. "An International Sourcebook of Automobile Dependence in Cities", 1960-1990, Boulder, CO: University Press of Colorado.

Khisty, C. J., & Lall B. K. (1990). "Transportation Engineering (2nd ed)", USA: Prentice Hall International, Inc.

Kulash, W. 1990, "Traditional Neighborhood Development: Will the Traffic Work?", Presentation at the 11th Annual Pedestrian Conference, Bellevue WA.

Kuzmyak, J.R., Pratt, R.H., Douglas, G.B., Spielberg F. (2003). "Land Use and Site Design, Traveler Response to Transportation System Changes", Chapter 15, TCRP Report 95, Transportation Research Board, Washington, D.C.

Litman, T. (2005a), "Land Use Impacts on Transport: How Land Use Patterns Affect Travel Behavior", Victoria Transport Policy Institute, <http://www.vtpi.org/landtravel.pdf>

Litman, T. (2005b), "Evaluating Transportation Land Use Impacts", Victoria Transport Policy Institute, <http://www.vtpi.org/landuse.pdf>

Pushkarev B. S. & Zupan J. M., 1977. "Public transportation and land use policy", Bloomington: Indiana University Press.

Southworth, W. & Ben-Joseph, E. 1997, "Streets and the Shaping of Towns and Cities", USA: McGraw-Hill.

TMMOB, (2004), "Ankara Ulaşımında Yitirilen Bir Dönem ve Bugünkü Durum", İnşaat Mühendisleri Odası, Ankara Şubesi, Ankara.

Tekeli, İ., 1987. "Kent içi yolcu taşıma hizmetlerinin örgütlenmesinin gelişimi". In ODTÜ Şehir ve Bölge Planlama Bölümü Çalışma Grubu (Eds.), Ankara 1985'den

2015'e (65-71), Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, Ankara.

Van, U. P. & Senior, M. (2000). "The contribution of mixed land uses to sustainable travel in cities". Williams K., Burton, E., Jenks, Mike. (Eds.). Achieving sustainable urban forms (139-148). UK: E&FN Spon.

Vernez-Moudon, A., Cail, M., Pergakes, N., Forsyth, C., Lillard, L., (2003), "Strategies and Tools to Implement Transportation-Efficient Development: A Reference Manual. Phase 2 of Integrating Land Use and Transportation Investment Decision Making", Washington State Transportation Center (TRAC), University of Washington.

Victoria Transport Policy Institute, (2005a), "TDM Encyclopedia: Transportation Accessibility, Defining, Evaluating and Improving Accessibility", <http://www.vtpi.org/tdm/tdm84.htm>

Victoria Transport Policy Institute, (2005b), "TDM Encyclopedia: Land Use Density and Clustering", <http://www.vtpi.org/tdm/tdm81.htm>

Victoria Transport Policy Institute, (2005c), "TDM Encyclopedia: Roadway Connectivity, Creating More Connected Roadway and Pathway Networks", <http://www.vtpi.org/tdm/tdm116.htm>

Victoria Transport Policy Institute, (2005d), "TDM Encyclopedia: Transit Oriented Development, Using Public Transit to Create More Accessible and Livable Neighborhoods", <http://www.vtpi.org/tdm/tdm45.htm>

Zorlu, F. (2006). "Traffic Assignment in Transforming Networks Case Study: Ankara". (Unpublished PhD thesis), Department of City and Regional Planning in Urban Design, Middle East Technical University, Ankara.

Türkiye Ulaştırmasının Bölgesel Durumu

Mete Orer

Kuşkondu Sokak 14/4
Çankaya 06690 ANKARA
(312) 439 0753
E-posta : meteorer@mynet.com

Öz

Asırlardan beri doğu ile batı arasındaki köprüyü oluşturan Anadolu Yarımadasına pek çok görevler yüklenmiştir. Bunun bir yenisi de Avrupa Birliği kanalıyla gelmektedir. Üye olalım veya olmayalım bu yükümlülükler taşınacaktır. Yapılacak şey tekniğine uygun planlar yaparak olaylardan en fazla yararı sağlamak olmalıdır. Ancak mevcut durum bunun aksini göstermektedir.

Anahtar Sözcükler : Uluslararası Taşımalar, Üleşim, Ulaşım Koridorları, Ulaşımın Planlanması, AB Ulaşım Yaklaşımı

Giriş

Türkiye; 2 573 km'lik kara sınırına karşılık 8 333 km'lik sahil uzunluğuna sahip, Asya ile Avrupa arasındaki geçiş noktasında bulunan ve bu nedenle iki anakara arasındaki trafiğin bütün ulaşım modları kapsamında ana arteri içinde yer alan bir ülkedir. Kuzeyde Karadeniz'e Güneyde ise Akdeniz'e komşu olmasından dolayı da Balkanları Orta Doğu'ya, Karadeniz'e komşu ülkeleri ise Akdeniz'e bağlayan kilit bir konumdadır. AB üyeliği doğrultusunda ilerlemeyi hedefleyen ve AB kriterlerine uyum sürecindeki Türkiye, kendi içinde tutarlı ve dengeli bir ulaşım politikası oluşturamamanın sıkıntılarını çekerken; özellikleri tamamen farklı, amacına göre iyi gelişmiş Avrupa Ulaştırma Ağı ile bütünleşme aşamasında bulunmaktadır. Olumsuz gibi görünen bu durum, AB çıkarlarını da göz ardı etmeden ülke çıkarlarına endeksli, yurt genelinde modlar arası dengenin sağlandığı bütünleşik bir ulaşım ağını öngören yaklaşımlarla çözüm aranması halinde kaçırılmayacak bir fırsattır. Ancak tek taraflı olarak sadece AB gereksinimlerine cevap vermeyi hedefleyen ve ulusal ulaşım politikamızla örtüşmeyecek unsurları kapsayan yaklaşımların benimsenmesi, ekonomik, siyasi ve askeri faaliyetler bakımından dünyanın en aktif bölgesine denk gelen çok önemli bir stratejik konumdaki ülkemizi bahsi geçen alanlarda büyük zaafiyete uğratacaktır. Öte yandan AB ulaştırma politikalarına uyum ve Avrupa ulaştırma ağı ile bütünleşme sürecinde atılacak her adımın, ulaştırmanın bilimsel ve teknik gerçekleri ile örtüşmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda öncelikle ulaşım ağını oluşturacak iskeletin doğru bir şekilde belirlenmesi, eksiklikleri gidermeye yönelik gereksinimlerin ve bunlara ilişkin proje önerilerinin oluşturulması, maliyetler ve mevcut bütçe doğrultusunda projelerin

önceliklendirilmesi ile mevcut ulaşım ağının idari ve altyapısal olarak irdelenmesi ve olası darboğazların önlenmesi ve aşılmasına ilişkin strateji geliştirilmesi bir zincirin halkaları gibi birbirleri ile sıkı ilişkileri olan ve ancak her aşamanın sağlıklı bir şekilde geçilmesi durumunda sistem bütünlüğünün sağlanabildiği önemli unsurlardır. Gerek ulaşım politikası gerekse ağ entegrasyonu konusunda atılacak yanlış bir adım, ulaşım sisteminde ve dolayısıyla sektörde telafisi çok güç olan hasarlar yaratabilecektir.

Avrupa Ulaşım Ağları

Avrupa Birliği, Birliğin gerektirdiği ulaşım ağını; her ülkenin kendi çıkarlarına göre kararlaştırdığı ulaşım ağını bir dereceye kadar birleştirerek elde etmiştir. Bu ağın oluşturulmasında 5 temel aks kabul edilmiştir. Bu akslar kısaca şu şekilde özetlenebilir.

Deniz Otoyolları: Bu otoyollar Baltık, Barents Denizleri, Atlantik Okyanusu, Akdeniz, Karadeniz ve Hazar Denizi Kıyılarındaki alanlar ile Süveyş Kanalı yoluyla Kızıldenizi birbirine bağlamaktadır.

Kuzey Aksı: Norveç le beraber Kuzey Avrupayı kuzeye, Beyaz Rusya ile Rusya ve daha doğu bölgelerle bağlayacak bir koridor: Barents Denizi bölgesi yoluyla Norveç'i İsveç ve Finlandiya bağlantısıyla Rusya'ya bağlamak da öngörülmektedir.

Orta Aks: Avrupa Birliğinin merkezini Ukrayna ve Karadenize oradan da iç su yolları kanalıyla Hazar Denizine bağlayacak bir akstır. Orta Asya ve Kafkaslara bağlantı da sağlanmış olcaktır Trans Sibiryaya Demiryolu ile Don/Volga Kanalına doğrudan bağlantı ile Baltık Denizine de erişme sağlanacaktır.

Güneydoğu Aksı: Avrupa Birliğini Balkanlar ve Türkiye üzerinden Kafkaslar ve Hazar Denizi olduğu kadar Mısır ve Kızıldenize bağlayacak akstır. Balkan ülkelerine Rusya, İran ve Irak be Basra Körfezine bağlantılar da öngörülmektedir.

Güneybatı Aksı: Güneybatıdaki Avrupa Birliği ülkelerini İsviçre ve Fas'a oradan da trans-magrip bağlantısı ile Fas, Cezayir ve Tunus'u bağlamak üzere tasarlanmıştır. Trans-magrip kanalıyla Mısır ve güneye yönelerek diğer Afrika ülkelerine bağlantılar öngörülmüştür.

Avrupa Birliği önerilen bu aksların trans-Avrupa ağlarını komşu ülkelerin ulaşım ağlarına bağlamak şeklinde uzatılmaları olduğunu beyan ederek bunların ayrıca uluslararası ilişkileri kuvvetlendireceğini ve ticareti güçlendireceğini de eklemektedir. Birlik ayrıca güvenli ve açık huudutların bu tür ilişkiler için ön koşul olduğunu da belirtmektedir.

Görüldüğü gibi bu ağın oluşturulmasında aşama aşama ortakların gereksinimleri göz önünde tutulmuş ve Türkiye'ye "komşu" işlemi uygulanmıştır. Diğer etkileri dikkate alınmaksızın bu kararın en önemli etkisi AB ulşım koridorlarının en iyi olasılıkla ülkemiz içindeki bir noktada, örneğin İstanbul'da sona erecek şekilde tasarlanması ve limanlarımızdan transit taşımaların yok sayılması şeklinde gözlenmektedir. Başka bir deyimle Türkiye bir uç noktası olarak ele alınmıştır. (Decision 884/2004/EC on the Guidelines for trans-European transport networks)

Halbuki ülkemiz iyi bir “Pazar” oluşturmakla beraber ötemizde de İran, Irak ve Orta Asya ülkeleri gibi başka pazarlar da bulunmaktadır. Bu pazarlara ulaşmanın da ulusal yatırımlarla karşılanması düşünülmüş olduğu anlaşılmaktadır.

Ülkemizin Temel Ulaşım Ağları

Ülkemizin ulaşım gereksinimini karşılayacak ulaşım ağının bir etüd sonunda elde edilmediği, aksina çok basit gerekçelerle yeni bağlar eklenen bir ağ olarak geliştiği ortadadır. Bu durumda alınan kararlar temel gereksinimler karşılanmadığı için yeterli yararlar sağlamamaktadır. Bu nedenle önce mevcut ağların durumunu irdelemekte yararlar vardır.

- **Demiryolları:** Ülkemizdeki demiryolu ağı İmparatorluk zamanında oluşturulmaya başlanmıştır. Ancak bu tür yatırımlar ülke çıkarları için değil finansmanı sağlayanların çıkarına göre tasarlandığından halen istenen düzeyde hizmet sunmamaktadır. Halen aynı güzergahta “hızlı tren” işletilmesinde ısrar edilen Ankara – İstanbul hattı; İstanbul – Bağdat hattından Eskişehir Kariyesinde ayrılıp Ankara Kariyesine bağlanan bir şube hattıdır. Birinci bölüm meşhur “garanti kilometrik” ile, ikinci bölümü ise Çarlık Rusyasının baskısı ile çok düşük hızlar için tasarlanan bu hatta teknik nedenlerle köklü değişiklikler yapılmaksızın hızı artırmak olası değildir. Köklü değişiklikler yapılırsa 180 kilometre daha uzun bir geçkide ısrar etmenin anlamı bulunmamaktadır.

Cumhuriyet devrinde yapılanlar ise her şeyden önce borca girilmeden yapılmak istendiğinden “yapımı minimum maliyetli” olarak gerçekleştirilmiş, işletme dikkate alınmamıştır. Geçkiler uzun, hızlar düşük ve dingil yükleri sınırlıdır. Halbuki “yapım+işletme maliyeti minimum” hatlar seşilmeliydi. Bu yanlışa halen devam edilmektedir. Bu nedenle demiryollarının geleceğinin de iyi olacağı söylenemez.

- **Karayolları:** Görecelel olarak çok yeni olan karayollarımızın sorunu genelde geçkiden değil işletmeden kaynaklanmaktadır. İşletmenin iki bileşeni olan bakım ve taşımacılık eylemleri tamamen tekniğe aykırıdır. Bakım hizmetleri gerek kötü yapım gerekse kontrolsüz yüklemelerden ötürü önemli oranda aksamaktadır. Başka bir anlatımla karayolları bir kısır döngü içinde kalmıştır.

Son yıllarda ortaya çıkan gereksiz kapasite artırımları otoyollar ve yanlışı olarak “duble” denilen bölünmüş yollar sorunlarını ortaya çıkarmıştır. Çok pahalıya çıkan mal olan otoyolların %90 oranındaki bölümü bakım giderlerini bile karşılayamamaktadır. 1 milyar dolardan daha pahalıya mal olan Ankara çevre otoyolu “teknik olarak gereksiz”dir.

- **Limanlar:** Sekiz kilometreden daha uzun kıyısı olan ülkemizde deniz taşımacılığı hemen hemen hiç gelişmemiştir. Uzun yıllar önceki koşullara göre oluşan bu durumu değiştirmek üzere kabotaj hakkı sağlanmışsa da istenen gelişmeler sağlanamamıştır. Mevcut limanların bir bölümü kent dokusu içinde kalmış olup bazılarının geri bağlantısı ya yoktur ya da yeterli değildir. Yeni planlanan Çandarlı ve Filyos ile Mersin Limanının geliştirilmesi bu sorunu kısmen azaltacaktır. Geriye toplumun bu sistemden yararlanması için olanakların geliştirilmesi kalmaktadır.

İç su yollarında durum daha kötüdür. Doğal ve yapay göllerin bazılarındaki çok sınırlı taşımaların dışında bu olanaklardan yararlanılamamaktadır.

Kolayca oluşturulabilecek Adana Limanı gerçekleştirilmediği gibi Sümerlerin yararlandığı Dicle'den de yararlanılmamaktadır.

- **Havaalanları:** Ülkenin konumu, biçimi ve boyutları hava taşımacılığını önemli hale getirmektedir. Bununla beraber istenildiği şekilde gelişmekte olduğu söylenemez. Tepkili motorlu uçakta ısrar edilmesi bunun nedenlerinden biridir.

Görülüyor ki ulaşım sistemimiz önemli sorunlara sahiptir. Aslında ülkemizde 3 yatay ve 4 dikey koridorun oluşturulması yerinde olacaktır. Bu koridorlar yaklaşık olarak;

Yatayda; Edirne – İstanbul – Bolu – Merzifon – Erzincan – Erzurum – Kars
İzmir – Uşak – Konya – Kayseri – Malatya – Elazığ – Van
Mersin – Adana – Gaziantep – Hakkari

Düşeyde; İstanbul – Afyon – Antalya
Filyos – Ankara – Konya – Mersin
Samsun – Kayseri – İskenderun
Trabzon – Erzincan – Elazığ - Şırnak

Doğrultularında oluşturulmalıdır.



Ulaşımın Üleşilmesi

Ülkemizdeki sorun ulaşımın üleşmesinde gözlenmektedir. Bu bozuk düzenin ilerideki yıllarda daha da bozulma yönelimi göstermesi de endişe yaratacak bir durum ortaya koymaktadır. Aşağıdaki tabloda 2004 yılındaki gerçekleşme değerleri görülmektedir. Değerlerin alışla gelenlerden farklı olması taşınan eşyanın sadece ağırlığının alınıp taşıma mesafesinin dikkate alınmamasından kaynaklanmaktadır. Buna ek olarak ham petrol taşımalarının ve köy yollarındaki yeterli veri olmayan karayolu taşımaları da hesap dışı tutulmuştur.

Sistem	2004 Gerçekleşme		2020 Tahmini		Büyüme Miktarı
	Miktar	Oran	Miktar	Oran	
Karayolu	123,32	81,24%	307,59	84,96%	2,49
Demiryolu	14,14	9,31%	29,13	8,05%	2,06
Deniz	14,34	9,45%	25,31	6,99%	1,76
Total	151,8	100,00%	362,03	100,00%	2,38

İlginç durum DPT tarafından planlanan bütün yatırımlara rağmen karayolunun payının daha da artması ve özellikle deniz taşımalarının payının azalmasıdır. Bu durum yasal yapılanma ve uygun yatırımları içeren ciddi bir programla önlenmelidir.

Bu durum düzeltilmeyecek olursa çok modlu taşımaya giremeyecek olan ülkemiz ulaşım sisteminin ekonoimize çok yüklü bir fatura ödeyeceği açıktır.

İhracattaki koşullar biraz daha değişiktir.

Sistem	2004 Gerçekleşme		2020 Tahmini		Büyüme Oranı	
	MİKTAR	ORAN	MİKTAR	ORAN	YILLIK %	TOPLAM
Karayolu	3,62	3,18%	9,85	3,73%	6,45	2,72
Demiryolu	1,26	1,11%	3,09	1,17%	5,76	2,45
Deniz	107,12	94,11%	247,87	93,79%	5,38	2,31
Diğer	1,73	1,52%	3,2	1,21%	3,91	1,85
Bilinmeyen	0,09	0,08%	0,28	0,11%	7,35	3,11
TOPLAM	113,82	100,00%	264,29	100,00%	5,40	2,32

İhracat mallarının taşınmasında doğal olarak denizin payı çok büyüktür. Ancak Avrupa Birliği bu durumu dikkate almadan, deniz taşıması konusundaki altyapı gereksinimlerinden hiç bahis açmamaktadır.

AB Ulaşım Yapısı

Avrupa Birliğinde, özellikle çekirdeği oluşturan ülkelerde etkin ve ekonomik bir ulaşım hizmeti bulunmaktadır. Bu ülkelerin boyutlarının küçük olması hizmetin sunulmasında yararlanılan sistemlerin seçiminin değişik olması sonucunu yarattığından uyum konusunda çok büyük sorunlar çıkacağı beklenmelidir. Bunun etkisini azaltmak amacıyla oluşturulan “deniz otoyolları” kavramı Türkiye gibi merkezden uzak ülkeler için bir çözüm olarak ele alınabilir.

AB'nin sınırları genişledikçe ulaşım konusunda önlemler alınmaktadır. Özellikle taşıma uzunluğunun artması üzerine hudut işlemlerinin kaldırılması dahil pek çok işlem demiryollarında bile uygulanmaktadır. Bununla beraber bazı yollardaki trafik akımlarının aşırı artması ve katı atık gibi istenmeyen yüklerin taşınması sorunlar yaratmaktadır. Bu konularda hazırlıklı olmak gereklidir.

Ulaşımına giren yeni kavramlardan biri de “lojistik hizmetler” dir. Üretim merkezlerinde depolama sorunları yaratmadan ve sermaye gereksinimini artırmadan girdilerinin düzenli olarak sağlanması ve üretilen malların yine sorun yaratmadan pazara taşınması olarak tanımlayacağımız bu hizmet sanılanın aksine büyük miktarlarda sermaye

gerektirdiğinden, genelde sermaye sıkıntısı çeken ülkemiz taşımacılarının pazarı kaybetme tehlikesi vardır.

Farklar ve Sorunlar

Ülkemizin AB'nin Asya ve Orta Doğu daki pazarlara kolayca erişebilmesi için yararlanacağı geçkilerin çok önemli bir bölümünün üzerinde olması nedeniyle çıkarlarının çok dikkatle izlenmesini gerektirmektedir. Özellikle görünüşteki siyasal nedenlerle İran'ın devre dışı bırakılması zorlama geçkilerin doğmasına nedenn olmaktadır.

TRASECA bu zorlama geçkilerden biriidir. Köstence ve Burgaz Limanlarından hareket edecek Ro-Ro veya Ro-La tekneleriyle yüklüklerin Poti Limanına veya Volga Kanalları yoluyla Hazar Denizine eriştirilmesi planlanmaktadır. İşlem çokluğundan ve teknik sınırlamalardan ötürü maliyetlerin yüksek ve kapasitenin sınırlı olması bu geçkiyi sınırlamaktadır. Bu nedenle İran bağlantılarına önem verilmelidir. Bu nedenle Trabzon'dan Irak'a yönelen bir demiryolu bağlantısı tasarlanmalıdır.

Önemli bir olgu da Çin'in karadan Avrupa bağlantısının ülkemiz üzerine çekilmesi gereğidir. Dünya siyasal yapısında olacak değişimlerle deniz taşımalarında sorun çıktığında Çin'in ihracat yolunun değişeceği görülmektedir.

Karadenizin de önemli bir transfer yükü üstlenmesi de planlanmaktadır. Bu durumda sistemin işlerliği için Boğazlara aşırı istem yüklenebilir. Uç bağlantıların çok iyi planlanması şarttır.

Sonuç

Çok önemli bir hizmet olan ulaşım ülkemizde; hemen hemen her düzeyde yeterince dikkatle ele alınmamaktadır. Bunun sonucunda maliyetler çok artmaktadır. Ülkemizde ulaşım hizmetlerinin yetersiz olmasının yıllık faturası 10 milyar YTL'den fazladır. Sadece gereksiz hızlanmaların getirdiği ek yakıt giderleri 1,4 milyar YTL düzeyindedir.

Yapılacak ilk iş konuyu uzmanlarıyla çözüm aramak olmalıdır. Öyle uygulamalar vardır ki böylesi de olamaz dedirtmektedir.

Yabancılar ise boş durmamakta, fiziki bir köprü olan ülkemizden yararlanma yollarını aramaktadır.

Türkiye’de Ulaştırma Yatırımlarının Değerlendirilmesinde Karar Sürecinin Önemi

Şafak Bilgiç

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

Tel: (222) 2393750

E-posta: safakb@ogu.edu.tr

Öz

Büyük kaynaklar gerektiren ulaştırma yatırımlarının değerlendirilmesi yönteminin gerçekçi ve geçerli olabilmesi için, başta sosyal ve ekonomik yapı ile ilgili özel koşulların ve veri olanaklarının göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Ancak, yöntem uygun olsa bile, açık ve sağlıklı bir karar süreci olmaksızın yeterli olamaz. Ne yazık ki ülkemiz sağlıklı bir karar süreci sonucu ortaya çıkmış pek çok ulaştırma yatırımına sahip bulunmaktadır. Bu yanlış yatırım kararları, gerekli bir başka yatırımın yapılmamasına ve ülke kaynaklarının boşuna harcanmasına sebep olmaktadır. Bir değerlendirme sisteminin örgütsel yapısı ve karar süreci, herşeyden önce bilimsel esaslara dayalı olmalı, şeffaflık ilkelerine aykırı ve gereksiz siyasi karışmalara izin vermemelidir. Siyasiler elbette sistemden dışlanmayarak sağlıklı demokrasilerde hakları olan tercihlerini yapabilmelidirler. Ancak bu tercihlerin kullanımı sırasında bazı limitlerin olması yanlış yatırım kararlarını azaltacaktır. Bu amaçla uygulanacak yöntemin ve karar sürecinin mümkün olduğunca katılımcı ve şeffaf olması gerekmektedir.

Giriş

DPT, KGM ve DLH’daki konuyla ilgili yetkililerle yapılan kişisel görüşmelere göre, Türkiye’de ulaştırma yatırımlarının değerlendirilmesi için resmi anlamda genel kabul gören belirli bir yöntem bulunmamaktadır. Uygulamalar kurumdan kuruma hatta değerlendirmeye görevlendirilmiş kişi, üniversite veya firmaya göre değişebilmektedir. Ancak bu uygulamalar genelde, yetersiz verilerle Fayda Maliyet Analizinden esinlenerek oluşturulmuş değerlendirme yöntemleri olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda örneğin zaman değeri aynı coğrafi bölge ve aynı zaman dilimi için farklılaşabilmektedir. Güncelleştirme yüzdesi için bile benzer durum söz konusu olabilmektedir. Karar süreci de önemli koordinasyonsuzluk ve belirsizlikler içermektedir.

Bu koşullar altında ulaştırma yatırımlarındaki son söz, diğer konularda da olduğu gibi, bir değerlendirme yöntemine dayanılmaksızın politikacılara kalmaktadır. Sonuçta ülkenin kısıtlı kaynaklarının israfına neden olan yanlış ulaştırma yatırımları örnekleri çoğalmaktadır. Her ile havaalanı sloganıyla gerçekleştirilen havaalanlarının kapatılması ve en son olarak 1975’de yapımına başlandığı halde bugüne kadar sürüncemede

bırakılan, Ulaştırma Bakanı'na* göre 350 milyon dolar, TCDD Genel Müdürüne** göre 1 milyar doların toprağa gömülmesi biçiminde yorumlanan Ankara-İstanbul hızlı demiryolu projesi belleğimizde tazeliğini koruyan örneklerden birkaçıdır. Ancak ne yazık ki bu yanlış yatırım kararlarından ders çıkarılıp, önlemler alınması beklenirken durum daha da kötüye gitmektedir. Örneğin son hükümetin seçim kampanyasının acil eylem planındaki önemli bir vaadi olan bölünmüş yol projeleri, gerçekten çok acil bir biçimde, hiçbir talep analizi veya fizibilite etüdü yapılmadan, gerekli olup olmadıkları tartışılmadan, kimin tarafından seçildikleri bilinmeden yapılmaya başlanmışlardır.

Oysa gelişmiş ülkelerde, uzun yıllardır kullanılan değerlendirme yöntemlerinin daha mükemmel hale getirilmesi ve en uygun yatırım kararının verilebilmesi için çalışmalar sürekli devam etmektedir. Ulaştırma yatırımlarının değerlendirilmesi konusunda kullanımı giderek artan yöntem Çok Ölçütlü Değerlendirme (ÇÖD) dir. Bu yöntem FMA gibi yatırımın ekonomik yönünü dikkate alırken aynı zamanda FMA'nın en büyük sorunu olan dışsal etkileri de daha gerçekçi olarak değerlendirebilmektedir. Son olarak Avrupa Birliği üye ülkelerde ve kredi veren kuruluşlarında kullanılmak üzere ortak bir ÇÖD yöntemi geliştirmiştir. Bu yöntemin üye ülkelerde kullanılması için zorunluluk olmayacak, ancak Avrupa Birliği'ne bağlı kredi veren kuruluşlar kredi verirken bu yöntemi kullanacaklardır (Nellthorp ve diğ. 1999, Beuthe ve diğ. 1998).

Türkiye'de Ulaştırma Yatırımlarının Değerlendirilmesinde Mevcut Durum

Türkiye'de gerek planlama metodolojisi, gerekse bu metodoloji içinde yatırımların değerlendirme yöntemleri, Türkiye koşullarına uygunluk ve geçerlilik açısından tartışılabilir niteliktedir. Büyük ulaştırma yatırımlarının bir kısmı için yapılmış fizibilite etütlerinde (örneğin boğaz geçişleri, İstanbul-Ankara hızlı demiryolu, İstanbul boğaz tüp geçişi ve metro ağı) ise etüdü yapan firmaların önerdikleri modeller içerisinde değerlendirmeler yapılmıştır. Otoyollar konusunda ise birkaç yıl öncesine kadar fizibilite etüdü koşulu bile aranmaksızın yatırımlar gerçekleştirilmiştir. Son dönemde fizibilite etüdü koşulunu yerine getirmek üzere, otoyolun inşaatı için ayrılmış parçaların her biri için ayrı ayrı (örneğin iki kenti bağlayan 400 km lik bir yolun ihalesi için ayrılmış 100'er km lik 4 ayrı bölüm için) fizibilite etüdü yapılması gibi işin mantığına uymayan tutarsız bir yaklaşım esas alınmıştır. Ancak burada diğer ülkelere asıl ayrıldığımız ve yetersiz kaldığımız husus değerlendirme yöntemi (FMA, NBD, NFMO, İVO vb.) konusundan önce bu değerlendirmeye katılan etkilerin neler olacağı ve ne şekilde değerlendirmeye katılacakları, hangi karar sürecinin izleneceği konularındadır. Ülkemizde genellikle değeri doğrudan parasal olarak ölçülebilen yatırım giderleri, işletme giderleri ve gelirler değerlendirmeye katılmakta, kazalar da bazen ölü ve yaralıları da içerecek biçimde parasal olarak değerlendirilmeye çalışılmaktadır. Çevresel etkilerin değerlendirme işlemine katılmaları çoğu durumda zorunlu tutulmamaktadır. Bazı etkilerin değerlendirilmeleri kuşku ile karşılanacak niteliktedir. Bazı etkilerin değerlendirmeye katılmama nedenlerinin bu etkilerin değerlendirmeye nasıl katılacağına bilinmemesi ve veri yetmezliği olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Ülkemizde genellikle parasal birimlere dayanan değerlendirme yöntemleri

* 21 Ağustos 2001 Salı tarihli Cumhuriyet gazetesi "Ulaştırma Bakanı devletin hatalı bir proje ile 315 milyon \$ toprağa gömdüğünü kabul etti. Vural'dan «Hızlı Tren Özürü»" başlıklı haber

** 23 Ağustos 2001 Perşembe tarihli Hürriyet Gazetesi, Gila Benyamor'un "İstanbul-Ankara hızlı treni neden yapılamıyor?" başlıklı köşe yazısı

kullanılmaktadır. Oysa bu değerlendirme yöntemlerinde bazı etkilerin parasallaştırılarak kullanılması oldukça karmaşıktır. Bu nedenle çoğunlukla uygulamada bu çok önemli etkiler sadece söz ile ifade edilerek projeye etkileri belirtilmektedir. Büyük projelerin çevreye olan etkisi ise Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) yapılarak ayrı olarak değerlendirilmektedir. Bugün artık çeşitli uluslararası finans kuruluşları (Dünya Bankası vb) destekleyecekleri projeler için ÇED çalışmasını şart koşmaktadırlar.

Ülkemizde kullanılan değerlendirme yöntemleri genel olarak değerlendirmeye katılan etki türlerinin azlığı bakımından oldukça zayıf kalmaktadır. Örneğin zaman değeri, kaza maliyeti, gürültü ve kirlilik gibi bütün Avrupa ülkelerinin değerlendirme yöntemlerinde göz önüne alınan etkiler, ülkemizde bazen göz önüne alınmamaktadır. Bu konuda asıl karşılaşılan sorun ise bu etkilerin ülkemizde uygulanan FMO, NBD ve İVO yöntemlerine katılmaları için nasıl parasallaştırılacağına bilinememesi, gerekli veri bulunamaması ve bu nedenlerle sonuçların güvenilirliğinin düşük olmasıdır.

Ülkemizde güncelleştirme yüzdesi, gölge fiyatlar, kaza maliyeti ve zaman değeri konusunda da belirlenen bir yöntem yoktur. Bu konular da proje değerlendirmesi yapan kişilerin inisiyatifine bırakılmıştır.

DPT, KGM ve DLH'daki konuyla ilgili yetkililerle yapılan kişisel görüşmelere göre, ülkemizde bu şekilde ulaştırma yatırımlarının değerlendirilmesinde boşluk olması nedeniyle, dış kredi veren kuruluşlar, kendilerine göre yöntem dayatabilmekte ve proje değerlendirmelerimize güvenmeyip bazen kendi ekiplerini gönderip inceleme yaptırmakta, bazen de baştan işin güvendikleri firmalara verilmesini istemektedirler. Hatta bazı kuruluşlar bu amaçla ayrıca kredi vermektedirler.

Bu koşullar altında hem güvenilir, hem şeffaf olmayan değerlendirme yöntemleri, politikacılarımızın değerlendirme işlemine günlük politika kaygılarıyla, süreç içindeki tanımlanmış katılımlar dışında, karışmasına ve değerlendirme sonucunun, tamamen siyasi kararlar doğrultusunda oluşturulmasına ve/veya değiştirilmesine izin vermektedir.

Türkiye'de diğer yatırımlarda olduğu gibi ulaştırma yatırımlarında da genellikle son sözü, gerekli etüt ve araştırmalara dayanmaksızın politikacılar söylediğinden, ulaştırma yatırımlarının değerlendirilmesi konusu üzerinde pek durulmamıştır. Bu yüzden yeterli sayılabilecek değerlendirme yöntemi ve süreci geliştirilememesinde politikacıların tavırlarının da etkili olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

Bugün ülkemizde yatırımlar konusundaki en büyük sıkıntı, üst düzey siyasilerin kendilerince önemli gördükleri yatırımların yapılmasını sağlamaya çalışmalarıdır. Siyasiler özellikle kendi seçim bölgelerinde olmak üzere yatırım kararları üzerinde etkili olmakta, bu da yatırımlar üzerinde sağlıklı bir değerlendirme yapılmadan kararların alınmasına yol açmaktadır.

Ülkemizde mevcut sistem siyasilerin bu türde karışmalarına izin veren niteliktedir. Çünkü yatırımların değerlendirilmesi için belli bir yöntem belirlenmemiş olup, her kurum değerlendirmeyi kendi usulüyle yapmaktadır. Bu sayede de siyasiler tarafından yapılması istenen projelerin, uygun seçilen değerlendirme yöntemi ve uygun veriler kullanılarak yapılabilir çıkartılabilmesine açık bir durum söz konusudur. Çoğu kez bu yatırım değerlendirmelerinin yapılmasının tek sebebi kredi verecek olan kurumun istemesidir.

Türkiye’de ulaştırma yatırımlarının değerlendirilmesi konusunda söz sahibi olan kurumların başlıcaları Ulaştırma Bakanlığına bağlı olan DLH, Bayındırlık Bakanlığına bağlı olan KGM ve Başbakanlığa bağlı olan DPT ve yerel yönetimlerdir. Her kuruluş farklı şekillerde değerlendirmeler yapmaktadır. Örneğin KGM yapacağı bir paralı yolu mali etüt ile değerlendirirken, DPT daha çok ülke altyapısına ve gelişmesine katkısıyla incelemektedir. Kentsel ulaştırma yatırımları değerlendirme çalışmaları yerel yönetimler tarafından gerçekleştirilerek DLH, DPT ve Hazineye onaya sunulmaktadır. Bu kuruluşların yatırım kararları arasında koordinasyon olduğunu söylemek çoğu zaman mümkün değildir.

Son Yıllardaki Yanlış Yatırım Kararlarına Ait Birkaç Örnek

Ulaştırma sektöründe son yıllardaki en büyük yatırım projelerinden birisi, bazı şehirlerarası yolların bölünmüş yola dönüştürülmesi projesidir. Mevcut hükümet seçim kampanyasında “duble yol projesi” adı ile bu projeyi acil eylem planı içine sokmuş ve 15000km olarak talep analizi ve fizibilite etüdü dahi yapılmadan çok acil bir şekilde inşaatlarına başlanmıştır. Bunların gerekli olup olmadığı konusunda veya öncelik sıralamasının nasıl yapıldığı konusunda kimin ne şekilde karar verdiği açıklanmamıştır. Aşağıda örnek olarak Eskişehir’i çevresindeki dört komşu şehre bağlayan bölünmüş yol projelerinin gerekliliği konusunda çok basit birkaç hesaplama talep analizi yapılmıştır. Eskişehir’i Sivrihisar-Ankara’ya bağlayan yolun bir kısmı, Bozüyük-Bilecik-Bursa-İstanbul’a bağlayan yolun bir kısmı bu kapsamda inşaatları tamamlanan bölünmüş yol projeleridir. Kütahya ve Afyon’a bağlanan yollarda inşaat çalışmaları devam etmektedir. Aşağıdaki hesaplar sadece gelecekteki trafik tahminine göre gerekli şerit sayısı hesabıdır. Tabii ki yatırım kararı alınmadan önce kapsamlı bir fizibilite etüdü de yapılmalıdır. Bu yollar için KGM internet sayfasından alınan 2004 ve 2005 yılına ait YOGT değerleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Eskişehir çevresindeki yolların YOGT değerleri. (Her bir hücredeki üstteki değerler 2004, alttaki değerler 2005 yılına aittir.)

Yol	Otomobil	Orta Yüklü Ticari Taşıt	Otobüs	Kamyon	Kamyon+ Römork, Çekici+Yarı Römork	Toplam	Artış (%)
Eskişehir- Sivrihisar	4585	481	432	1965	509	7972	8,4
	5137	490	467	1979	573	8645	
Eskişehir- Bozüyük	7783	961	686	2868	758	13056	7,0
	8328	1028	734	3069	811	13970	
Eskişehir- Kütahya	1891	188	112	503	105	2799	5,4
	2062	196	123	476	94	2951	
Eskişehir- Afyon	1414	141	92	218	25	1890	1,7
	1420	128	98	242	35	1923	

Yukarıdaki değerler kullanılarak HCM 1998 yöntemine göre gerekli bölünmüş yoldaki şerit sayıları hesaplanmıştır. Birçok yol için yatırım planlandığından daha fazla yola yatırım yapılabilmesine imkan tanınabilmesi amacıyla değerlendirme süresi 15 yıl tutulmuş ve bütün yollar için öncelikle 2020 yılındaki trafik değerleri hesaplanmıştır. Bu amaçla trafik artış yüzdesi olarak KGM genelde Orta ve Batı Anadolu için yıllık trafik artış oranını %5 olarak aldığından olarak bu değer kullanılmıştır. Sadece iki yıl

için trafik değerleri mevcut olduğundan, buradan bulunan trafik artış yüzdeleri kullanılmamıştır. Hesapları basitleştirebilmek için Orta Yüklü Ticari Taşıtlar otomobil, Kamyon+ Römork ve Çekici+Yarı Römorklar ise kamyon olarak düşünülmüştür (Yayla 2002, Mannering ve Kilaeski 1990).

$$\text{Başlangıç Trafığı} = \text{Mevcut Trafik} + \text{Saptırılan Trafik} \quad (1)$$

$$\text{Beklenen Trafik} = \text{Başlangıç Tra. Normal Artışı} + \text{Yaratılan Tra.} + \text{Gelişme Tra.} \quad (2)$$

Formüllerine göre 2020 yılı için tahmin edilen trafik değerleri hesaplanmıştır. Hesaplar sırasında saptırılan trafiğin olmayacağı, yaratılan ve gelişme trafiği toplamının ise toplam trafiğin %5'i kadar olacağı tahmin edilmiştir. Bulunan bu değerlerden ve 30.saat faktörü olarak %13 ve yönsel dağılım katsayısı olarak %50 kullanılarak,

$$\text{PST} = \text{K} * \text{YOGT} * \text{D} \quad (3)$$

Formülü kullanılarak Proje Saatlik Trafik değerleri bulunmuştur. Zirve Saat Faktörü %90 kabul edilerek Hizmet Hacimleri bulunmuştur.

100km/sa proje hızı, C hizmet düzeyi, düz arazi, sürücülerin yolu iyi bileceği, kırsal bölünmüş yol kabullerine göre aşağıdaki formüller yardımıyla her yön için hesaplanan gerekli şerit sayıları Tablo 2'de verilmiştir. Şerit genişliği 3,50m, sol kenar açıklığı 0,50m ve sağ kenar açıklığı 1,50m kabulleri yapılmış ve bütün değerler için ilgili tablolardan gerekli veriler alınmıştır.

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_B(E_B - 1)} \quad (4)$$

$$\text{HH} = C_j * (Q/C)_C * N * f_w * f_{HV} * f_E * f_B \quad (5)$$

Tablo 2. 2020 yılı için Yıllık Ortalama Günlük Trafik, Proje Saatlik Trafığı ve Gerekli Şerit Sayıları.

Yol	YOGT	PST	Her Yönde Gerekli Şerit Sayısı
Eskişehir-Sivrihisar	18871	1227	2
Eskişehir-Bozüyük	30495	1982	3
Eskişehir-Kütahya	6442	419	-
Eskişehir-Afyon	4198	273	-

Çok kaba kabullerle yapılan bu örnekten görüldüğü gibi, Sivrihisar yolu doğru bir karardır. Ancak Kütahya ve Afyon yollarının bölünmüş yol haline getirilmesine gerek yoktur. Bu yollar için 2 şeritli çift yönlü yol yeterlidir. Ancak kaza sayıları dikkate alınarak, her iki yolda da bazı noktalarda iyileştirme çalışmaları yapılabilir. Oysa Eskişehir-Bozüyük yolunun ise her yönde 3 şerit olarak bölünmüş yol haline getirilmesi gerekmektedir. Bu yanlış yatırım kararına güncel ve çarpıcı bir örnektir. Yeni yapılan bir yatırımın birkaç yıl sonra tekrar iyileştirmeye ihtiyaç duyması, maliyette ciddi bir

artışa yol açacaktır. Ulaştırma hizmetinin gerektiği yerde, gerektiği zamanda, gerektiği kadar sunulması genel bir kuraldır. Ancak yukarıdaki örneklerin bu kurala uymadığı açıktır.

Türkiye’de Ulaştırma Yatırımlarının Değerlendirilmesinde Bir Çok Ölçütlü Yöntem Ve Karar Süreci Önerisi

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde, yeni yapılacak altyapı yatırımları ülkenin gelişimi üzerinde son derece etkilidir. Ancak kısıtlı kaynaklar nedeniyle bütün ihtiyaç duyulan yatırımların aynı anda yapılması mümkün değildir. Bu durumda yatırımların değerlendirilerek en yararlı olacakların öncelikle yapılması daha doğru olacaktır.

Büyük kaynaklar gerektiren ulaştırma yatırımlarının değerlendirilmesi yönteminin gerçekçi ve geçerli olabilmesi için, başta sosyal ve ekonomik yapı ile özel koşullarımız ve veri olanaklarımız göz önüne alınmalıdır. Değerlendirme yönteminin hangi süreç içinde yer alarak kararın oluşmasına yön göstereceği, özellikle gelişmekte olan ülkelerde önem taşımaktadır. Ayrıca günümüzde ülkelerin işbirliğine dayalı bölgesel bütünleşmeler nedeniyle uluslararası ulaştırma açısından değerlendirme yapılması da gerekmektedir. Yapılan bir Ulaştırma yatırımı etkisini hizmete açıldıktan hemen sonra değil, çok daha sonraları göstermeye başladığından değerlendirmenin önemi diğer yatırımlara göre daha büyüktür.

Ulaştırma projelerinin değerlendirilmesi, ulaştırma planlamasının en son aşamasını oluşturduğundan, proje değerlendirmesinden önce gelen aşamaların dikkatle yapılması gerektiği açıktır. Burada özellikle talep tahmini konusunda yapılacak olan bir hata zincirleme olarak devam ederek hatalı veriler sebebiyle proje değerlendirmesinde hataya yol açacaktır. Ayrıca projenin yatırım ve işletme maliyetinin de doğru olarak hesaplanmasının proje değerlendirmedeki önemi açıktır. Kısacası proje değerlendirmesinde modele girilen verilerin doğruluğu önemle incelenmeli ve gerçeğe en yakın veriler oluşturulmalıdır. Ancak bu şekilde proje sağlıklı bir değerlendirmeye tabi tutulabilir. Belirtilen nedenlerle bu verilerin oluşturulması için, gerekli planlar yapılarak ilgili örgütler görevlendirilmelidir.

Çok ölçütlü bir yöntem bağlamında değerlendirmeye katılacak etkiler ve ağırlıkları, bilgi ve güvenilirlik nitelikleri olan her kesimden (kamu/özel/üniversite) uzmanlar tarafından belirlenebilir. Değerlendirmeye katılacak etkilerin belirlenmesi ve bu etkilerin ağırlıklarının belirlenmesi yöntemin en can alıcı noktasını oluşturmaktadır. Ulaştırma yatırımlarının çok türlü olabilmesi ve çok değişik özelliklerdeki bölgeler içerisinde yapılmaları nedeniyle bu etkilerin neler olacağının ve ağırlıklarının, her değerlendirme işlemine uygulanabilecek şekilde genel olarak belirlenmesi oldukça zordur. Değerlendirmeye katılması önerilen etki parametreleriyle ilgili ayrıntılı bilgilerin özel projeler kapsamında, örneğin üniversitelere hazırlanması düşünülebilir. Etkileri ve ağırlıklarını belirlemekle görevli uzmanların oluşturduğu takım zaman zaman (örneğin yılda bir kez) toplanarak yöntem üzerinde düzeltmeler yapılabilir. Bu şekilde karar sürecinin statik değil dinamik bir yapıya sahip olması sağlanabilir.

Bütün yatırım değerlendirmelerinde kullanılacak etkiler ve ağırlıkları tablosu net olarak ortaya çıkarıldıktan sonra, ulaştırma yatırımlarıyla ilgili her kurum kendi projelerini seçip bunları, yerel projelerde belediyeye, merkezi projelerde Ulaştırma Bakanlığına önermeleri düşünülebilir. Ulaştırma Bakanlığı merkezi bir ulaştırma politikası ve planı

yürütmekle görevli olarak, projeler içinde en yararlı olanları koordinasyon içinde belirlemelidir. Aynı şekilde yerel projelerde de, yerel idare aynı kriterlere göre proje seçimini yapmalıdır. Her kurum kendi önerdiği projeye ilgili bilgileri ve ölçülebilen değerleri de (parasal veya nicel) bildirmelidir. Bu bilgiler, bakanlık veya belediye tarafından oluşturulacak bir komisyon tarafından denetlenip, güvenilirliklerine emin olunduktan sonra, değerlendirme çalışmaları başlamalıdır. Ölçülemeyen etkiler için uzmanlardan oluşan komisyonlar değerlendirme yapabilirler. Değerlendirmeyi sonuçlandırarak projelerin önceliklerinin belirlenmesi de karar sürecinin önemli bir aşamasıdır.

Uzmanlar takımı her yıl veya iki yılda bir toplanarak (bu toplantı şura adı altında herkese açık bir toplantı olabilir) hem ülkemizin ulaştırmayla ilgili sorunları tartışabilir, hem de önceki tecrübeler ışığında bu yöntem üzerinde düzeltmeler yapabilir. Bu aşamada siyasilerin rolünün ne olması gerektiği konusu üzerinde çeşitli seçenekler düşünülmüştür. Bunlardan ilki siyasilerin şuraya katılarak, ülkemize uygun bir değerlendirme yöntemi için kendilerince nelerin önemli olduğunu katılımcılara açıklamaları ve kendi önerilerini ifade etmeleridir. İkinci seçenek ise sonuç ağırlıklar üzerinde belli bir miktar değiştirme (%10–20 gibi) yapma hakkı tanınmasıdır. Anket sonuçlarının derlenmesi, siyasilerin karışmasına izin vermemek için, üniversite personeli gibi tarafsız kişiler denetiminde kamu çalışanlarınca yapılabilir. Önerilen etki ve ağırlıkların belirlenmesiyle ilgili sürece ait işlem sırası Şekil 1’de görülmektedir (Bilgiç 2002).

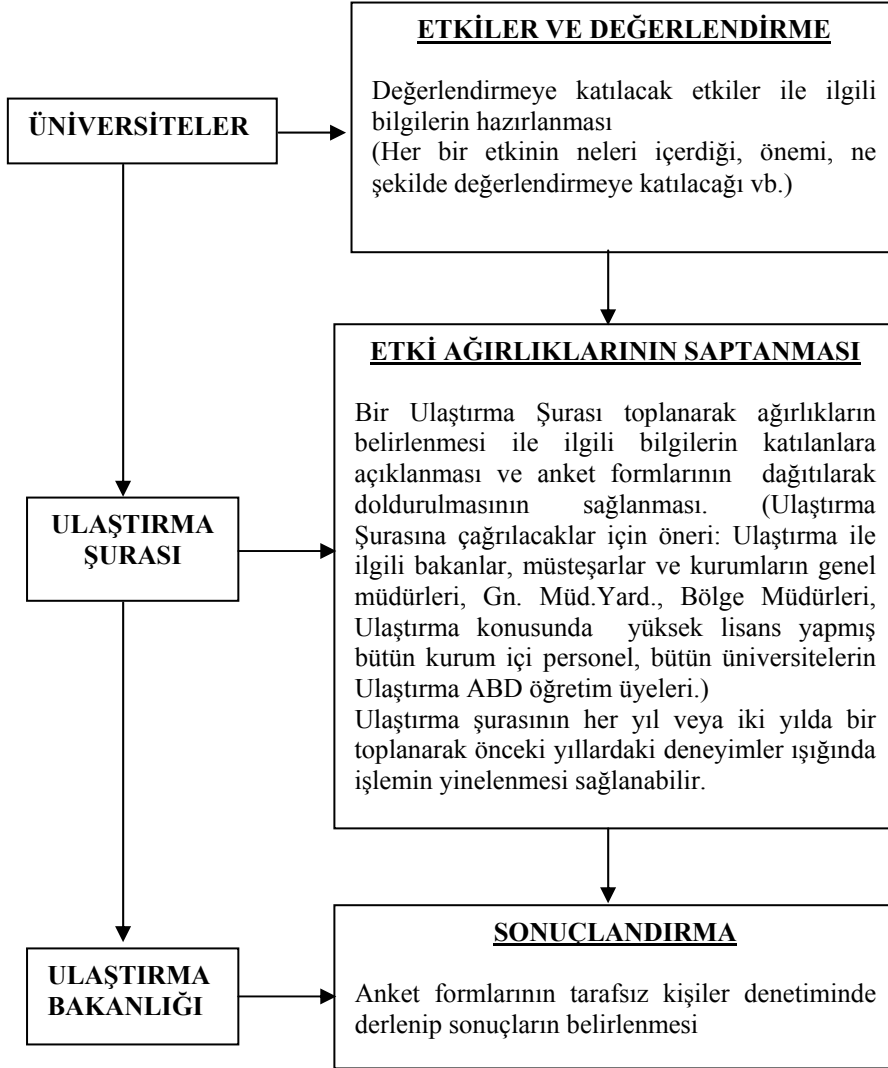
Bütün yatırım değerlendirmelerinde kullanılacak etkiler ve ağırlıkları tablosu net olarak ortaya çıkarıldıktan sonra, ulaştırma yatırımlarıyla ilgili her kurum kendi projelerini seçip bunları, yerel projelerde belediyeye, merkezi projelerde Ulaştırma Bakanlığına önermeli ve değerlendirme işlemi bu makamlardaki komisyonlarda yapılmalıdır. Ulaştırma Bakanlığı merkezi bir ulaştırma politikası ve planı yürütmekle görevli olarak, projeler içinde en yararlı olanları koordinasyon içinde belirlemelidir. Aynı şekilde yerel projelerde de, yerel idare aynı kriterlere göre proje seçimini yapmalıdır. Her kurum kendi önerdiği projeye ilgili bilgileri ve ölçülebilen değerleri de (parasal veya nicel) bildirmelidir. Bu bilgiler, Bakanlık veya belediye tarafından oluşturulacak bir komisyon tarafından denetlenip, güvenilirliklerine emin olunduktan sonra, değerlendirme çalışmaları başlamalıdır. Ölçülemeyen etkiler için uzmanlardan oluşan komisyonlar değerlendirme yapabilirler. Sonuçları toplama ve raporlama görevi gene dış denetimciler kontrolü altında Bakanlık veya belediye personeline yapılabilir. Projelerin puanlanması için önerilen süreç, Şekil 2’de görülmektedir (Bilgiç 2002).

Sonuçlar

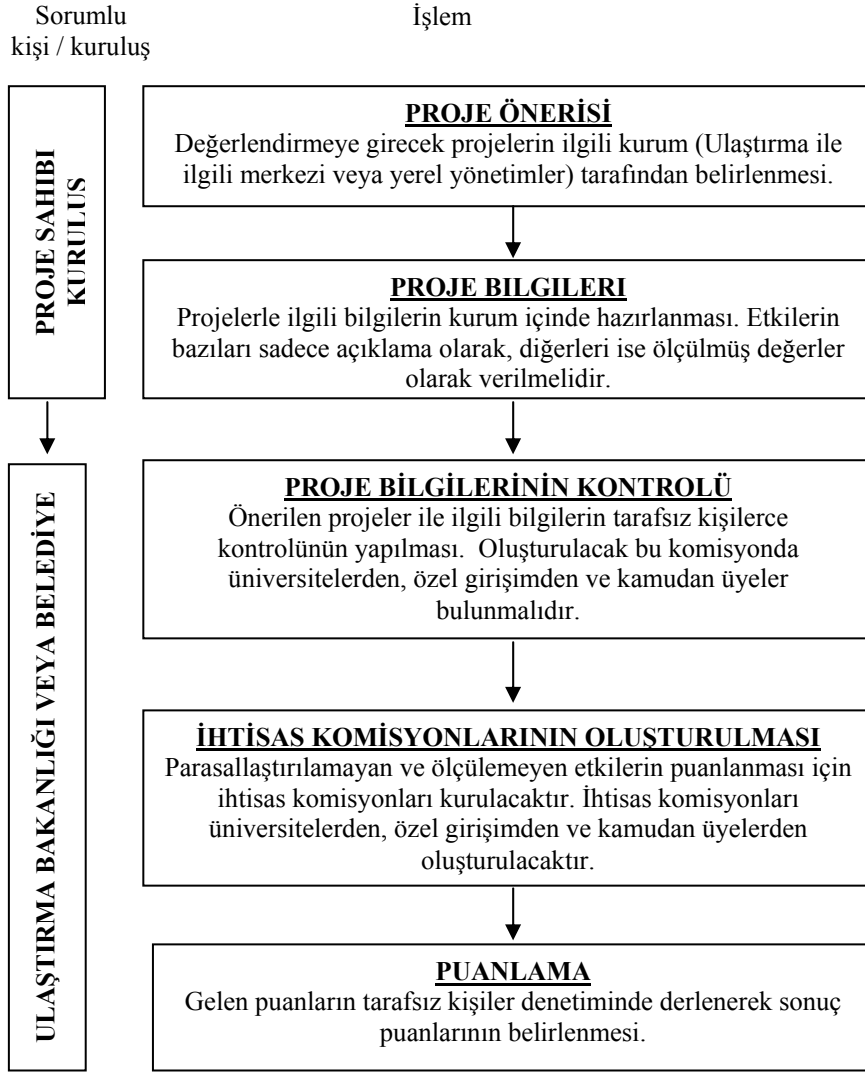
Büyük kaynaklar gerektiren ve sonuçları ülkenin ekonomik ve sosyal yaşamını köklü biçimde etkileyen ulaştırma yatırımlarının gereken kapsam ve ayrıntıda ve uygun metodolojilerle değerlendirilmesi tartışmasız bir zorunluluktur. Gelişmekte olan ülkelerde ulaştırma ağı henüz tamamlanamadığı için büyük ulaştırma yatırımlarının gündeme gelmesi ve yatırım karar sürecinin yetersiz ve sağlıksız olması bu ülkeler için konunun önemini arttırmaktadır. Bu nedenle ülkemizde gerçekleştirilmesi gereken ulaştırma yatırımının değerlendirilmesi için başta sosyal ve ekonomik yapı ile özel koşullarımız ve veri olanaklarımız göz önüne alınmak üzere uygun bir metodolojinin saptanması önem taşımaktadır.

Sorumlu
kişi / kuruluş

İşlem



Şekil 1 Ağırlıkların belirlenmesi



Şekil 2 Projelerin puanlanması aşamaları

Ulaştırma yatırımlarının değerlendirilmesinde, tutarlı yöntemlere gereksinim bulunmaktadır. Ancak, açık ve sağlıklı bir karar süreci olmaksızın yöntem uygun olsa bile, yeterli olamaz. Bu nedenle karar süreci ile bu karar sürecinde örgütlerin görevlerinin tanımlanması gerekmektedir.

Türkiye'de ulaştırma yatırımlarının değerlendirilmesi konusu, ilgili kurumların yetkilileri ile yapılan görüşmelerden elde edilen bilgilerle olabildiğince açıklıkla ortaya konulmuştur. Bu bağlamda:

- Türkiye'de ulaştırma yatırımlarının değerlendirilmesi için önemli bir gelişme sağlanamamış olduğu, yapılmış etütlerin, genellikle etüdü yapanların takdir ve tercihlerini yansıttığı, resmi anlamda tanımlanmış bir değerlendirme yönteminin ve karar sürecinin bulunmadığı,

- Uygulamaların genellikle yetersiz verilerle gerçekleştirilen Fayda Maliyet Analizinden esinlenen yöntemler olduğu,
- İyi tanımlanmamış yöntemlerle ve yetersiz verilerle gerçekleştirilen değerlendirmelere güven duyulmadığı ve daha çok yapımına karar verilen yatırımların desteklenmesi amacıyla kullanıldığı,
- Ayrıntıya inildiğinde güncelleştirme yüzdesi konusunda resmi organların belirlediği bir değer yerine etüt yapanların seçtikleri değerlerin kullanıldığı, zaman değeri konusunda da benzeri durumun söz konusu olduğu,
- Yukarıdaki saptamaların ışığında etüt sonuçlarının saptırılmasının mümkün olabildiği,
- Değerlendirme çalışması ve karar sürecinin ilgili kurumların dağınık ve koordinasyonsuz örgütsel yapısından olumsuz biçimde etkilendiği hususları saptanmıştır.

Bir değerlendirme sistemi örgütsel yapı ve karar süreci, herşeyden önce bilimsellik ve şeffaflık ilkelerine aykırı siyasi karışmalara izin vermeyecek şekilde olmalıdır. Aksi takdirde yöntem ne kadar iyi olursa olsun bir anlamı yoktur. Siyasiler elbette sistemden dışlanmayarak sağlıklı demokrasilerde hakları olan tercihlerini yapabilmelidirler. Bu amaçla uygulanacak yöntemin ve karar sürecinin mümkün olduğunca katılımcı ve şeffaf olması gerekmektedir. Bu katılımcılık gelişmiş ülkelerde internet ve medya organlarına bilgi verilerek, anketler yapılmasından, konferans, sempozyum ve halkoylamasına kadar uzanan çeşitli yöntemlerle sağlanmaktadır.

Kaynaklar

Nellthorp, J., Grant-Muller, S., Chen, H., Mackie P., Leleur, S., Tsamboulas, D., Pearman, A. and Larkinson, J., (1999). Comparing The Economic Performance and Environmental Impact of Trans-European Road Networks: The EUNET Project and Assessment Tool, 2nd European Road Research Conference, Brüksel.

KGM internet sayfası (<http://www.kgm.gov.tr/images/trafikharita2005.jpg>,
<http://www.kgm.gov.tr/images/trafikharita2004.jpg>)

Mannering, F.L. ve Kilareski, W.P. (1990) Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis, John Wiley & Sons Inc., Singapur

Beuthe, M., Grant-Muller, S., Pearman, A., Tsamboulas, D. (1998) Prioritising Trans-European Network Transport Initiatives, 8th World Conference On Transport Research Antwerp, Belçika.

Bilgiç, Ş., (2002), Türkiye'de Ulaştırma Yatırımlarının Değerlendirilmesi İçin Çok Ölçütlü Bir Yöntem Geliştirilmesi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi

Yayla, N., (2002), Karayolu Mühendisliği, Birsen Yayınevi, İstanbul.

Türkiye’de Mekânsal Kararlar ve Analitik Yöntemler Arasındaki Açmazların Şehirselle Ulaşım Uygulamalarında Ortaya Çıkardığı Çelişkiler ve Çözüm Önerileri

M. Yıldırım Oral

DEÜ – Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü
Tel: 0232 324 00 69, 0532 244 12 84
yildirim.oral@deu.edu.tr

Özet

Bu çalışma Türkiye’de şehirselle mekân organizasyonu uygulamaları ile yine şehirlerdeki ulaşım altyapı projeleri arasındaki kopuklukların yaratmakta olduğu darboğazları tartışmak amacıyla ele alınmıştır. Bilimsel-evrensel ölçülerle şehirselle yerleşmelerde plan karar ve uygulamalarının başarısının planlama ve uygulama sürecinde analitik yöntemlerin kullanılmasına bağlı olacağı kabul edilmektedir. Bu yöntemler güvenilir bilgi sistemlerinin oluşturulmasıyla ve ilgili tüm bilgi unsurlarının yaratılacak akılcı yaklaşımlarla karar vericilere sunulmasıyla yaşama geçirilebilir. Mevcut süreçlere şehir ulaşım planlaması açısından bakıldığında; yeterli düzeyde ulaşım bilgi sistemlerinin kurulamadığı, var olan verilerden yeterince yararlanılmadığı, bilgi birikimi ve gelişme sağlanamadığı ve böylece bilgi-veri ortamlarından ulaşım kararları verilirken etkili bir biçimde yararlanılmadığı bilinmektedir. Bu durumun olumsuz etkilerini şehirlerin günlük yaşamında ortaya çıkmakta olan sonuçlarla dahi ölçmek mümkün olmaktadır. Bildiride analitik yöntemlerin şehir ulaşım planlama çalışmalarında kullanılmasının önemi üzerinde durulmakta, mekânsal kararlarla sayısal-çözümleyici yaklaşımlar arasındaki ilişki yetersizliklerinin şehir ulaşım sistemlerinde ne tür darboğazların ortaya çıkmasına neden olduğu anlatılmaktadır. Bu darboğazların aşılmasının şehirler için yaşamsal bir gereklilik olduğu belirtilmekte, sözü edilen yaklaşımların ayrıntıları için bir örnek iş akım şeması üzerinde durulmaktadır.

Ulaşım planlaması ilkelerine göre mekânsal kararlar ile analitik yöntemler arasında kurulması gereken dengeleme süreci bilgi edinme-planlama-yönetim sistemlerinin temel amacı olmalıdır. Bu dengeleme ilk aşamada gerek geçmişin deneyim birikimlerinden gerekse benzetim (*simülasyon*) çalışmalarıyla günümüz ilişkilerini temsil eden parametrelerden (ölçme katsayılarından) oluşmaktadır. Ancak daha sonra gelecek için bu katsayıların güvenilir ölçülerde kullanılabilmesi amacıyla kalibrasyon (ölçümleme) çalışmalarının yapılması da gereklidir. Günümüzde Türkiye’de ulaşım bilgi sistemi oluşumundaki yetersizliklerin yanı sıra mekân organizasyonu kararlarındaki tutarsızlıklar ve fiziki hedeflerin sürdürülemezliği ölçümleme ve kestirim çalışmalarının kullanılmasını olanaksız duruma getirmektedir. Bu nedenle İzmir şehirselle yerleşme merkezi örnek alınarak bu çelişkilerin üzerinde durulmakta ve çözüm için bütünleşik plan anlayışıyla ilgili bazı ilke ve esaslar tanımlanmaktadır.

Anahtar sözcükler: *Ulaşım, Şehir, bilgi, benzetim, ölçümleme, karar.*

Giriş

Türkiye’de, plana ve etüde dayanmaksızın yapılan ulaştırma yatırımlarının ve gereklilikleri tartışmalı pahalı ulaşım altyapı projelerinin varlığı bilinmektedir ve giderek artmakta olduğu da dikkat çekicidir. Bu durum yalnızca son dönemde ortaya çıktığından söz edilemeyecek kadar derin bir konumdadır. Planlama disiplinin temeli olan *sınırlı kaynakların akılcı kullanımı anlayışıyla* da bağdaşmamaktadır. Bu eğilim ülkemizde tüm kamu yönetim düzenini olumsuzca etkileyen bir bakış açısının ve kamu siyasetine hâkim olan kültürün birikimli sonuçlarındandır. Çoğu zaman da akılcı karar süreçlerinin ve bilimsel-teknokratik yaklaşımların üzerine çıkarak tercihlerin oluşumlarını yönlendirmektedir. Sonuç olarak da kuramsal analitik yöntemlerin yararları orta ve uzun vadeli deneye dayalı (ampirik) olarak izlenememekte, sürekli kullanılıp geliştirilen bir duruma getirilememektedir. Böylece mekânsal planlama kararları ile ulaşım ile ilişkili sayısal-çözümleyici (analitik) yöntemler arasındaki açmazlar ve kopmalar ortaya çıkmaktadır. Ayrıca ülkemiz koşullarına uygun *benzetim ve karar* modellerinin geliştirilmesi mümkün olamamaktadır. Bu bildiride amaç, konu başlığında da belirtildiği gibi giderek artan ve yarattıkları sonuçlar açısından da geri dönülemez noktalara varan, mekânsal fırsatların kaybolmasına neden olan bu olguyu bir kez daha tartışmaya açmaktır.

Sayısal – Çözümleyici Yaklaşımlarda Darboğazlar

Genel olarak planlamanın kuramsal analitik/yöntemlerine göre, şehirlerde makro proje karar ve uygulamalarının, *kamu yararını önde tutan akılcı tekniklere ve bütünlüklü yaklaşımlara dayalı* olarak geliştirilmesi gerekmektedir. Ne var ki bu temel ilkeye uyulmadan verilen kararlar, ulaşım alt yapı projeleriyle ilgi olarak da yaygın bir biçimde ortaya çıkmaktadır. Şehir ulaşım sistemlerinin planlanmasında benzetim (simülasyon) ve karar modellerinin etkinlikle kurulamaması, bunların plan ve proje seçeneklerinin değerlendirilmesi ve seçimi süreçlerinde etkinlikle kullanılamamasının nedenlerinin geniş bir bakış açısına oturtulması gerekir.

Bu durumun nedenleri aşağıdaki gibi sıralanabilir;

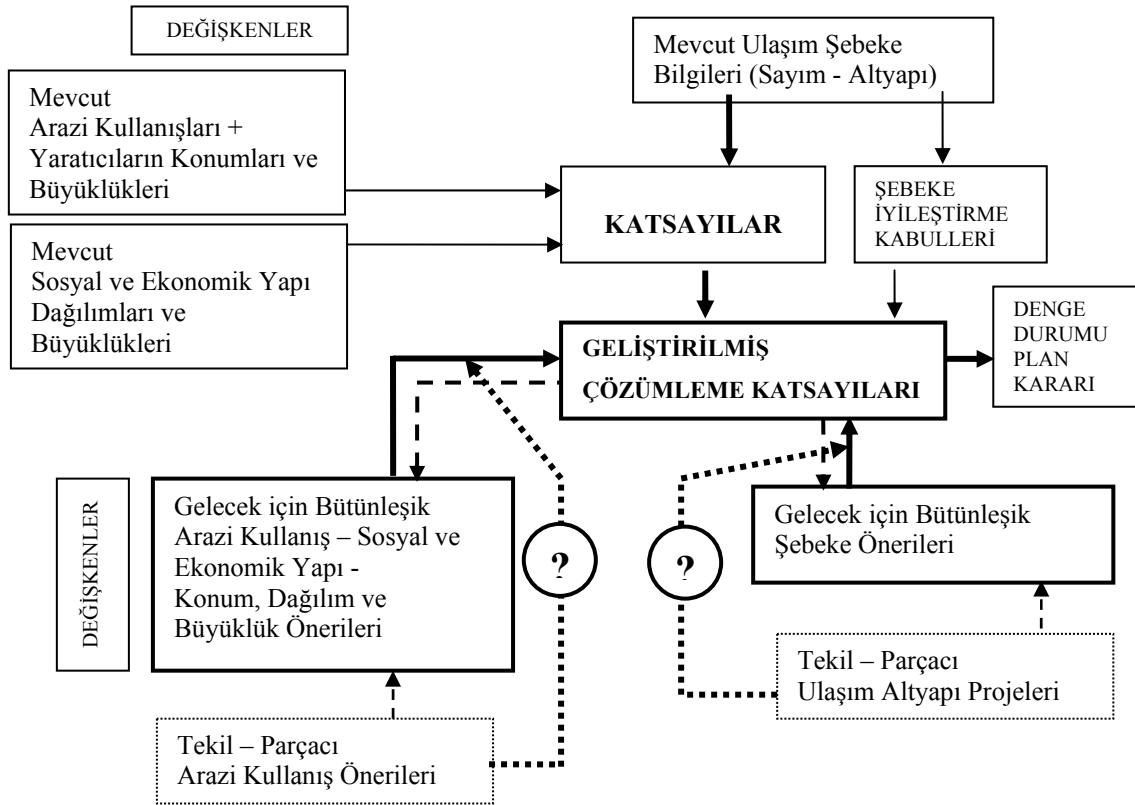
- Ulaşım politikalarının ülke ve kamu yararı gözetilerek uzun vadeli ve tutarlı olarak saptanmamış olması.
- Şehirlerimizin ve bölgelerimizin oluşum ve değişim süreçlerinin doğru kestirilememesi.
- Ulaşım ile ilişkili kurumlardaki yetersizlikler, eşgüdüm bozuklukları.
- Yerel koşullara uygun planlama yöntemlerinin ve yaklaşımların geliştirilmemiş olması.
- Planlamanın bütünü ve ulaşım için güvenilir bilgi-veri sisteminin geliştirilmemiş olması.
- Şehirlerdeki ulaşım ve trafik sorunlarının çözümünde yer alması gerekli uzmanlıklar için eğitim sisteminde boşlukların bulunması.
- Ulaşım planlama çalışmalarının şehirlerde uygulanmasıyla ilgili geliştirilmiş kuramsal bir çerçevenin kurulmamış olması.
- Yeterli düzeyde deneye dayalı bulgu elde edilememesi, deneysel sınamaların yapılamaması.

Doğal olarak sıralanan bu nedenlerin ortadan kalkması için bunlara neden olan etkileri çözmek, azaltmak gerekir. Yukarıdan da anlaşılacağı gibi nedenlerin bir bölümü makro değişkenlere dayalıdır ve ancak ülkesel politika ve stratejilerle çözümlenebilirler. Bu konuda da öneriler geliştirilebilir. Ancak esas olan ağırlıklı olarak şehrsel ölçekteki yönetim karar ve uygulamalarının çerçevesinde bir uğraş vermektir. Bir başka deyişle esas amaç, akılcı kuramsal-analitik yöntemlere dayanmadan yapılan mekânsal tercihlerin Türkiye’de şehrsel ulaşım kararlarıyla ilgili olarak ortaya çıkardığı çelişkileri belirlemek, sürekli gündeme getirmek ve çözüm aramak olmalıdır.

Yukarıda sıralanan nedenler de göz önünde tutularak *klasik ulaşım modeli* çerçevesinde; yerel koşullara uygun bir *analitik yapının* elde edilebilmesi, bu duruma uyarlanabilecek bir *bilgi-veri sisteminin* geliştirilebilmesi ve *yerel kurumsal* yetersizliklerin giderilebilmesini kapsayan *ortak bir yaklaşım önerisi* sonuç olarak elde edilmek istenmektedir. Bildirinin içeriğinde ise *İzmir büyük şehir bütününden* örnekler getirilerek önerilerin söz konusu yerleşme alanının sorunlarının çözümlerine uygun olarak geliştirilmesi aranacaktır. Yöntemle ilgili olarak güncel algılamalar ve tarihsel analizlerin yapılmasına da çalışılmaktadır.

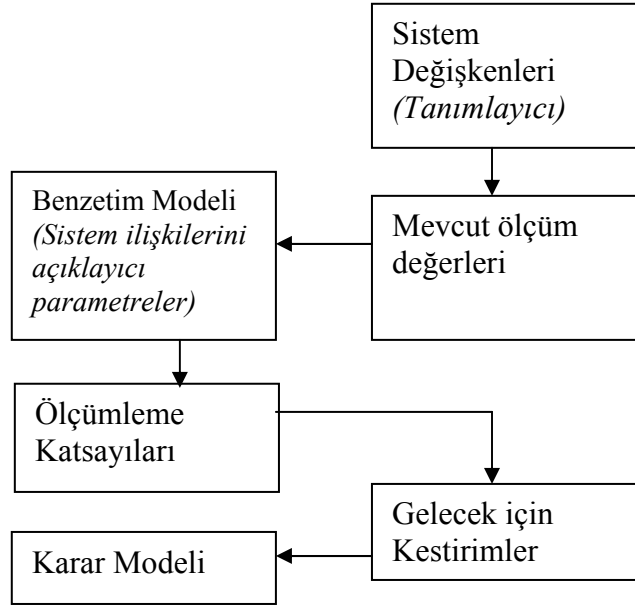
Dengeleme Süreci

Şehirlerde ulaşım sistemlerinin iyileştirilmesi ve uzun vadeli olarak akılcı yaklaşımlarla mükemmelleştirilmesi için mekânsal kararlar ve uygulamalar ile kuramsal analitik yöntemler arasında bir denge durumuna işlerlik kazandırılması gerekmektedir. Model kurabilmenin temeli şekil 1’deki dengeleme sürecini başarılı bir biçimde elde edebilmektir. Bu süreçte hesaplanacak ham katsayıların geliştirilmesi gerekmektedir.



Şekil 1 Dengeleme Süreci.

Sürecin ayrıntılarını burada kısaca hatırlamak yararlı olabilir. Şekil 2'den anlaşılacağı gibi dengeleme süreci geliştirilmiş çözümlü katsayıların belirlenmesini amaçlamaktadır. Çözümleme katsayılarının bulunduğu düzey sistemin dengede kaldığı kabul edilecek aşamayı temsil eder. Bu noktaya gelmek için öncelikle şehirde bugün var olan günlük toplam yolculuk sayılarının, bu sayıların çeşitli alt bölgelere göre dağılımlarının ayrıca hangi bölgeler arasında ne büyüklükte günlük yolculukların oluşmakta bulunduğunun bilinmesi gerekmektedir. Bu verilerin bir standart kesiti verecek biçimde elde edilmesi programlanmalıdır. Yine şekil 1'e göre yolculuk değişkenleri ile yolculuk sayıları arasındaki parametreler modelin tanımlayıcı olmasını sağlayan unsurlardır.



Şekil 2 Değişkenlerden Karar Modeline Geçiş.

Bu düzeyde model henüz açıklayıcı düzeye çıkarılamamış durumdadır. Benzetim modelinin temsil yeteneğinin artırılması amacıyla parametrelerin kalibrasyon yolu ile ölçümleme katsayılarına dönüşümü gereklidir. Ulaşım sistemlerinin şehirlerdeki önemli bir zafiyeti de hatırlanmalıdır. Bu zafiyet, tanımlayıcı aşamada iken parametrelerin yolculuk ilişkilerini yeterli düzeyde açıklayamadıklarından kaynaklanır. Bir başka deyişle ulaşım alt sistemlerinin teknolojik ve işletim düzeylerinin, yolculuk sayılarının ortaya çıkmasında ve alt bölgeler arasındaki dağılımında doğrudan etkileri bulunmaktadır. Bu durum gerçek yolculuk isteğinin ortaya çıkmasını ve eyleme dönüşmesini engelleyeceği gibi gerekmediği halde yaratılmış bir altyapı kapasitesi sistemin açıklanmasında anlamlı olmayan yolculukların yaratılmasına ve dağılımına neden olabilir. Bu durumda şebeke iyileştirme kabulleriyle yolculuk yaratım ve dağılım sayılarının hangi düzeyde oluşabileceği ve ilişkiler için hangi çözümleme katsayılarının kullanılabilceğinin hesaplanması sağlanacaktır. Amaç gelecek için de tüm ulaşım sistemleri açısından en iyi şebekeyi geliştirmek olduğuna göre, gelecekteki bir dönem için bağımsız yolculuk değişkenlerinin büyüklüklerini saptamak ve geliştirilmiş çözümleme katsayılarını kullanarak en iyi ulaşım alt yapı sistemleri ve uygulamalarına ait yolculuk yaratımı ve dağılımı hesaplamalarını gerçekleştirmek mümkün olacaktır.

Ulaşım İlişkilerini Belirleyen Değişkenler ve Katsayılar

Yukarıda belirtilen noktaları somutlaştırmak için bazı örneklerin üzerinde durulması yararlı olacaktır. Klasik ulaşım modelinin kalıpları içinde şehirlerde ulaşım ilişkilerini belirlemek, bunları ölçmek ve giderek kestirim hesaplamalarında kullanabilmek üzere hangi bazı değişkenlerin saptanabileceği ve bunlara bağlı ne tür katsayıların oluşturulabileceğini hatırlamak yararlı olacaktır. Burada verilen örnekler genel bir yaklaşıma aittir. Şehirsel yerleşmelerin yapısal niteliklerine göre çeşitlilik ve nicelik kazanacaklardır. Genel bir listeleme için böylesine tanımlamalardan yararlanabilir.

Ancak üzerinde çalışma yürütülecek şehrsel yerleşme alanında hangilerinin etkinlik içinde olacağı model kurma girişimlerinin çözümleyeceği bir sonuçtur.

Homojen Şehrsel Alanlarda Yaratım Değişkenleri

Bu tip değişkenler tanımlama ve algılama eylemleri açısından anlamlıdır ve özdeşlik içinde oluşmaları ve şehrsel arazi kullanım tiplerinin ortaya çıkmasını sağlamaları esastır. Bu değişkenlere örnek olarak aşağıdakiler sıralanabilir:

- Toplumsal kategori grupları
- Demografik yapı özellik sınıflamaları
- İşgücünün sektörlere dağılım oranları
- Çalışma alanlarında istihdamın sektörel dağılım yapısı
- Yaşam ve çalışma alanlarında yoğunluk grupları
- Çalışma ve üretim alanlarının büyüklükleri

Tekil Yaratıcılar

Bazı yolculuk yaratıcıları homojen arazi kullanım yapısını bozucu nitelikte olabilirler. Bunlar çok daha dar alanlarda yer almalarına karşın kendi başlarına geniş arazi kullanım alanlarının yaratmakta bulunduğu yolculuk sayılarına ve taşıt trafiğine eşdeğer bir yaratım düzeyine sahip olabilirler. Bunlar da şehirlerde ölçeksel çeşitlilik ve değişen alan büyüklüklerine göre yer almaktadırlar. Kendi aralarında bazı norm ve standartlara sahiptirler. Bu nedenle parametrik değerleri açısından genellemelere gidilebilecek niteliktedirler. Örnek olarak spor tesisleri, hastaneler, eğitim tesisleri, adalet yapıları ve kamu idaresi tesisleri sayılabilir.

Dağılım Değişkenleri

Şehirlerde bağımsızca ortaya çıkmakta olan toplam yolculuk sayılarının, ilk aşamada kullanacağı güzergâh ve taşıt türlerine bakılmaksızın, sonrasında bu hususlar da değerlendirilerek nasıl dağılabileceğinin hesaplanması gerekecektir. Bu dağılımın da nedensellikleri bulunmaktadır.

Söz konusu nedensellikler için ise aşağıdaki değişkenler örnek olarak verilebilir;

- Çekim alanlarının toplam yolculuklardan pay alabilme potansiyelleri
- Sürtünme faktörleri – fiziki uzaklıklar – yolculuk süreleri
- Toplu taşımada bilet ücretleri ve ücretlendirmeyi etkileyen tüm faktörler
- Özel otomobiller için akaryakıt giderleri – bakım ve işletme giderleri

Taşıt Türü Değişkenleri

Bu tür değişkenler yolculuk isteğinde bulunanların gelir düzeyi ve tüketim alışkanlıklarına duyarlılık taşıma niteliği taşırlar. Sosyal psikolojinin gündemini oluşturan, bireylerin ve toplumsal grupların davranış biçimleri ve kültürel birikimleri de bu değişkenlerin ortaya çıkmasında etkilidirler.

Aşağıdaki gibi bazı örnekler verilebilir;

- Güvenlik – hız – rahatlık – ucuzluk faktörleri
- Özel taşıtlar için kategorik seçim
- Toplu taşıtlar için kategorik seçim
- Özel oto sahiplik oranları

Atama Değişkenleri

Şehir içindeki bazı ulaşım koridorlarının, toplu veya özel ulaşım güzergahlarının tercih edilmesiyle ilgili ölçütlere göre değişkenlik gösterirler. Taşıt türü seçimiyle birlikte

tercih seçenekleri sınırlandırılmış olabilir veya kimi zaman da atama eğilimleri taşıt türü seçimi davranışlarıyla birlikte ele alınabilir.

Bu değişkenlerle ilgili olarak da bazı örnekler sıralanabilir;

- En kısa yollar
- Alternatif güzergâh olanakları,
- Yol ve güzergâh tercihlerinde fırsat değişkenlikleri
- Çevre psikolojisi unsurları

Benzetim çalışmalarında yukarıdaki değişkenlerin aralarındaki ilişkilerin ham katsayılarının belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Şehir Ulaşımı Çözümleyici Yaklaşımlarında İş Akım İlişkileri

Mekânsal kararlar ile analitik yöntemler arasında kurulması gerekli dengeleme sürecinin ayrıntıları üzerinde yukarıda durulmuştu. Görüldüğü gibi mekânsal fiziki kararlar ve analitik yöntemler arasında güçlü bağların kurulması gerekmektedir. Bilindiği gibi planlamada analitik yöntemlerden genel olarak;

- İlk önce bir ilişkiler sisteminin değişkenlerini belirlemek, bir ilişkinin var olduğunu göstermek ve tanımlamak,
- Sonra bu ilişkiyi açıklamak, nedenselliklerini, sebep – sonuç bağlarını kurmak ve ağırlıklarını belirlemek,
- Son aşamada da bir karar ortamında kullanmak üzere güvenilirliğini sağlayıp geliştirmek ve karar sürecinde kullanmak, üzere yararlanılmaktadır.

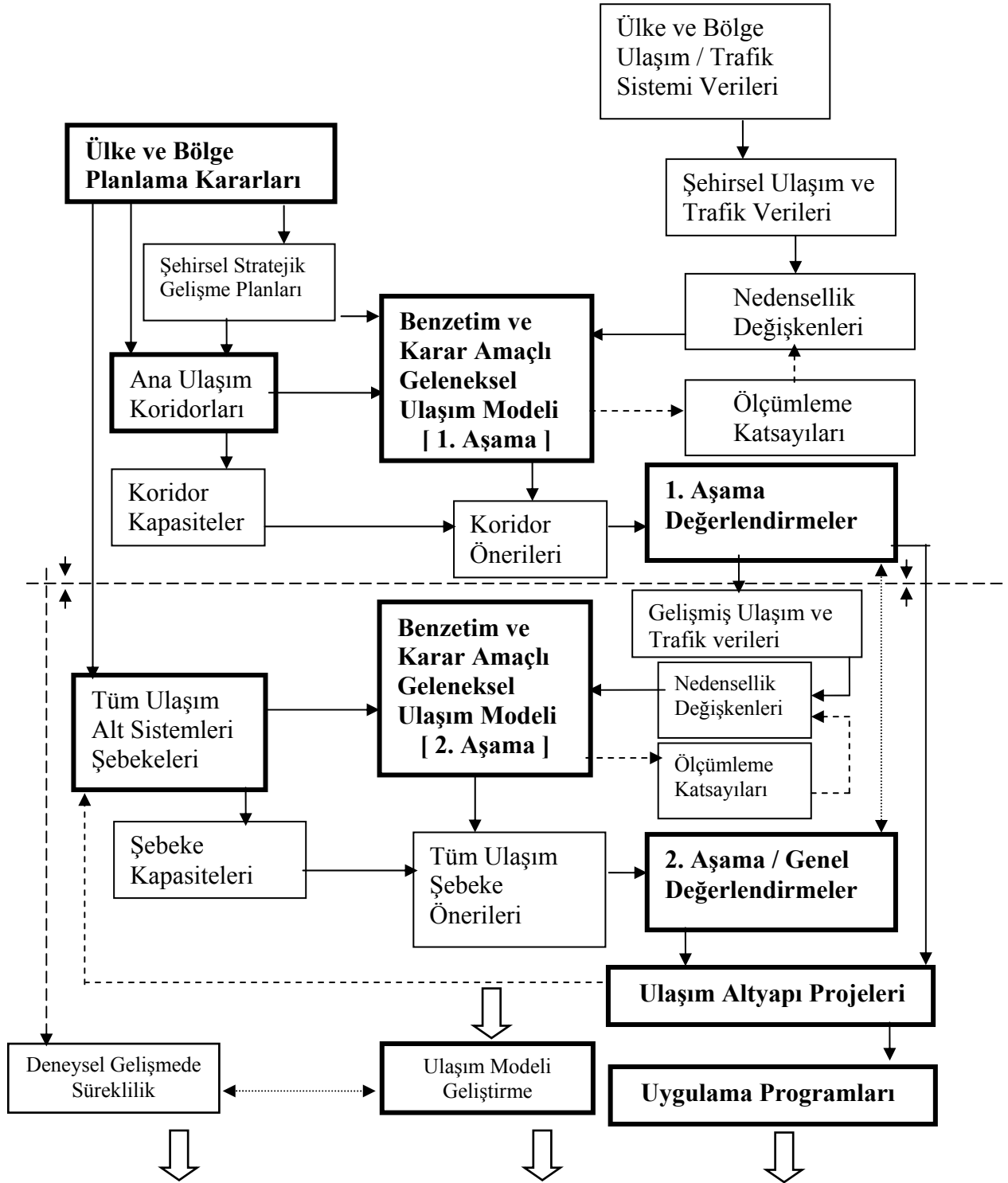
Bir ulaşım karar modeli içinde denge sağlandıktan sonra katsayılarının gelecek için kullanılması mümkün olabilecektir. Dengeleme süreci; ham katsayılardan, hesaplama ve kestirimlerde kullanılacak güvenilir katsayılara geçme ve çözümleme elde etme eylemlerinin genel adı olmaktadır.

Söz konusu böylesine bir denge durumuna eriştikten sonra gelecek için kabul edilen bütünleşik bir arazi kullanım – ulaşım sistemi seçeneğindeki değişken büyüklüklerinin, hesaplananın ve öngörülenin ötesinde gelişmesinin engellenmesi gerekmektedir. Ayrıca programlananların dışındaki ulaşım alt yapı yatırımlarının da yapılmasını önlemek bir başka amaç olmaktadır. Böylesine bir düzeyin yakalanmasının ise ancak zaman içinde mümkün olacağı bilinmektedir. İlk önceleri sınamalar şeklinde sonrasında ise uygulamalı bir biçimde sürecin yaşama geçirilmesi beklenmeli, ancak hedeften kopmamaya dikkat edilmelidir. Bununla ilgili bir iş akım şemasının oluşturulması da mümkündür. Şekil 3’de bu amaçla kullanılabilir bir şema önerisi verilmektedir.

Şemada ham katsayılardan güvenilir katsayılara geçiş sürecinin bir benzetimi kurulmaktadır. Örnek olarak da iki aşamalı bir modelin geliştirilmesi ele alınmıştır. Bu iki aşamalı model anlayışı genel stratejik kararlardan ayrıntılara ve taktiklere geçişi de göstermektedir. Ayrıca bu gelişme bilgi-veri sistemi açısından da izlenebilmektedir. Bir başka deyişle mükemmelliği yakalamak amacıyla tekrarlayan eylemler, model kurgusunu geliştirirken yanı sıra bilgi-veri güvenliğinin artırılması açısından da birlikte hareket etmektedirler.

Bu durumda her aşamada tüm yolculuk ve hareketlilik değişkenlerinin gözden geçirilmesi ve değişken olarak temsil yeteneği daha yüksek örneklere yönelerek, yeni türde bilgi ve verilerin elde edilmesi ve eskilerinin de güncelleştirilmesi

sağlanabilecektir. Esas olan deneysel gelişimde sürekliliğin sağlanması ve sürecin kesintiye uğratılmamasıdır.



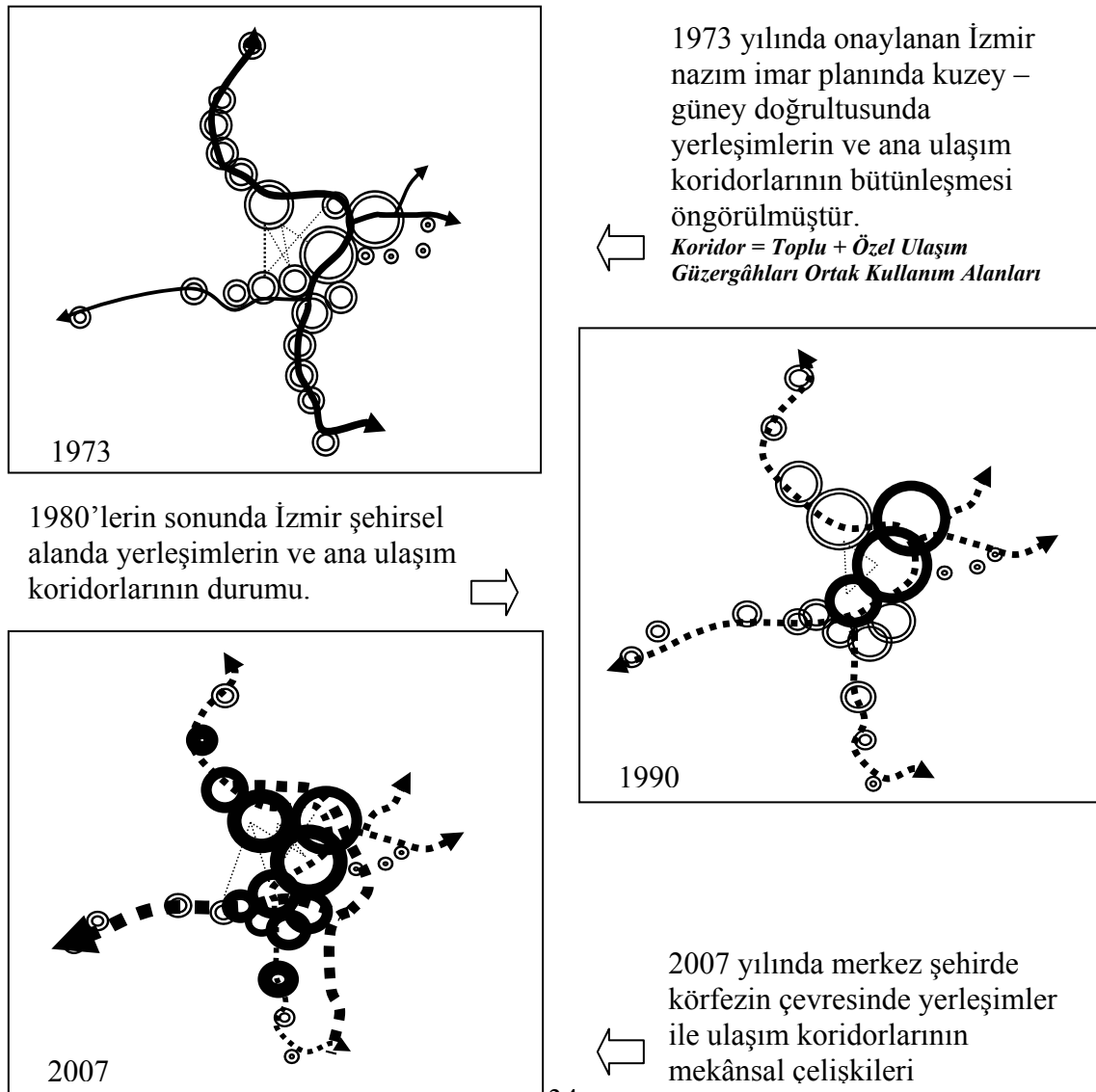
Şekil 3 Sayısal – Çözümleyici Yaklaşımlarda Kullanılabilecek Örnek İş Akım Şeması

Şemada görüldüğü gibi eylemlerin iş akımlarında yörüngesel tekrar edici (iteratif) bir süreç izlenmektedir. Buna göre arazi kullanım-ulaşım sistemi için ortak model kurma girişimleri en basit düzeyde başlayacak, bir yandan model kararları uygulamaya

geçirilirken diğer yandan model ve çevre unsurlarını geliştirilerek mükemmelleştirmesi sağlanacaktır. Bu noktaya gelindiğinde ise uygulama programları kesinleştirilecektir. Aşamaların yürütülmesi sırasında gündeme gelebilecek tüm arazi kullanım ve tekil yer seçim önerileri ile ulaşım alt yapı proje önerileri kesinleştirilmeden önce bir yapılabirlik sınavından geçirilerek kısa devre yapılmaksızın şekil 1'deki dengeleme sürecinde gösterildiği gibi mutlaka eylemler sıralaması sisteminin içinden geçirilmelidir. Kısa devre ilişkileri şekil 1'de soru işaretleri ile gösterilmiştir.

İzmir'de Açmazlar ve Aykırı Gelişme Örnekleri

İzmir'in 5000 yıllık bir süreyi aşkın yerleşme geçmişi olduğu bilinmektedir. İçinde yer aldığı coğrafyanın etkileriyle asırlar boyunca izler bırakan değişimler göstermiştir. Burada amaç İzmir'in planlamaya ilişkin geçmiş dönemlerini incelemek değildir. Ancak Türkiye'de merkezi planlama deneyiminin oluşmaya başladığı 1960'lardan sonraki gelişmeyi, seçilen konuya odaklanarak İzmir açısından kısaca inceleyerek hatırlamak gerekecektir. Bu yazı kapsamında söz konusu inceleme döneminin başlama noktasının, 1973 yılında eski İmar ve İskân Bakanlığı'na onaylanarak yürürlüğe girmiş olan 1/25000 ölçekli İzmir Nazım İmar Planı olduğu kabul edilmiştir. Bu plan şekil 4'deki 1973 yılı şeması ile ifadelendirilmiştir.



Şekil 4 İzmir'de 1/25000 ölçekli nazım imar plan sürecindeki gelişmeler

Bu yılların belki de en temel özelliği Türkiye’de merkezi planlamanın bölge, metropoliten ve şehir planlama olarak çakıştırılarak tek bir bakanlığın çatısı altında kurumlaştırılmış olması ve çalışmaların eşgüdümlü bir biçimde yürütülmüş olduğu dönemi kapsamaktadır. 1973 yılında onaylanarak yürürlüğe giren İzmir nazım imar planı böylesi bir dönemin ürünüdür. DPT’den uygun görüş alınarak uygulamaya konulmuş makro projeleri de içermesi açısından anlamlıdır. Günümüzde dahi çeşitli program sapmaları ve uygulamadaki gecikmelere ve bu nedenle etkinliklerinin azalmış olmasına karşın bu makro projelerin izlencede olduğu bilinmektedir.

Şekil 4’deki şemadan da anlaşılacağı gibi 1973 yılı planıyla şehirselleşmenin temel ve ağırlıklı olarak kuzey – güney doğrultusunda ana ulaşım koridorları oluşturularak sağlanması öngörülmüştür. Metropoliten iş merkezi ve alt merkezlerin dizilişi, yaşama ve çalışma alanlarının yayılışı, toplu ve özel ulaşım güzergâhlarının güçlendirildiği kuzey – güney koridoru boyunca gerçekleştirilmesi, şehirselleşmenin kuzeyde Aliağa’ya güneyde de Torbalı’ya doğru geliştirilmesi planın temel esasıdır.

1990’lara gelindiğinde gerek arazi kullanım kararlarında gerekse de makro proje karar ve uygulamalarında bu esasa uyulmaması sonucunda şekil 4’deki 1990 yılı şemasındaki görünümün ortaya çıkmasına neden olunmuştur. Bu aşamada revize edilerek yeniden ele alınan nazım plan bozulan dengenin yansıtıldığı bir belgedir ve burada şema ile gösterilen gelişimlere uygun bir plan onaylanarak yürürlüğe konmuştur. 2007’de de görüldüğü gibi merkezde yayılarak körfezin çevresinde yoğunlaşan bir yerleşme biçiminin ortaya çıktığı izlenmektedir. Şekillerdeki halkalar ve kalınlıkları şehirselleşme arazi kullanım ve yerleşimlerin odaklaşmasını ve yoğunlaşmalarını temsil etmektedir.

Makro projelerdeki sapma ve gecikmelerin, zamanlama hatalarının, önceliklerinin ve uygulama yerlerinin değiştirilmesinin, arazi kullanışları ve ulaşım altyapıları birlikteliklerindeki bozuklukların giderek onarılamaz denge bozukluklarına neden olacağı izlenebilmektedir. Bu durum da elde edilen bilgi-veri sistemini de bozulacağı, planlamada analitik yöntem ve yaklaşımların kullanılmasının imkânsızlaşabileceği ayrıca ulaşım ve trafik sistemiyle ilgili sayısal – çözümleyici yaklaşımların da kullanılabilmesinden artık söz edilemeyeceği görülmektedir. Bu durumda şüphesiz, makro projelerin ve ulaşım alt yapılarının planı yönlendirici ve araçsal rol oynama özelliği de ortadan kalkacaktır.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak sayısal – çözümleyici yaklaşım ve yöntemlerin şehir ulaşım planlamasında kullanılabilmesinin ön koşulu şehirlerde dayanıklı, uzun vadeli ve kapsamlı planlama süreçlerinin kurulabilmesidir. Bütünleşik arazi kullanım – ulaşım sistemi plan kararlarının kurgulanıp sürdürülmesi için ise, aşağıdaki temel ilkelerin göz önünde bulundurulmasının ve her bir başlık altında çalışma denetiminin sağlanarak planlama sürecinin güçlendirilmesinin gerektiği düşünülmelidir.

Siyaset ve Yönetim Anlayışı

Tüm ölçeklerde yürütülecek planlama çalışmalarının dayandığı siyasi ve yönetsel tercih ve öncelikler, gerek kullanılacak yöntemi belirlemede gerekse de planlamanın varmak istediği amaç ve hedefleri biçimlendirmede birinci derecede rol oynayacaktır. Bu durumun genellikle önceden saptanmasında teknokrat emeğinin boşa harcanmaması

ayrıca çalışmaların sürekliliği ve kesintisizliği açısından yararları bulunmaktadır. Sonradan getirilecek siyasi yorumlar ve yönetsel yargılar sürecin güvenilirliğini ve inandırıcılığını olumsuz etkilemekte, tutarsızlıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Planlama çalışmalarında sorumluluk sınırları içinde kalan tüm yerel erklerin değişkenlik taşıyabilecek siyasetlerinin öğrenilmesi ve değerlendirilmesi sağlıklı bir süreç açısından kaçınılmazdır.

Planlamanın Dayanağı Olabilecek Modelin Belirlenmesi

Siyasetin getirebileceği sınırlamaların bilinmemesi ve yönetim anlayışındaki belirsizlikler, planlamadaki yönlendiricilik işlevini aksatabilecek düzeyde olmamalıdır. Tüm şehir ve ulaşım planlama girişimlerinde tipolojiye, sosyal ve ekonomik sisteme dayalı bir model üzerinde durulmaya özen gösterilmelidir. Ayrıca model ile yerel erklerin arasında bir ilişkinin varlığı izlenebilmelidir. Aksi takdirde başlatılan çalışmaların yarıda kalmasına ve yörüngesinden çıkartılmasına neden olabilecek nedenler ortaya çıkabilir.

Seçenek Üretme Anlayışı ve Sonuçların Kestiriminde Kullanılacak Teknikler

Dayanak alınacak çalışma modeli ve üstüne konulduğu siyasi-yönetimsel tercihler, planlamada seçeneklerin oluşturulmasında ve bu seçeneklerin karşılaştırılmasında yararlanılabilir. Başka bir yaklaşımda; planlama ekibinin varsayımlara dayalı olarak seçenek üretmesi ancak bunların arasında seçim yapılması sırasında, her bir seçeneğin sonuçları için yapılacak kestirimlerin yerel erklerle sunularak onların tercihlerinin geliştirilmesi de sağlanabilir. Bu yaklaşımların ikisi de sonuçlar açısından risklerin en aza indirilmesini sağlayacaktır.

Uzmanlıklar Arası Katkılar

Bir şehirsal-bölgesel-yerel alandaki planlama ekibinin dışarıdan alacağı tepkileri değerlendirebilmesi ayrıca geliştirilecek yöntemin bir gereği olarak planın, disiplinler arası katkı ve emekle oluştuğunun belirgin olarak algılanabilmesi gerekmektedir. Bu durumun dikkate alınarak çalışma ekiplerinin her aşamada gözden geçirilmesi ve örgütlenmesi sağlanmalıdır. Ayrıca çalışmalar stratejik plan anlayışıyla ele alınmak isteniyorsa uzmanlık katkılarının ağırlıklı olması kaçınılmazdır.

Planın Sektörlere ve Makro Projelere Getirdiği Öneriler

Türkiye’de planlama çalışmalarının mekânsal kararları ağırlıkta olan belgeler niteliği taşımaları yararlı olacaktır. Bununla planın yönlendirici ve yol gösterici işlevi artmaktadır. Ekonomik ve sosyal sektörlerin kendi içlerindeki dengeleri, bunların genel planlama anlayışına etkileri somut bir biçimde de ölçülebilmeli ve açıklama raporlarıyla sunulmalıdır. Uzmanlıklar arası katkı eksikliklerinin oluşmaması bu açıdan da önem kazanmaktadır.

Etkileşim Alanı Sınırı Tanımlaması ve İrdelemesi

Planların araştırma, etüt, karar ve sorumluluk sınırları üst üste çakıştırılmalı, etkileşim alanları hesaplanmalı, yetki alanları yasaların da öngöreceği biçimde geliştirilmelidir. Sınırların ülkedeki bilimsel birikimden yararlanılarak, deneye dayalı bir sınamayla elde edilmesi ilke olarak kabul edilmelidir. Bu yaklaşımların her yerleşme alanı için ayrı bir biçimde denetlenmesi yapılmalı, bu husus ölçekler gereğince kaçınılmaz kabul edilmelidir. Tüm ülke için geçerli olabilecek tek düze bir yaklaşımdan artık kaçınılmalı bu konuda verilecek bir çalışma zamanının kayıp sayılmayacağı düşünülmelidir.

Dr. M. Yıldırım ORAL - Temmuz 2007 - İzmir

Ülkemiz Ulaştırma Politikalarının Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Kalkınması Üzerindeki Etkileri

Bengi Pınar Aytaç

Karadeniz Teknik Üniversitesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü
Trabzon
Tel: (0462) 377 26 65
E-Posta: bengiay@hotmail.com

Fazıl Çelik

Karadeniz Teknik Üniversitesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü
Trabzon
Tel: (0462) 377 26 67
E-Posta: fcelik@ktu.edu.tr

Funda Türe

Karadeniz Teknik Üniversitesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü
61080 Trabzon
Tel: (0462) 377 26 65
E-Posta: funda_ture@hotmail.com

Öz

Ulaşım sistemi kalkınmayı belirleyen önemli bir faktördür. Ulaşım alt sistemlerini oluşturan karayolu, havayolu, boru hattı, denizyolu ve demiryolu sistemlerinin kendine özgü ve kalkınma sürecini farklı şekilde etkileyen özellikleri vardır ve bu sistemler birbirinden bağımsız olarak düşünülmemelidir. Ekonomik kalkınma sürecinde bu alt sistemlerden hangisine öncelik tanınacağı bilimsel gerçekler ışığında değerlendirilmeli ve sistemlerin birbirlerinin gelişmesini engelleyecek şekilde hizmet sunmaları önlenerek, ülke sathında dengeli ve koordineli bir şekilde tesis edilmeleri sağlanmalıdır.

Doğu Karadeniz Bölgesindeki yetersiz ulaşım altyapısı, bölgenin kalkınmasını önemli ölçüde etkilemiştir. Bölgede uzun yıllar karayolu ağırlıklı bir taşıma sistemi uygulanmış, Asya ve Avrupa arasındaki ulaşım koridorunda stratejik bir konuma sahip olan bölge limanlarımız, hinterland (ard bölge) bağlantılarının yetersiz oluşu ve altyapı eksiklikleri nedeniyle bu iki kıta arasında hızla artan transit ticaretten gerekli payı alamamıştır.

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde denizyolu-demiryolu bağlantısının sağlanarak, kombine taşımacılığın geliştirilmesi, bölge ekonomisinin gelişimine önemli katkılar sağlayacaktır.

Anahtar Sözcükler: Doğu Karadeniz Limanları, TRACECA, Ulaştırma Politikaları, Kalkınma

Giriş

Toplumsal kalkınma, sadece ekonomik değişim ya da büyüme olmayıp; sosyal, siyasal ve kültürel gelişmeyi de içerir. Toplumsal kalkınmanın temelinde sosyal mobilite yatar. Sosyal mobilitiyi sağlayan en etkin araç ise; ulaştırma. Dış dünyaya kapalı toplumların kendilerini kuşatan geleneksel çemberi kırarak değişime uğraması ve çağdaşlaşması oldukça zor, hatta imkansızdır (Çelik, 2001).

Ulaştırma sektörünün en önemli özelliği ulaşım sisteminin ülkenin ekonomik sosyolojik ve politik yapısına bir "yön verme", "şekil verme" etkisine sahip olmasıdır. Yeni bir ulaşım sisteminin kurulması veya mevcut ulaşım sisteminin iyileştirilmesi mekanın ekonomik, toplumsal veya politik yapısını değiştirebilmektedir. Yeni bir ulaşım alt yapı yatırımı, avantajlı kuruluş yerleri ve dolayısıyla yatırımlar için elverişli bir ortam yaratabilmektedir. Böylelikle yatırımlar teşvik edilmekte, yatırımların teşvik edilmesi ile birlikte sanayileşme ve kalkınma da teşvik edilmiş olmaktadır. Ulaşım sistemi, böylelikle, sanayileşmeyi belirleyen önemli ekonomik değişkenleri büyük ölçüde etkilemektedir (Ergün, 1985).

Artvin, Bayburt, Giresun, Gümüşhane, Ordu, Rize ve Trabzon illerini kapsayan Doğu Karadeniz Bölgesi, Türkiye'nin az gelişmiş bölgelerinden biridir. İpek Yolu üzerinde bulunan bu bölge, uluslararası ticaretin geliştiği dönemlerde büyük zenginliklere kavuşmuştur. 1917 Bolşevik ihtilalinden sonra, uluslararası ticaretin azalması, özellikle Karadeniz'i çevreleyen ülkeler arasında ticaretin durması, Doğu Karadeniz Bölgesi'ni olumsuz yönde etkilemiş ve bölgenin geri kalmışlığına katkıda bulunmuştur (DOKAP, 2000).

Bölge ekonomisinin gelişmesinin önünde engel olarak duran en önemli faktörlerin başında altyapı yetersizliği gelmektedir. Altyapı konusunda en önemli konu, ulaştırma sektöründe kendini hissettirmektedir. Bölge topoğrafyası gelişkin bir ulaşım altyapısı oluşturmayı çok güçleştirmiştir. Bölgenin, ülkenin gelişmiş yörelerine uzak olması, bu gelişmemiş ulaşım altyapısının olumsuz etkilerini daha da arttırmıştır.

Türkiye'nin Ulaştırma Politikaları

1923 yılında Türkiye Cumhuriyeti Devleti'nin kurulmasıyla birlikte sanayileşme ve kalkınma politikasının temel unsurlarından bir tanesi olan ulaşım altyapısının geliştirilmesine önem verilmiş ve özellikle de demiryolu ulaştırmasına gereken hassasiyet gösterilmiştir. 1925 yılında yapılan ilk Demiryolu kongresi ile ülkedeki demiryolu ulaşım politikası ortaya konmuş ve 1929 yılına gelindiğinde 1000 km uzunluğunda demiryolu yapımı tamamlanarak işletmeye açılmıştır (Elmas ve Yıldızhan, 1999). Demiryollarındaki hızlı ilerleme 1940 yıllarına kadar sürmüştü ve 1940-1950 yılları arasında ise tam bir durgunluk dönemine girmiştir. Cumhuriyetin ilanından, 1940 yılına gelinceye kadar yılda ortalama 190 km demiryolu inşa edilirken 1940-1950 yılları arasında toplam inşa edilen demiryolu uzunluğu ancak 300 km olmuştur. 1950'li yıllar ulaşım politikasında artık demiryolu döneminin bittiği ve yerini karayolları dönemine bırakmış olduğu yıllardır. 1 Mart 1950 yılında çıkartılan bir yasa ile Ulaştırma Bakanlığında bağımsız Karayolları Genel Müdürlüğü kurulmuştur. 1950'den sonraki yıllar karayolunun artık demiryoluna karşı ezici üstünlüğünü kabul ettirdiği yıllar olmuştur. 1960'dan sonraki yıllar (başlangıç 1963) beşer yıllık kalkınma planlarının

yapıldığı dönemlerdir. Planlı dönemlerde de ulaştırma sistemleri için yapılan yatırımlar arasında bir denge sağlanamamış ve yatırımların yaklaşık dörtte üçü karayoluna yapılmış, demiryolları güç kaybetmeye devam etmiştir. 1980 ihtilali sonrasındaki yıllar Türkiye’de otoyollar döneminin başladığı yıllardır. Devrin hükümetleri bu dönemde Türkiye’de otoyol yapımını desteklemişlerdir. Böylece başta demiryolu olmak üzere diğer ulaştırma sistemlerinin kaderi değişmemiş bu defa da otoyolların gölgesi altında ezilmişlerdir (Akgüngör ve Demirel, 2004).

Bu çarpık gelişmelerin sonucunda Türkiye’de pahalı, kaynakların etkin kullanımına izin vermeyen ve sosyal maliyeti yüksek bir sisteme dayalı taşıma modeli ortaya çıkmıştır. Bu göstergeler ışığında ulaştırma sistem ve alt sistemlerinin yeniden ve ciddi olarak ele alınıp, ulaştırma alt sistemleri arasında işbirliği sağlanmalı ve her sisteme, bir bütünün parçaları gözü ile bakılmalıdır (Ergün, 1985).

Günümüzde ulaştırma sistemlerinin birbirine karşı üstünlüklerinin birbirlerini tamamlayacak şekilde kullanılmasına olanak sağlayan kombine (çoklu) taşımacılık hızla gelişmektedir. Kombine taşımacılığın en ekonomik şeklinin denizyolu-demiryolu olduğu bilinmektedir. Bu sebeple ülkemizde denizyolu-demiryolu kombine taşıma sisteminin geliştirilmesi için gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.

Doğu Karadeniz Bölgesi’nin Sosyo-Ekonomik Yapısı

Doğu Karadeniz Ekonomisi son yıllarda ve özellikle 1980 sonrasında bir gerileme sürecine girmiştir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin milli gelirden aldığı pay giderek azalmış ve istihdam hacminde nisbi olarak bir düşme gözlenmiştir. Bu gerilemenin diğer bir nedeni bu bölgede devletin yeterli altyapı yatırımlarını yapmamış olmasıdır (Morgil, 1997). Bölgenin haberleşme ve ulaştırma yönünden altyapı tesislerinin yetersizliği, bölgenin iktisadi gelişmesini de olumsuz olarak etkilemiş ve gerek bölge içinden, gerekse bölge dışından müteşebbislerin bölgeye yapabilecekleri yatırımlar üzerinde caydırıcı etki yapmıştır.

Doğu Karadeniz Bölgesi Türkiye’nin ortalama geliri en düşük olan bölgelerinden birisidir. En son veriler bölge gelir ortalamasının, Türkiye ortalamasının ancak 2/3 ü kadar olduğunu göstermektedir. Bu düşük gelir ve sınırlı istihdam olanakları nedeniyle bölgeden önemli oranlarda göç olmaktadır. Bölge 1960’tan beri doğal nüfus artışının önemli bir bölümünü göç olarak verirken, nüfus 1990’dan sonra mutlak olarak da düşmüştür. Düşük gelir düzeyi dışında, bölgenin gelir kaynakları açısından da önemli sorunları bulunmaktadır (DOKAP, 2000). Doğal yapı, bölgede yetiştirilebilecek tarımsal ürün çeşidini sınırlandırmaktadır. Bu nedenle bölge illeri tarımsal üretim bakımından çay ve fındık gibi alternatifli olmayan iki ürünle kalkınma hamlesini gerçekleştirmeye mahkum durumdadır (Berber, 1997).

Doğu Karadeniz Bölgesi’nin Ulaştırma Altyapısının İncelenmesi

Deniz Ulaştırması :

Doğu Karadeniz Bölgesinin önemli limanları Trabzon, Rize, Hopa, Giresun ve Ordu’dur. Bu limanlar konvansiyonel olarak planlanmış olup, kendi bölge hinterlandlarına hizmet vermektedirler.

Kapasitelerinin altında çalışan bölge limanlarından, Hopa ve Trabzon'da bir miktar transit yük elleçlemesi yapılmaktadır. Ancak geçmişe kıyaslandığında yük miktarı oldukça gerilemiş durumdadır.

Son yıllarda Karadeniz Bölgesi'nde ticarete büyük bir canlılık gözlenmektedir. Başta TRACECA olmak üzere uluslararası ulaştırma koridorlarının oluşturulması ile Doğu Karadeniz Limanlarımız transit ticaret açısından büyük önem kazanmıştır. Geçmişte İran-Irak Savaşı boyunca bölge limanları konjonktürel olarak transit ticaret açısından altın çağlarını yaşamışlar fakat savaş boyunca gerek limanlarda gerekse kara taşıması sırasında yaşanan olumsuz gelişmeler ve limanların giderek talebi karşılayamamaları nedeniyle limanlardaki transit trafik giderek azalmıştır (Kişi ve diğ., 2005).

Karayolu Ulaştırması :

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde doğu-batı doğrultusunda kıyı boyunca uzanan yol, ulaşım ağının belkemiğini oluşturmaktadır. Kıyı şeridinde paralel uzanan dağ sıraları Kuzey-güney istikametinde geçişi önemli ölçüde sınırlandırmaktadır. Bu istikametteki dikey ulaşım bağlantılarının kapasitelerinin artırılması bölgenin dengeli kalkınmasına katkı sağlayacaktır.

Bölge limanlarının karayolu bağlantısını güçlendirecek en önemli proje 542 kilometrelik Karadeniz Sahil Yolu'dur. Sahil Yolu Samsun'dan Sarp'a kadar, 6 il, 63 ilçe, 17 bucak merkezi, 9 liman, 2 havaalanı ve bir çok yerleşim birimine hizmet verecektir. Diğer taraftan bu proje, kıyı şeridinin büyük oranda tahrip edilmesine neden olmuş, Karadeniz insanının deniz ile bağlantısını kesmiş ve çevre üzerinde telafisi mümkün olmayan yıkıcı etkiler bırakmıştır.

Demiryolu Ulaştırması :

Bölgenin komşu bölgelerle demiryolu bağlantısı bulunmamaktadır. Yapılması planlanan Kars-Tiflis, Hopa-Sarp-Batum ve Trabzon-Erzincan demiryolu projeleri bölgedeki limanlarının hinterland bağlantıları açısından çok önemlidir. Bölgeyle iç kesimler arasında yukarıda söz edilen demiryolu bağlantılarının gerçekleştirilmesi halinde Trabzon Limanı, Erzincan üzerinden Orta Asya ve Ortadoğu'ya bağlanabilecek ayrıca, Güneydoğu Anadolu Projesi kapsamında bölgede üretilecek tarımsal malların kara ve demiryolu ile BDT ülkelerine yönelik olarak Karadeniz'e ulaştırılması sağlanacaktır.

Havayolu Ulaştırması :

Doğu Karadeniz Bölgesindeki şehirler içinde sadece Trabzon'da havaalanı bulunmaktadır. Yolcu ve uçak sayısı bakımından Trabzon Havaalanı Türkiye'nin doğusundaki en büyük havaalanıdır. Bölgenin, ülkenin gelişmiş yörelerine uzak olması nedeniyle hava yolculuğu için talep oldukça fazladır. Bu durum, bölgede başka bir havaalanına ihtiyaç duyulmasına yol açmaktadır. Son günlerde Gürcistan'daki Batum havaalanını da içeren, komşu bölge ve ülkelerle bağlantılı bir yerel hava hizmetleri ağı kurulması gündemdedir.

TRACECA Ulaştırma Koridoru ve Doğu Karadeniz Bölgesi Açısından Önemi

Türkiye TRACECA Çok Taraflı Temel Anlaşmasını 1998 tarihinde imzalamış, bu anlaşma 2001 yılında Parlamento tarafından onaylanmış ve ülkemiz 2002 yılında Romanya ve Bulgaristan ile birlikte TRACECA programına tam üye olarak dahil edilmiştir. Bu tarihten sonra TRACECA haritası Türkiye'yi de içerisine alacak şekilde geliştirilmiş ve Haydarpaşa ile Samsun Limanları koridora dahil edilmiştir (Kişi ve diğ., 2005). TRACECA Projesinin temel amacı, Avrupa Birliği öncülüğünde, AB fonlarının kullanılması ve teknik yardımın alınması suretiyle Avrupa'dan başlayarak Karadeniz, Kafkaslar, Hazar Denizi ve Orta Asya arasında taşıma koridorunun oluşturulmasıdır (Erdal, 2005).

TRACECA projesi kapsamında Türkiye, kara ve demiryollarıyla ilgili olarak çeşitli yatırımlarını hızlandırmıştır. Bu amaçla yapılmasına hız verilen en önemli projeler Kars- Tiflis Demiryolu Hattı Projesi ve İstanbul Tüp Boğazı Geçidi Projeleridir. Bu projeler ulaştırma sektörüne olumlu gelişmeler sağlayacaktır. Özellikle Türkiye'nin karşı karşıya bulunduğu karayolu-demiryolu alt sistemlerinin kullanılmasındaki dengesiz dağılım ortadan kalkabilecektir. Ayrıca bölge içinde ve bölge ülkeleriyle ilgili uluslararası pazarlar arasında gerçekleşecek ticarete konu olan malların ulaştırma ve taşınması Türkiye'ye çok önemli döviz geliri sağlayacaktır. Türkiye önemli bir bölümü bölge ülkelerine yönelik olarak uluslararası taşımacılık gelirini attıracaktır (Ovalı, 2003).

Deniz taşımacılığı, çok-modlu bir ulaşım koridoru olan TRACECA projesinin en önemli ayağını oluşturmaktadır. Bu proje ile birlikte Asya ile Avrupa arasındaki stratejik konumları nedeniyle Karadeniz Limanları büyük bir önem kazanmıştır. TRACECA projesine Türkiye'den sadece Samsun ve Haydarpaşa Limanları dahil edilmiş, Doğu Karadeniz limanlarımızın projeye katılımı sağlanamamıştır. Projeye, Doğu Karadeniz Limanlarımızın dahil edilmesi durumunda, bölgeye yabancı sermayenin yönelmesi sağlanarak, Türkiye'nin kaynak sıkıntısı nedeniyle askıya almak zorunda olduğu, özellikle demiryolları ve limanların iyileştirilmesine yönelik altyapı çalışmaları gerçekleştirilebilecektir. Ayrıca Doğu Karadeniz Bölgesi açısından önemli diğer bir konuda; TRACECA Projesi ile Asya ve Avrupa arasındaki ticaretin karayolu hattının Doğu Karadeniz Bölgesi'nden geçecek olmasıdır. Böylece transit ticaret ve bölge içi ticarete karayolu taşımacılığına önemli talep olması beklenmektedir. Ayrıca TRACECA projesi çerçevesinde bölgede ulaştırma sektöründe de belli bir istihdam artışı sağlanabilecektir .

Sonuç

Ülkemizde yaygın dengeli, hızlı kalkınmayı destekleyici ve aynı zamanda bölgesel dengesizliği giderici bir ulaştırma politikası izlenmelidir. Ulaştırma yatırımları sadece kar veya zarar kriterlerine göre değerlendirilmemeli, uygun bir ulaşım sisteminin bir bölgenin sosyo-ekonomik gelişmesine önemli katkıda bulunduğu unutulmamalıdır.

Doğu Karadeniz Bölgesi, ülkemizde uygulanan yanlış ulaştırma politikaları ve 1990 öncesinde Sovyetler birliğinin uyguladığı kapalı ekonomik politikalar nedeniyle uzun yıllar bir çıkmaz sokak görünümüne bürünmüştür. Bölgenin topoğrafyası gelişkin bir ulaşım altyapısı oluşturmayı çok güçleştirmiş, yetersiz ulaşım alt yapısı ise bölge

kalkınmasını engelleyen önemli etkenlerden biri olmuştur. Bölge, limanlara sahip olmanın verdiği avantajdan iyi yararlanamamıştır. Bunun başlıca nedenleri; bölge limanlarının konvansiyonel olarak planlanmış olmaları, altyapı eksikliklerinin bulunması, hinterland bağlantılarından yetersiz oluşu ve liman demiryolu bağlantısının bulunmamasıdır.

Avrupa devletleri ile Sovyetler Birliği'nin dağılmasından doğan, doğal kaynaklar bakımından zengin olan BDT ülkeleri arasında, ekonomik ve ticari ilişkiler giderek yoğunluk kazanmaktadır. Bu iki bölge arasında oluşturulan TRACECA ulaşım koridoru ile birlikte Karadeniz Limanlarındaki ticaret gelişmekte, liman kapasiteleri hızla artırılmaktadır. Bu koridor üzerindeki transit taşımacılıkta, Doğu Karadeniz Limanlarımızın sahip olduğu stratejik konum iyi değerlendirilerek, bölgenin transit ticaretten daha fazla pay alması sağlanmalıdır. Doğu Karadeniz Bölgesi için büyük bir fırsat olan bu projeye, bölge limanlarının dahil edilmesi için gerekli girişimlerde bulunulmalıdır.

Kombine taşımacılık günümüzde hızla gelişmektedir. Bu gelişmede konteynerlerin taşımacılıkta yaygın olarak kullanılmaya başlanması önemli bir etkidir. Bölge limanlarımızın fonksiyon, işletmecilik ve altyapı olarak gerekli iyileştirmeler yapılarak, konteyner taşımacılığının gerektirdiği liman yatırımlarına öncelik verilmeli, yük taşımalarında çok-modlu ulaşım ve konteynerizasyon ağırlıklı bir ulaştırma yapısına geçilmelidir. Böylece limanlarımızın diğer ülke limanları ile rekabet edebilir bir seviyeye ulaşması sağlanmalıdır. Mevcut durumda Doğu Karadeniz Bölgesi'nde demiryolu bulunmama ile birlikte, gelecekte çok-modlu ulaşımın yapılabilmesi için gerekli girişimlerde bulunulmalıdır. Bölgede yapılması planlanan Kars-Tiflis, Hopa-Sarp-Batum ve Trabzon-Erzincan demiryolu projeleri bölge limanlarının hinterland bağlantıları açısından son derece önemlidir. Bu projelerin gerçekleştirilmesi halinde bölge, Ortadoğu ve Kafkasya üzerinden Orta Asya'ya bağlanacak ve bölgenin transit taşımalarından daha fazla pay alması sağlanacaktır.

Kaynaklar

Akgüngör, A. P ve Demirel, A. (2004) Türkiye'deki ulaştırma sistemlerinin analizi ve ulaştırma politikaları. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, cilt 10,sayı 3, sayfa 423-430.

Berber, M. (1997) Doğu Karadeniz Trabzon alt bölgesinde sosyo-ekonomik yapı. Gümrük Birliği, Karadeniz Ekonomik İşbirliği Bölgesi ve Doğu Karadeniz Ekonomisi, Ankara.

Çelik, F. (2001) Ulaştırma-toplumsal kalkınma ilişkisi ve Türkiye'nin ulaştırma politikaları. TMMOB Makine Mühendisleri Odası Ankara Şubesi III. Ulaşım ve Trafik Kongresi-Sergisi 18-20 Mayıs 2001.

DOKAP (2000) Doğu Karadeniz Bölgesel Gelişme Planı, Nihai Rapor, Ağustos.

Elmas, G. ve Yıldızhan, B. (1999) Türkiye'de ulaşım politikaları ve trafik kazalarının ekonomik analizi. TMMOB Makine Mühendisleri Odası II. Ulaşım ve Trafik Kongre-Sergisi, 29 Eylül-02 Ekim.

Erdal, M. (2005), Küresel lojistik, İstanbul

Ergün, İ. (1985) Türkiye'nin ekonomik kalkınmasında ulaştırma sektörü, Ankara.

Kişi, H., Önce, G. ve Ersoy, A. G. (2005) Uluslararası ulaştırma koridorları kapsamında Doğu Karadeniz Limanlarının transit ticaretteki rolünün bölge ekonomisine etkileri. Doğu Karadeniz Bölgesi Kalkınma Sempozyumu, 13-14 Ekim, Trabzon.

Morgül, O. (1997) Bölgesel ekonomik bütünleşme oluşumları ve Doğu Karadeniz ekonomisinin gelişmesi. Gümrük Birliği Karadeniz Ekonomik İşbirliği Bölgesi ve Doğu Karadeniz Ekonomisi, Ankara.

Ovalı, S. (2003) TRACECA projesi ve Türkiye üzerine sosyo-ekonomik etkileri. K.T.Ü., Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon

Sinirsel Bulanık Sistemler İle Trafik Gürültüsünün Tahmini

Ahmet Tortum

Yrd. Doç. Dr., Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Bölümü, Erzurum
E-posta : atortum@atauni.edu.tr

Yasin Çodur

Arş.Gör., Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Bölümü, Erzurum

Öz

Bu çalışmada kent trafiğinin sebep olduğu gürültünün tahmini birleştirilmiş sinirsel bulanık sistemler (BSBS) ile modellenmiştir. Gürültü ve sebepleri arasındaki ilişki üzerine kararlar verilirken trafik gürültüsü ve bununla ilgili özellikler göz önünde bulundurulur. BSBS yaklaşımı yoldaki trafikten dolayı L_{10} gürültü seviyesini tahmin etmek için kullanılmıştır. Çalışmada çeşitli kaynaklardan toplanan veriler kullanılmıştır. Ölçüm verileri L_{10} , hafif araçların sayısı, ağır araçların sayısı, toplam trafik akışı ve ortalama araç hızlarını içerir. BSBS kullanılarak gerçekleştirilen trafiğinin sebep olduğu gürültünün tahmini sonuçları; klasik model sonuçları ile karşılaştırılmıştır. BSBS modelleri klasik modellere göre trafiğinin sebep olduğu gürültünün tahmininin doğrusal olmayan davranışını temsil etmede daha başarılı olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Yapay sinir ağları, bulanık mantık, birleştirilmiş sinirsel bulanık sistemler, trafik gürültüsü

Giriş

Otomobil ulaşımının yaygınlaşması kentsel alanda gürültü kirliliği ve benzeri birçok probleme yol açar. Şehir alanlarındaki gürültü kirliliği yaşam kalitesini düşürür ve insan sağlığını tehdit eder [1]. Gürültünün ana kaynağı, motorlu taşıt akışı ve diğer fiziksel parametrelerdir. Birçok araştırmacı, gürültü kirliliği problemiyle ilgilenmekte, anlamaya çalışmakta ve matematiksel modellerle tanımlamaya çabalamaktadır. Amaç kentsel alanlardaki gürültü kirliliğini sınırlandırmaktır. Gürültüyü bilimsel bir temelde azaltmak için ölçülebilir parametreler ve gürültü emisyonu arasında ki ilişkinin bilinmesi gerekir. Karayolundaki trafik gürültüsü hiçbir zaman sabit değildir. Gürültü seviyesi araç sayısı, türü ve hızına bağlı olarak sürekli değişmektedir. Pratik bir yöntem gürültü verilerini temsil edebilecek tek bir sayıya çevirmektir. İstatistikçiler değişken haldeki trafik gürültü seviyelerine karşılık hemen hemen her zaman tek sayı kullanırlar. Bunlardan yaygın olarak en çok kullanılan iki yöntem L_{10} ve L_{eq} 'dir. L_{10} hesaplanırken ses seviyesinin %10'unu geçen kısım kullanılır. L_{10} değişken olmayan kaynakla değişken olan gürültü kaynağını yaydığı (çıkardığı) aynı akustik enerjinin ses basınç seviyesi demektir. L_{10} 'nun ilişkili olduğu fiziksel parametreler hafif araçların sayısı, ağır araçların sayısı, toplam trafik akışı ve ortalama araç hızlarını gibi parametrelerdir. Şu ana kadar fonksiyonel ilişkiler, regresyon analizi gibi ölçülen gürültü seviyesinin temelinde doğrusal modellerdir. Bu ilişkiler doğrusal olmadığı için belli sayıdaki fiziksel parametreler ile ölçülen ses basınç seviyesinin oluşturduğu ilişkileri çok doğru

göstermezler. Gürültü kirliliği olgusunu tanımlamak için çok sayıda doğrusal model mevcuttur [2].

Bu çalışmada, trafik gürültünün tahmini için yeni bir model geliştirilmiştir. Yeni model birleştirilmiş sinirsel bulanık sistemler yaklaşımı kullanılarak elde edilen doğrusal olmayan bir modeldir. BSBS yaklaşımı, doğrusal olmayan trafik gürültü kirliliğine sebep olan değişkenler arasındaki karmaşık ilişkilerin anlaşılmasını sağlar. Model için veriler yollarındaki gürültü ölçümlerini tutmuş değişik kaynaklardan elde edilmiştir.

BSBS kullanılarak gerçekleştirilen trafik gürültü tahmin modellerinden elde edilen sonuçlar; klasik model sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Materiyal Ve Yöntem

Yapay Sinir Ağları

Yapay Sinir Ağları (YSA), beynin fizyolojisinden yararlanılarak oluşturulan bilgi işleme modelleridir. Literatürde 100'den fazla yapay sinir ağı modeli vardır. Bazı bilim adamları, beynimizin güçlü düşünme, hatırlama ve problem çözme yeteneklerini bilgisayara aktarmaya çalışmışlardır. Bazı araştırmacılar ise, beynin fonksiyonlarını kısmen yerine getiren bir çok modelleri oluşturmaya çalışmışlardır[3]. YSA'ların öğrenme özelliği, araştırmacıların dikkatini çeken en önemli özelliklerden birisidir. Çünkü herhangi bir olay hakkında girdi ve çıktılar arasındaki ilişkiyi, doğrusal olsun veya olmasın, elde bulunan mevcut örneklerden öğrenerek daha önce hiç görülmemiş olayları, önceki örneklerden çağrışım yaparak ilgili olaya çözümler üretebilme özelliği YSA'lardaki zeki davranışın da temelini teşkil eder [4]. YSA'nın hesaplama ve bilgi işleme gücünü, paralel dağılmış yapısından, öğrenbilme ve genelleme yeteneğinden aldığı söylenebilir. Genelleme, eğitim ya da öğrenme sürecinde karşılaşılmayan girişler için de YSA'nın uygun tepkileri üretmesi olarak tanımlanır. Bu üstün özellikleri, YSA'nın karmaşık problemleri çözebilme yeteneğini gösterir. Günümüzde birçok bilim alanında YSA, aşağıdaki özellikleri nedeniyle etkin olmuş ve uygulama yeri bulmuştur [5].

Bulanık Sinirsel Birleştirilmiş Sistemler

Bulanık Mantık

Klasik mantık, "her önerme ya doğrudur ya da yanlıştır" varsayımına dayanarak hareket etmektedir. Oysa bazı önermelerin doğruluk değeri ölçümlerin temel sınırlamalarından dolayı belirsiz olabilmektedir. Bulanık mantık, klasik mantıkta iki önerme arasında belirsizlik adı verilen üçüncü bir önerme ortaya konmuştur. Böylece klasik iki değerli mantığın doğru ve yanlış olan doğruluk değerleri daha esnek hale getirilmiştir. Bulanık mantık konusu ilk defa Zadeh [8]. tarafından ortaya atılmıştır. Zadeh bu çalışmasında insanların bazı sistemleri makinelerden daha iyi denetleyebilmelerinin nedenini insanların kesinlik ile ifade edilemeyen (belirsiz) bazı bilgileri kullanarak karar verebilme özelliğine sahip olmalarına dayandırmıştır.

Bulanık mantık işlemleri, bir problemin analizi ve tanımlanması, değişken kümelerin ve mantık ilişkilerinin geliştirilmeden bulunan bilgilerin bulanık kümelere dönüştürülmesi ve modelin yorumlanması işlemlerinden oluşmaktadır. Bulanık mantık algoritması her

türlü problem için uygun olmayabilir. Başka bir modelin uygun olduğu durumda bulanık mantık kullanmak istenen sonucu vermeyebilir. Bir veya birden fazla denetim değişkeninin olduğu durumlarda ve sisteme ait matematiksel bir modelin bulunmadığı veya bulursa da bunu kodlamanın zor olduğu durumlar ile gerçek zaman işlemleri için ayrıntılı hesaplamaların çok karmaşık olduğu durumlarda bulanık mantık uygulanabilir [6].

Sinirsel-Bulanık Sistemler

Önceki bölümlerde, sinir ağlarına ve bulanık mantığa ait bilgiler sunuldu. Sinir ağları bölümünde verilen bilgilerde dikkat edilmesi gereken husus sinir ağlarının iki temel faydalı özelliğinin olmasıdır. Bunların ilki, nümerik verilerden doğrusal olmayan haritalama yapabilme özelliği, ikincisi ise, paralel çalışma özelliğidir. Tüm bunların yanısıra, sinir ağları pekçok zayıflığa sahiptir. Örneğin; çok katmanlı perceptron ağ yapısında, sistem bilgisinin tüm ağı synaptik ağırlıklarla dağıtılmış olmasıdır. Bu yüzden, ağırlıkların anlamsal özelliklerini açıklamak oldukça zordur ve ağ sisteminde bulunan daha önceki bilgileri birleştirmek neredeyse imkansızdır. Bulanık mantık ise sistem bilgisini açıklamak için insanın anlayabileceği yapıdaki sözel ifadeleri kullanır. Bu özellik, sistem ve insan arasındaki kapalı bir etkileşimi mümkün kılar. Bu da arzu edilen bir durumdur [7].

Sinirsel -bulanık sistemlerin amacı her iki yaklaşımın da faydalarını toplayıp, şekil 1’ de verildiği gibi birleştirmektir.



Şekil 1. Sinirsel -Bulanık sistemlerin sinir ağları ve bulanık mantıkla ilişkisi

Buna ek olarak, sinirsel -bulanık sistemler, sayısal ve sözel verilerin birleştirilmesine olanak verirler. Sinirsel-bulanık sistem aynı zamanda sayısal verilerden bulanık bilginin çıkarılmasını sağlar.

Sinirsel-bulanık sistemler iki ana gruba ayrılabilirler:

1. Sinirsel -Bulanık sonuçlandırma sistemleri (Neural-fuzzy inference systems)
2. Bulanık sinir ağı yapılarıdır (Fuzzy neural networks).

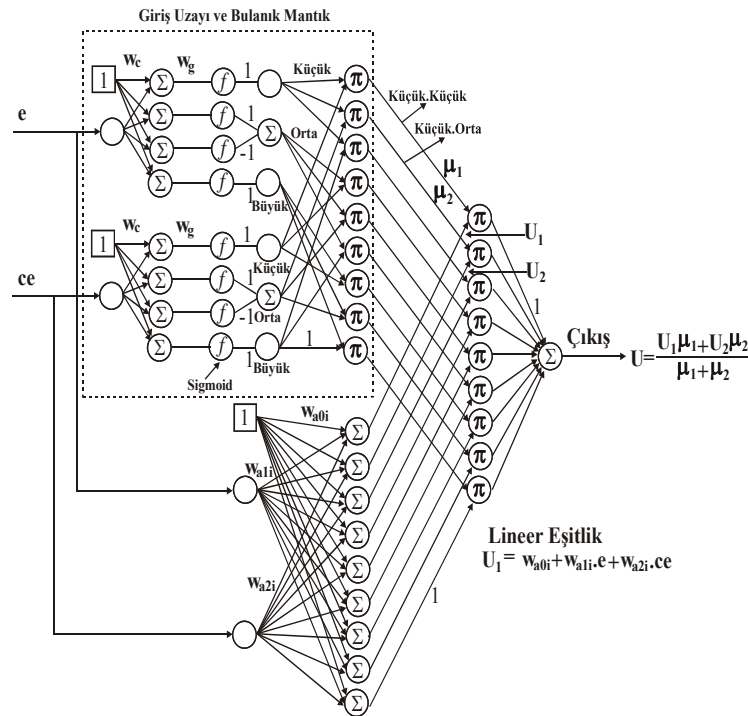
Sinirsel-Bulanık sonuçlandırma sistemleri, yapay sinir ağı kavramlarıyla bulanık mantık sonuç sistemlerinin birleştirilmesinden doğmuştur. Her iki sistemin birleşimi olduğu için oluşturulan bu yeni sistemin mimarisi de paraleldir.

Bulanık sinir ağlarında (BSA), bulanık fikirler sinir ağları ile birleştirilmiştir. Bulanık sinir ağları, bulanık sonuçlandırmanın sinir ağı prensiplerine uygulandığı sistemlerdir. Bu sistemler yalın haldeki bulanık denetleyicilerden daha iyi şekilde çalışırlar. Bu tip

bulanık denetleyiciler, bir problem için üyelik fonksiyonlarının düzenlenmesi ve bulanık kuralların tanımlanmasının otomatik olarak yapılabilmesi bakımından pekçok avantaja sahiptirler. BSA'nın topolojisi sebepsellik veya kurala dayalı yaklaşım olabilir. Ağ:

1. Döngü hatası e ve hatadaki değişim de
2. Kontrol çıkışı işareti u veya du

olmak üzere iki temel dayanak noktasına sahiptir. Herbir nokta değişik sayıda üyelik fonksiyonuna sahip olabilir. Şekil 3.24'de verilen sistem için, her nokta üç üyelik fonksiyonuna –Küçük (K), Orta (O), Büyük (B)- Gauss tipli eğri ile verilen sigmoidal fonksiyona sahiptir. w_c ağırlıkları üyelik fonksiyonlarının aralıklarını kontrol ederken, w_g ağırlıkları ise üyelik fonksiyonlarının eğimini kontrol eder.



Şekil 2. Bulanık sinir ağı yapısı

Ağırlıklar geri-yayılım algoritmasıyla belirlenir. Dayanak noktaları olan e, ce ve U hem kurala ve hem de sebebe dayalı topoloji üzerine kuruludur. Çarpım (π) işleminden sonra dokuz çıkışın olması, dokuz kuralın olduğunu göstermektedir. BSA'nın sonuç-çıkış değeri, aşağıda gösterildiği gibi, sonuçtaki lineer eşitlikler ve çıkıştaki doğruluk değerlerinin çarpımlarının toplamından elde edilir. Şekil 2'deki tipik kural şu şekilde özetlenebilir:

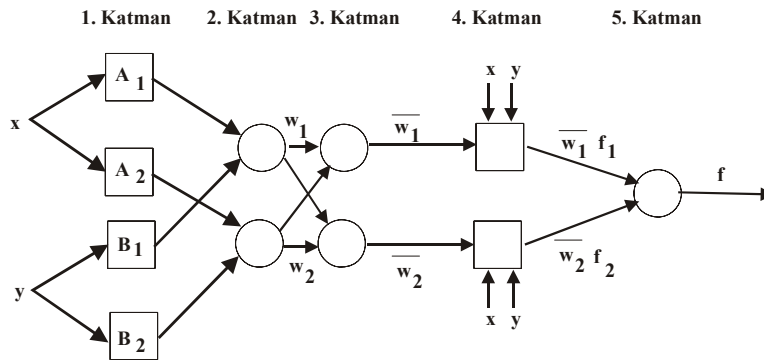
$$\text{If } e \text{ is K and } ce \text{ is O then } U = \frac{U_1\mu_1 + U_2\mu_2}{\mu_1 + \mu_2} \quad (1)$$

Burada: $U_1 = w_{a01} + w_{a11}.e + w_{a21}.ce$ (2)

$U_2 = w_{a02} + w_{a12}.e + w_{a22}.ce$ (3)

dir. Şekil 3.24'den görülebileceği gibi sistemin iki girişi ve tek çıkışı vardır. Daha kompleks sistemler için olan uygulamalarda hem üyelik fonksiyonlarının sayısı, hem de giriş/çıkış işaretlerinin sayısı artırılabilir .

Yukarıda tanıtılan Bulanık sinir ağı yapısının haricinde Jang tarafından önerilen Sinirsel-Bulanık sistem yapısı da mevcuttur. Bu yapı bulanık sonuçlandırma sistemine adaptif sinir ağı yapısının uygulanması ile elde edilir. Bu yapı temelde Sugeno tarafından önerilen bulanık sonuçlandırma yapısının adaptif ağı yapısında sinir ağlarına uygulanmış şeklindedir. Bu yapının mimarisi şekil 3'de verilmiştir [9].



Şekil 3. Sinirsel-Bulanık sistem mimarisi

Bu yapıda kullanılan If-Then kural yapısı:

Kural 1 : If x is A_1 and y is B_1 then $f_1=p_1x+q_1y+r_1$

Kural 2 : If x is A_2 and y is B_2 then $f_2=p_2x+q_2y+r_2$

şeklindedir.

1. katmanda herbir düğüm bir fonksiyona sahiptir. Öyleki, bu fonksiyonlar her bir giriş için etiket ve üyelik fonksiyonları ile üyelik derecesine ait üyelik değerlerini tanımlar. Diğer bir ifadeyle; bu katman bulanıklaştırma katmanıdır ve katman çıkışı üyelik değerleridir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus kullanılan fonksiyonların türevlerinin mevcut olması gerektiğidir.

2. katmanda T-norm işlemi gerçekleşir ve bu genelde düğüme gelen işaretlerin çarpımıdır.

$$w_i = \mu_{A_i}(x) * \mu_{B_i}(y), i=1,2 \quad (4)$$

Bu katmandaki herbir düğüm çıkışı, ait olduğu kuralın ateşlenme seviyesini verir.

3. katmanda ateşlenme seviyeleri normalize edilir.

$$\bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2} \quad (5)$$

4. katmanda ise kuralın sonuç kısmı yer alır ve çıkışı:

$$\bar{w}_i f_i = w_i (p_i x + q_i y + r_i) \quad (6)$$

şeklindedir. Burada $\{p_i, q_i, r_i\}$ sonuç kısmına ait parametre kümesidir.

Son katman ise tüm çıkışlar üzerinden elde edilen toplam çıkış değeri hesaplanır.

$$f = \sum_i \bar{w}_i f_i = \frac{\sum_i w_i f_i}{\sum_i w_i} \quad (7)$$

Şehirlerarası Yük Taşınması Tür Seçiminin Modellenmesi

Model Girdileri

Çalışmada kullanılan veriler çeşitli kaynaklardan yararlanarak oluşturulmuştur [1,2,3]. L_{10} bağımlı değişken olmak üzere, açıklayıcı değişken arasından en iyi tür seçim tespit etmeye çalışılmıştır. Açıklayıcı değişkenlerin muhtemel kombinasyonları için regresyon analizi ve BSS modelleri oluşturulmuştur.

Modellerin Uygulamaları

Doğrusal regresyon modelleri

Modellerde çoklu regresyon analizinden yararlanılmıştır. Model parametreleri en-küçük kareler (EKK) metodu yardımıyla tahmin edilmiştir. Modellerin tümünde, parametrelerin anlamlılığı t testi, modelin genel anlamlılığı F testi, %5 önem düzeyinde test edilmiştir. Açıklayıcı değişkenlerin trafiği açıklama derecesi R (Korelasyon Katsayısı) ve R^2 (Belirleme Katsayısı) değerleri ile hesaplandı. İstatistiki analizler Statistica ve SPSS paket programı yardımıyla yapılmıştır. Literatürde L_{10} gürültü seviyesinin trafik verilerinin logaritmik fonksiyonuna bağlı olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada da bağımsız değişkenlerin logaritmaları alınarak modeller geliştirilmeye çalışılmıştır.

Regresyon Modelini kurmak için kullanılan parametreler aşağıda belirtildiği gibidir.

- 1) Toplam saatlik trafik (Q)
- 2) Ağır araç sayısı (H)
- 3) Hafif araç sayısı (L)
- 4) Araçların ortalama hızı (V)

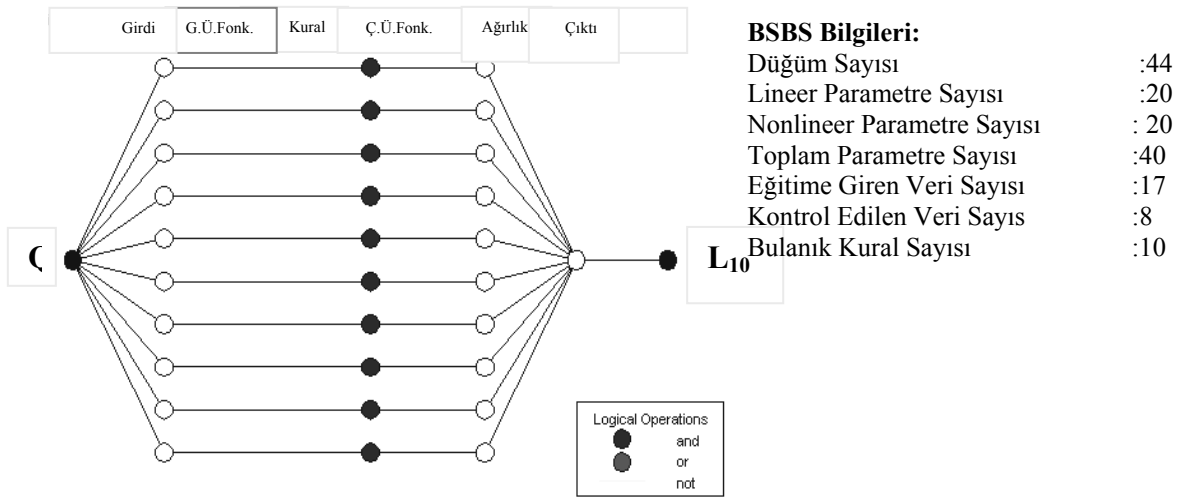
Bu çalışmada yukarıda verilen değişkenlerin değişik kombinasyonları için modeller geliştirtmiştir ve en iyi performans gösteren bağımlı değişkenin L_{10} olduğu, bağımsız değişkenlerin de toplam saatlik trafik (Q), ağır araç sayısı (H), hafif araç sayısı (L), araçların ortalama hızı (V) olan modelin sonuçları verilmiştir.

BSBS modelleri

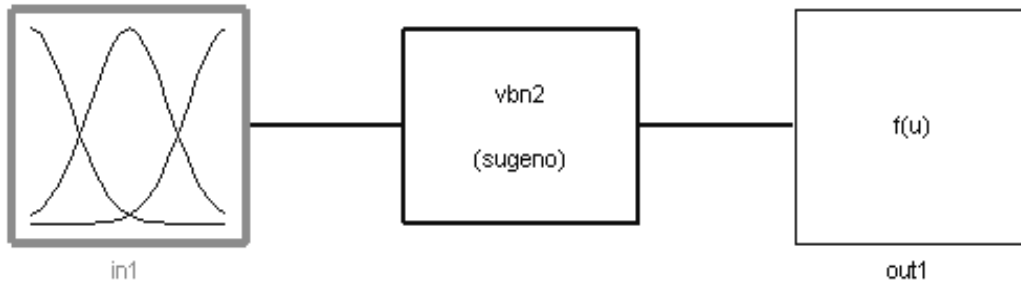
Trafik gürültüsünü tahmin için birleştirilmiş sinirsel bulanık sistem modelleri geliştirilmiştir. BSBS olarak Jang ve arkadaşları tarafından geliştirilen ANFIS

(Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) sistemi kullanılmıştır. Bağımsız değişkenler girdi, bağımlı değişkenler ise çıktı olarak adlandırılır. Bu çalışmada kullanılan modeller için girdiler ve çıktılar doğrusal regresyon modelleri gibidir. Model girdileri ile model çıktıları arasında en iyi sonucu veren model geliştirilmeye çalışılmıştır. Sonuçta toplam saatlik trafiğin logaritmasının girdi olarak kullanıldığı model en iyi performans gösteren model olarak bulunmuştur ve bu modelin sonuçları verilmiştir İşlemler MATLAB programının toolbox'ları kullanılarak yapılmıştır. Veriler eğitime sokulmadan önce normalize edilmiştir. Verilerin %70'i eğitimde, %30'u da teste kullanılmıştır. Bu çalışmada ANFIS yapısında eğitim algoritması olarak melez altküme ve eğitim adımları için melez algoritma kullanılmıştır. Girdi ve çıktı değişkenleri için aynı tip üyelik fonksiyonları kullanılmıştır. Üyelik fonksiyonlarının farklı tipleri ön çalışmalarda denenmiş ve en iyi performansı gösteren Gussian üyelik fonksiyonu seçilmiştir(Şekil 4). Eğitimdeki değerler altküme parametreleri için eğitime adımlarında, etki oranı 50, sıkıştırma faktörü 1.25, kabul oranı 0.5, red oranı 0.15, epoch 30 olarak belirlenmiştir.

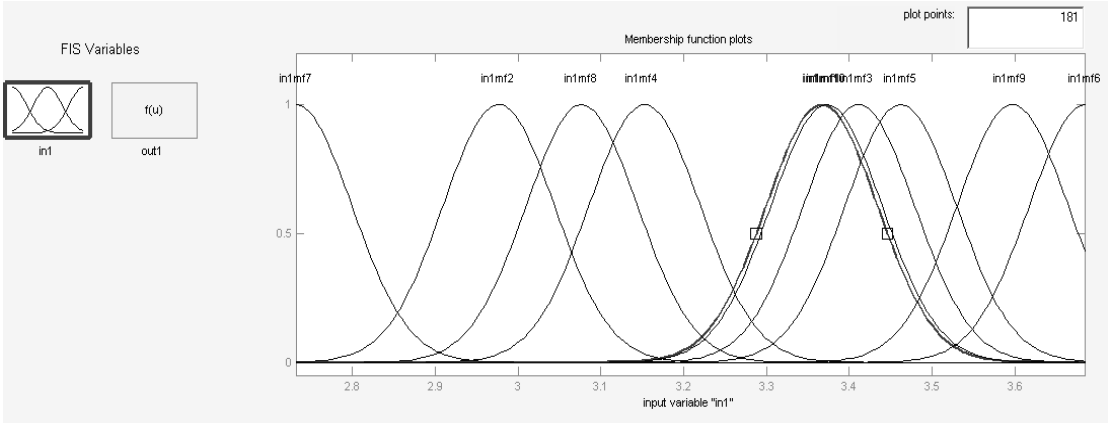
Toplam saatlik trafiğin logaritmasının girdi ve L_{10} çıktı şeklinde kurulan modelin eğitim verilerini kullanarak oluşturulan başlangıç ve bitiş üyelik fonksiyonlarının şekilleri aşağıda verilmiştir (Şekil 6-7). Eğitimden sonra üyelik fonksiyonlarının şeklinde önemli değişikliklerin olduğu gözlenmiştir. Modelin kurallar tablosu ve çıktı değerinin girdi değerlerine göre tahmini şekillerde verilmiştir (Şekil 9-10).



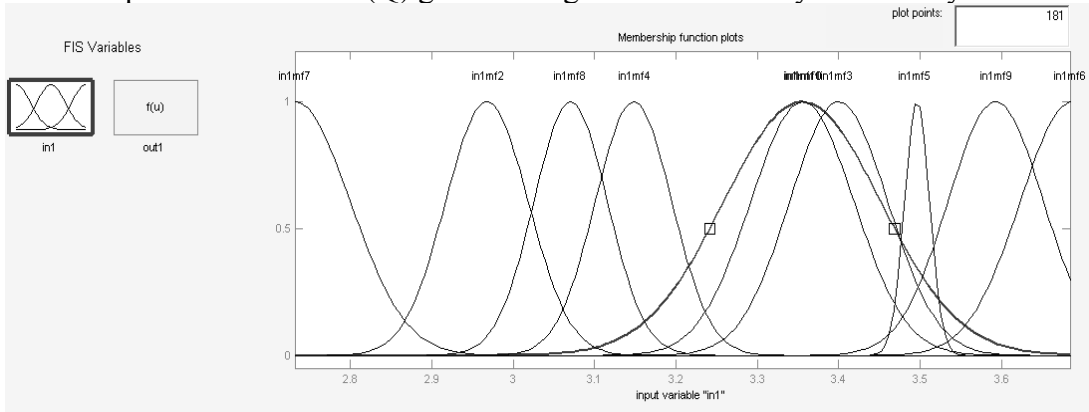
Şekil 4. Model 'e ait eğitilen BSBS yapısı



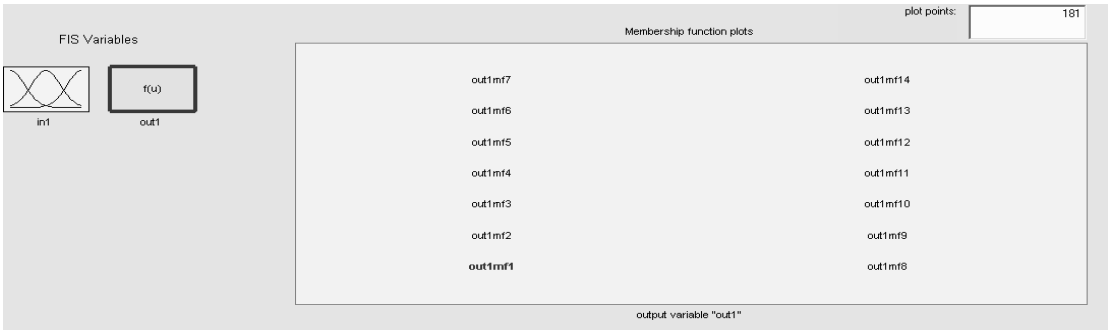
Şekil 5. Modelin girdileri, çıktıları ve tipi



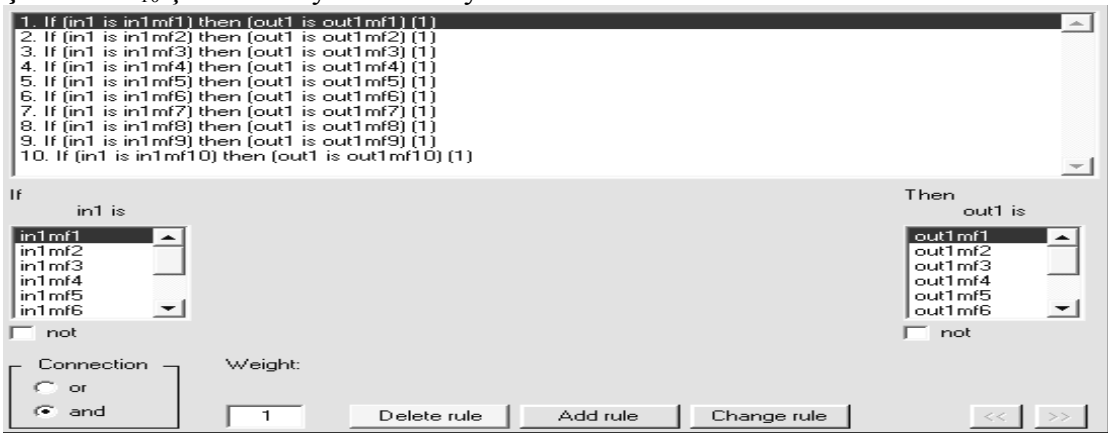
Şekil 6. Toplam saatlik trafik (Q) girdisinin eğitmeden önceki üyelik fonksiyonu



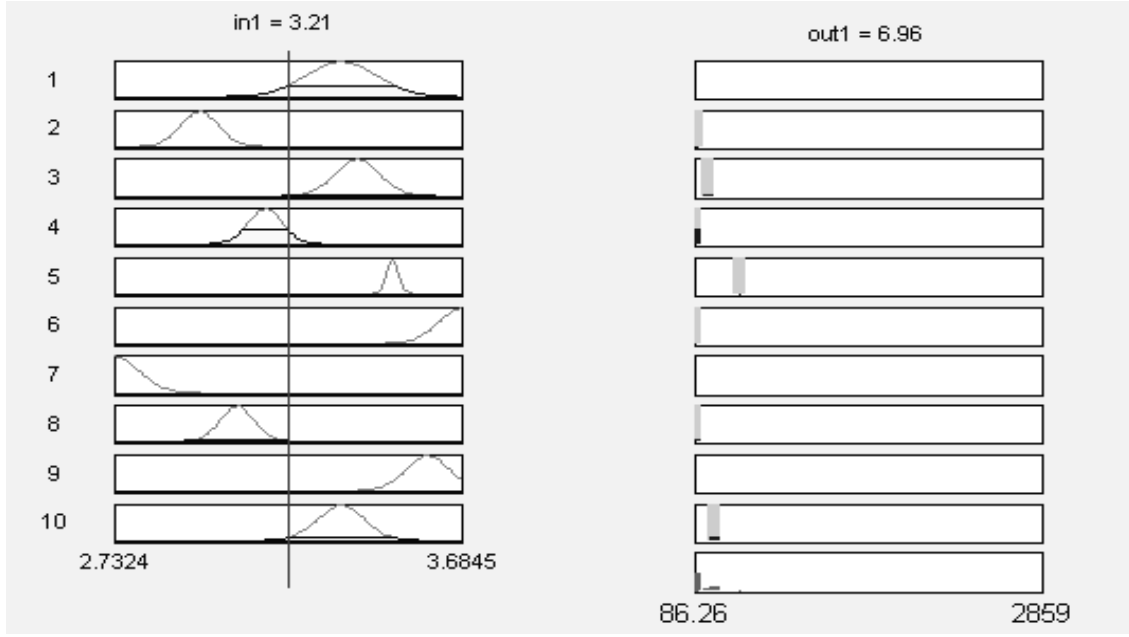
Şekil 7. Toplam saatlik trafik (Q) girdisinin eğitmeden sonraki üyelik fonksiyonu



Şekil 8. L_{10} çıktısının üyelik fonksiyonu



Şekil 9. BSBS modelinin kurallar tablosu



Şekil 10 . BSBS’de çıktı değerinin girdi değerlerine göre tahmini

Sonuçlar

BSBS kullanılarak gerçekleştirilen kent trafiğinin sebep olduğu gürültünün tahmini modelinden elde edilen sonuçlar; klasik model sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Doğrusal regresyon modellerinin katsayıları istatistiki test sonuçlarına göre anlamlı bulunmamıştır. Mode genel anlamlılığı açısından önemli olmasına rağmen modele ait R^2 (belirleme katsayısı) değerleri çok düşük olması modeldeki açıklayıcı değişkenlerin bağımlı değişkeni açıklama oranı yeterli olmadığını göstermiştir. Modelin hatalarının tam normal dağılım göstermediği, tahmin edilen değerler ile hataların dağılımının 0 (sıfır) çizgisi üzerinde olmadığı, standardize hata histogramının sağa ve sola doğru çok açık olduğunu, sıfır hata frekansının düşük olduğu ve tahmin edilen değerler ile gözlenen değerler arasında iyi bir uyum olamadığı görülmektedir (Şekil 26-30). Doğrusal regresyon modeli kent trafiğinin sebep olduğu gürültünün tahmini olayını açıklayamamaktadır.

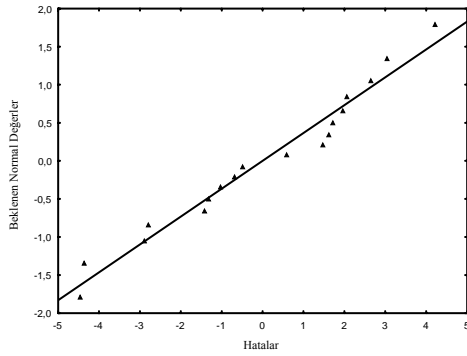
BSBS modelinde hataların normal dağılım gösterdiği, tahmin edilen değerler ile hataların dağılımının 0 (sıfır) çizgisi üzerine yakın bir şekilde olduğu, standardize hata histogramının sağa ve sola doğru açık olmadığı ve tahmin edilen değerler ile gözlenen değerler arasında iyi bir uyumun olduğu görülmüştür (Şekil 41-45).

Tablo 1. Modellere ait bilgi kriterleri

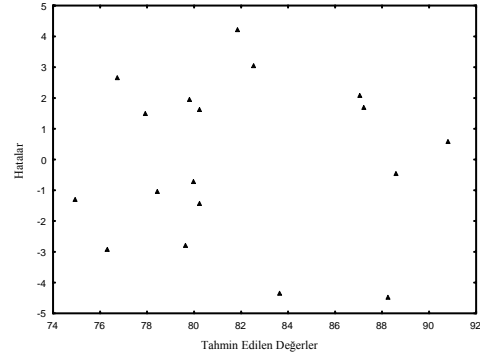
BİLGİ KRİTERLERİ	MODELLER	
	DOĞRUSAL REGRESYON	BSBS
AİC	1,3454	7,253
RMSE	2,4828	1,1587
KORELASYON KATSAYISI (R)	0,8786	0,976

Modellere ait belirleme katsayısı değerleri klasik modellere göre yüksek bulunmuş (Tablo 1) ve modellerdeki açıklayıcı değişkenlerin bağımlı değişkeni açıklama performansının iyi olduğu söylenebilir. Modellere ait bilgi kriterleri incelendiğinde, BSBS modelinin üstünlüğü göze çarpmaktadır. BSBS modelini düşük RMSE ile yüksek korelasyon katsayısına sahiptir. Klasik modelde tahmin edilecek parametre sayısının az olduğu için daha düşük AIC'ya sahip olmalarına rağmen daha yüksek RMSE ile düşük korelasyon katsayısının olması modellerin performansının iyi olmadığını göstergeleridir. Sonuç olarak trafiğinin sebep olduğu gürültünün tahmininin doğrusal olmayan davranışını temsil etmede BSBS modeli başarılı olmuştur.

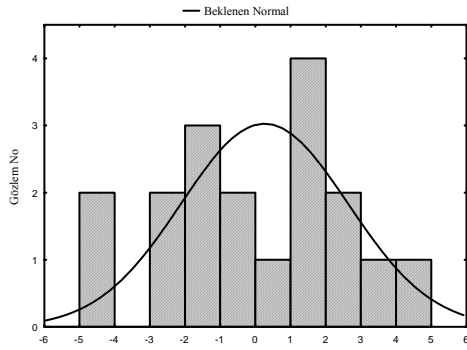
Doğrusal regresyon modeline ait şekiller



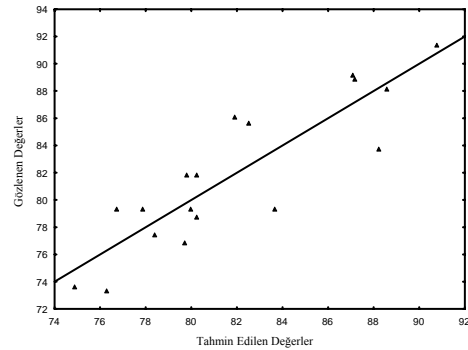
Şekil 11. Hataların normal olasılık grafiği



Şekil 12. Tahmin edilen değerler ile hataların dağılımı

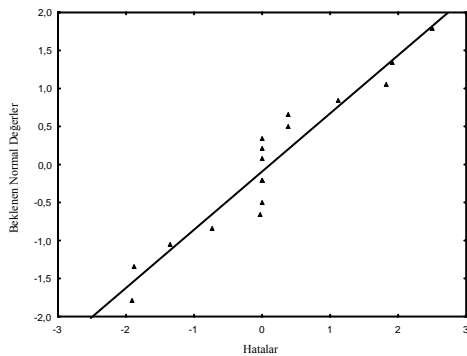


Şekil 13. Hataların histogramı

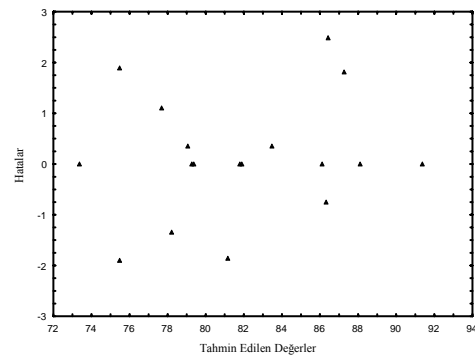


Şekil 14. Tahmin edilen değerler ile gözlenen değerler arasındaki ilişki

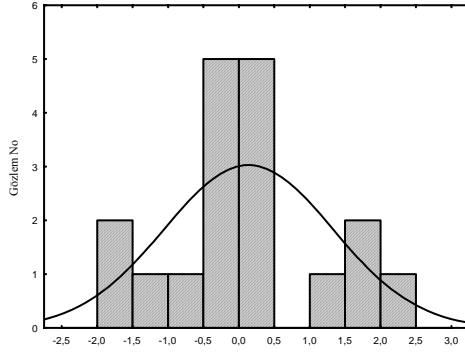
BSBS modeline ait şekiller



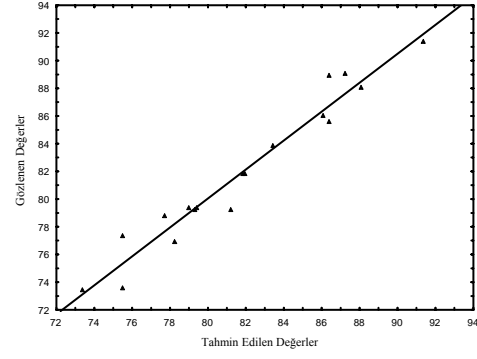
Şekil 15. Hataların normal olasılık grafiği



Şekil 16 Tahmin edilen değerler ile hataların dağılımı



Şekil 17. Hataların histogramı



Şekil 18. Tahmin edilen değerler ile gözlenen değerler arasındaki ilişki

Kaynaklar

1. **Cammarata G, Fichera A, Graziani S, et al.**, 1995, Fuzzy logic for urban traffic noise prediction Journal of The Acoustical Society of America 98 (5): 2607-2612.
2. **W.M. To, C.W. Ip, C.K. Lam and T.H. Yau**, 2002, A multiple regression model for urban traffic noise in Hong Kong. J. Acoust. Soc. Am. **112** , pp. 551–556.
3. **Anagün, A. S.** , 1999. Bilgi Güvelliğinin Sağlanması Kullanıcı Özelliklerine Dayalı Bir Yapay Sinirsel Ağ Yaklaşımı. Endüstri Mühendisliği, 10 (4), 3 -11.
4. **Burr, D. J.** , 1988. Experiments on Neural Net Recognition of Spoken and Written Text. IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 36 (7), 1162-1168.
5. **Tortum, A.** , 2003, Yapay Sinir Ağları ve Birleştirilmiş Sinirsel Bulanık Sistemler ile Şehirlerarası Yük Taşımaları Tür Seçiminin Modellenmesi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
6. **Anderson, J. A.**, 1995. An Introduction to Neural Networks. Cambridge, MA: MIT Press.
7. **Barnard, E.**, 1992. Optimization for training neural nets. IEEE Transactions on Neural Networks, 3 (2) , 232-240.
8. **Zadeh, L.A.**, 1965. Information and Control, Fuzzy Sets, 8, 338-353.
9. **Jang, J. S. R.**, 1992. Self-learning fuzzy controllers based on temporal backpropagation. IEEE Transactions on Neural Networks , 3, 714-723.

Kentiçi Toplu Taşıma Yatırımlarının Değerlendirilmesinde Karar Destek Modeli (Electre Yöntemi) Kullanımı

Murat Karacasu

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Müh.Mim.Fak., Batımeşelik, 26480, Eskişehir
Tel: (222)-2393750/3211
E-Posta: muratk@ogu.edu.tr

Öz

Ulaştırma yatırımları bölünmezlik özelliği olan geniş kapsamlı yatırımlardır. Uygulamaya geçirilmesi durumunda etkisi büyük olan, değişik sonuçları da beraberinde getirmektedir. Ayrıca ulaştırma yatırımları belirsizlik içeren, dışsallığı olan yatırımlardır. Bu belirsizliklerin önceden doğru şekilde analiz edilerek yatırımların değerlendirilmesi halinde sonuçlar daha gerçekçi ortaya konulabilmektedir. Ulaştırma yatırımlarının değerlendirilmesi bağlamında birçok değerlendirme yöntemi ortaya konulmuştur. Bu yöntemlerin ana amacı birbirine alternatif olan yatırımların ekonomik olarak irdelenmesi ve doğrulanmasıdır. Ulaştırma yatırımlarının belirsizlik içermesi durumunda, değerlendirmeye esas olan ölçütler belirlenir. Bu ölçütlerden yararlanarak her bir yatırımın için sonuçlar ortaya konulur. Sonuçlar; yatırımın değerlendirilmesinde karar destek niteliği taşır. Kriterlerin doğru belirlenmesi, veri toplamadaki başarı, ortaya konulan modelin verimini büyük oranda etkileyecektir. Bu çalışmada ELECTRE metodu kullanılarak ulaştırma yatırımlarının değerlendirilmesi için karar destek modeli oluşturulmuş ve sonuçlar ortaya konulmuştur.

Anahtar sözcükler: Özelleştirme, Kamu katılımı, Karar verme, Electre metodu

1. Genel

Ulaştırma insan ve eşyanın gereken zamanda gereken yere taşınması için gerekir. Bu anlamı itibariyle kentlerdeki ekonomik ve sosyal hayat üzerinde ulaştırma sisteminin performansının büyük etkisi bulunmaktadır. (Tanga ve Waters, 2005). Ulaştırma hizmetleri genel olarak yerel yönetimler tarafından sunulur. Bu hizmetlerin sunulması sırasında bazı finansal sorunlar yaşanabilmektedir. Bu sorunlara büyümesi durumunda, gerçekleştirilmesi muhtemel olan özelleştirmeler sorunlara çözüm olarak görülmektedir.

Özelleştirme bir ulaştırma yatırımdır. Kamu kaynaklarının etkin kullanımını açısından, gerçekleştirilecek özelleştirme konusunda oldukça dikkatli olunmalıdır. Alınacak kararlardan kamu doğrudan etkilenir. Herhangi bir kentte inşa edilecek fabrika, kamuyu dolaylı olarak etkilerken, ulaştırma konusunda yapılacak yatırım kararı, ulaştırma sistemini kullanan kamuyu doğrudan etkileyecektir.

İnsanlar için alınan ulaştırma kararları belirsizlik içerir. Çünkü insan davranışı bulunan ortama göre değişiklik gösterir. Belirsizlik durumunda bazı metotlar kullanılır. Çok ölçütlü karar verme(ÇÖKV) metotları son zamanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tür yöntemler herhangi bir yatırım konusunda alınacak olan

kararları destekleme bağlamında sorunların çözümünde fayda sağlamaktadır. ÇÖKM metotları karar vericilere seçenekler arasında tercih kolaylığı sağlamaktadır. Ancak seçilen metodun, çözülmeye uğraşılan problem için uygun olması gerekir. Zanakis ve diğ. (1998) çeşitli ÇÖKV metotlarının performans değerlendirmesi konusunda araştırmalar yapmışlardır. Electre metodu, Roy (1968) tarafından geliştirilmiş bir metottur. İlgili çalışmada çeşitli alternatifler arasında karar destek modeli olarak Electre metodu başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Bu çalışmanın amacı electre metodunun ulaştırma planlamasında karar destek modeli olarak kullanılabilceğini vurgulamaktır.

Ulaştırma yatırımları için kullanılan kaynaklar sınırlı olduğundan karar vericiler çok dikkatli olmalıdır. Yatırım ile ilgili olanların görüşleri alınmalıdır. Soh ve Yuen (2006) Singapore için yapılan ulaştırma planması çalışmasında kamu katılımı ve bunun etkilerini ortaya koymuşlardır. Rakodi yerel yönetimler ve kamu kurumları arasındaki ilişki üzerine çalışmalar yapmıştır. (Rakodi, 2003). Bickerstaff ve diğ. (2002) şeffaflık açısından kamu katılımının gerekliliğini vurgulamıştır.

Özelleştirme çalışmaları; ulaştırma planlaması ve yatırımların değerlendirilmesinde seçeneklerden biri olarak göz önüne alınır. Ulaştırma alanında yapılan özelleştirme çalışmalarının sonuçları farklı ülkelerde farklı şekillerde olmuştur. Yerel yönetimler ulaştırma hizmetlerin sunumunda yetersiz kalmaları halinde sorunun çözümünü özelleştirmede aramışlardır. (Karacasu, 2003). 1980 li yıllarda özelleştirme konusunda İngiltere’ de önemli gelişmeler sağlanmıştır. (Rickard, 1990). White ve diğ. (1995, 1998 ve 1999) bu yatırımlar hakkında oldukça geniş kapsamlı araştırmalar yapmışlardır.

Ulaştırma yatırımları için karar verme birçok araştırmacı için önem arzeder. İnsanlar sorunların çözümünde grup kararı verebilir. Karar vermede kullanılan ölçütlerin her grup için önemi farklılık gösterir. (Leyva-Lopez ve Fernandez-Gonzalez, 2003). Her planlama bazı seçimler yapmayı gerektirir. Yapılan ilk analizlerde sonra, model girdi ve çıktıları belirlenerek oylama yapılır. Bunun yanında dış belirsizlikler de modele etki eder. Kararlarda; fayda-maliyet analizi, market stratejileri, çevresel etkileri içeren nümerik çözümler de etkilidir. (Beccali ve diğ., 1998, 2003).

Ulaştırma yatırımı, kamu katılımı, belirsizlik ve ÇÖKV kavramları birlikte düşünüldüğünde, Electre yöntemi değerlendirme yöntemi olarak kullanılabilir (Bender ve Simonovic, 2000. ÇÖKV modelleri; seçenekler, ölçütler ve ağırlıklarını içerir (Shanian ve Savadogo, 2006).

2. Model Yapısı

2.1. Veriler

Veriler kullanıcı, işletmeci, sivil toplum örgütleri(STÖ) ve uzmanlardan oluşan 4 gruba uygulanan anketler sonucunda elde edilmiştir. Veri grubunda 33 ölçüt (p_i) vardır. Kullanıcı, işletmeci, sivil toplum örgütleri sırasıyla 14, 13 ve 6 ölçüte sahiptir. Anket iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada gruplar kendileri için önemli olan ölçütleri belirlemişlerdir. Bu anketin güvenilirliği açısından oldukça önemlidir. Her grup için belirlenen ölçütler Tablo1’ de verilmiştir.

Tablo 1 Grupların ölçütleri

Ölçüt (p _i) ve n= ölçüt sayısı				
Sembol	Kullanıcı (n=14)	İşletmeci (n=13)	STÖ (n=6)	Uzmanlar (n=33)
p ₁	Bilet ücreti	Yakıt maliyeti	Araç kullanımına etkisi	Tüm ölçütler (14+13+6)
p ₂	Konfor	Bakım maliyeti	Kamuya etkisi	
p ₃	Araç temizliği	Personel maliyeti	Kamu memnuniyeti	
p ₄	Ücret ödeme şekli	Amortisman	Çevresel etkiler	
p ₅	Doluluk oranı	Kaza maliyeti	Özürllüler için kolaylıklar	
p ₆	Oturma olasılığı	Sigorta	Ülke ekonomisine etkisi	
p ₇	Personel davranışı	Fayda		
p ₈	Araç standartları	Filo üretkenliği		
p ₉	Durak şartları	Karar esnekliği		
p ₁₀	Servis güvenilirliği	Geleceğe yatırım		
p ₁₁	Zamana uyma	Araç standartları		
p ₁₂	Servis sıklığı	Araç seçiminde esneklik		
p ₁₃	Yolculuk süresi	Trafik güvenliği		
p ₁₄	Kaza güvenilirliği			

Belediye otobüsleri(BO) ve Özel Halk Otobüsleri(ÖHO) olmak üzere iki çeşit otobüs işletim sistemi mevcuttur. Anket katılımcıları önce kendi ölçütlerinin önem derecelerini(ağırlıklarını), sonra her ölçüt için BO ve ÖHO arasında tercih oranı elirlenmişlerdir.

2.2. ELECTRE Metodu

Bu metod seçeneklerin sıralanmasını sağlayan bir metottur. Uyumluluk, uyumsuzluk ve eşik değerleri kullanılır. (Roy, 1985; Tsambulas ve diğ., 1999). Electre metodu; belirli ölçütler ve bu ölçütlerin ağırlıklarına bağlı olarak seçeneklerin birbirine göre baskınlık ölçüsüne dayanır. Belirli ölçütler ve her seçenek için bu ölçütlerin ağırlık değerleri mevcut ise, Electre metodunun karar destek modeli olarak kullanılması uygundur. Model şu şekilde açıklanabilir:

1. Karar matrisi(**P**); belirlenen seçeneklerin tercih oranlarını içerir. Anketten elde edilen **P**, şu şekilde ifade edilebilir:

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} p_{11} & \cdots & p_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{mn} & \cdots & p_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Seçenek sayısı m ve sayısı 2 dir. Kullanıcı, işletmeci, sivil toplum örgütleri(STÖ) ve uzmanlar için n değeri sırasıyla 14, 13, 6 ve 33 tür.

2. **W** Ağırlık matrisidir. Ağırlık matrisi verileri anketten elde edilmiştir.

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} w_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & w_n \end{bmatrix} \quad (2)$$

3. Normallized edilmiş değerler k_{ij} ile ifade edilir ve \mathbf{K} matrisini oluştururlar:

$$k_{ij} = \frac{p_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m p_{ij}^2}} \quad (3)$$

4. Ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi \mathbf{N} matematiksel olarak şu şekilde ifade edilebilir:

$$\mathbf{N} = \mathbf{KW} \quad (4)$$

5. Uyumluluk matrisi \mathbf{C} oluşturulur. Bu matris seçeneklere olan tercihi ifade eder. Her seçenek çifti k ve l ($k, l = 1, \dots, m$ ve $k \neq l$), $J = \{j \mid j = 1, 2, \dots, n\}$ iki alt kümeye ayrılır. Uyum matrisi \mathbf{C} için A_k ; A_l ye tercih edilir.

$$c_{kl} = \{j \mid p_{kj} \geq p_{lj}\} \quad (5)$$

c_{kl} uyumluluk indeksidir:

$$c_{kl} = \sum_{j \in c_{kl}} w_j \quad (6)$$

Birbiri ardına bulunan uyumluluk indeksleri c_{kl} ($k, l = 1, \dots, m$ ve $k \neq l$) uyumluluk matrisi \mathbf{C} ($m \times m$) yi oluştururlar:

$$\mathbf{C} = \begin{bmatrix} - & c_{12} & \dots & c_{1m} \\ c_{12} & - & c_{23} & c_{2m} \\ \vdots & \dots & \dots & \vdots \\ c_{m1} & c_{m2} & c_{m(m-1)} & - \end{bmatrix} \quad (7)$$

6. Uyumsuzluk matrisi \mathbf{D} oluşturulur. Uyumsuzluk matrisi; uyumluluk matrisinin bütünüdür:

$$d_{kl} = \{j \mid p_{kj} < p_{lj}\} \\ = J - c_{kl} \quad (8)$$

$$d_{kl} = \frac{\max_{j \in D_{kl}} |n_{kj} - n_{lj}|}{\max_{j \in J} |n_{kj} - n_{lj}|} \quad (9)$$

d_{kl} Uyumsuzluk indeksi olup, \mathbf{D} ($m \times m$) uyumsuzluk matrisini oluştururlar:

$$\mathbf{D} = \begin{bmatrix} - & d_{12} & \cdots & d_{1m} \\ d_{12} & - & d_{23} & d_{2m} \\ \vdots & \cdots & \cdots & \vdots \\ d_{m1} & d_{m2} & d_{m(m-1)} & - \end{bmatrix} \quad (10)$$

7. Her uyumluluk indeksi için hesaplanan eşik değerleri yardımıyla uyumluluk baskınlık matrisi hesaplanır. Eşik değeri ortalama uyumluluk indeksi olarak alınabilir:

$$r = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq l}}^m \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq k}}^m \frac{c_{kl}}{m(m-1)} \quad (11)$$

r eşik değerine göre elemanları aşağıdaki şekilde elde edilen **F** matrisi oluşturulur:

$$f_{kl} = \begin{cases} 1, & \text{if } c_{kl} \geq r \\ 0, & \text{if } c_{kl} < r \end{cases} \quad (12)$$

F matrisi bir seçeneğin diğerine üstünlüğünü ifade eder ki matrisin ilgili elemanının 1 e eşit olmasından anlaşılır.

8. **F** matrisinin elde edilmesine benzer şekilde uyumsuzluk baskınlık matrisi oluşturulur. d eşik değeridir. Uyumsuzluk baskınlık matrisi **G**; g_{kl} elemanlarından oluşur ve aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$z = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq l}}^m \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq k}}^m \frac{d_{kl}}{m(m-1)} \quad (13)$$

$$g_{kl} = \begin{cases} 1, & \text{if } d_{kl} \leq z \\ 0, & \text{if } d_{kl} > z \end{cases} \quad (14)$$

9. Sonuç olarak **F** ve **G** matrisleri yardımıyla t_{kl} elemanlarından oluşan **T** toplam baskınlık matrisi bulunur:

$$t_{kl} = f_{kl} \times g_{kl} \quad (15)$$

10. **T** toplam matrisi seçeneklerin tercih sırasını ifade eder. Eğer t_{kl} 1 e eşit ise seçenek A_k ; seçenek A_l ye tercih edilir. A_l elenir (Hwang ve Yoon, 1981).

3. Uygulama

Bu uygulamada katılımcı karar destek modeli için kullanıcı, işletmeci, sivil toplum örgütleri(STÖ) ve uzmanlardan oluşan 4 ayrı gruba anket uygulanmıştır. Kullanıcılar; kamu taşımasını kullanan sivil ve öğrencilerdir. İşletmeciler; özelleştirme çalışması gerçekleştirmiş olan kentlerimizde yer alan yerel yönetim ve özel taşımacılık şirketi temsilcileridir. Uzmanlar üniversitelerde görev yapan akademisyenler ve ulaştırma ile yakından ilgili olan çeşitli kuruluşların temsilcileridir. STÖ olarak ulaştırma ile ilgili 8 kurum temsilcisi ile anket yapılmıştır.

Uygulamada kamu otobüs taşıması (A_1)ve özel halk otobüsü (A_2) olmak üzere 2 seçenek bulunmaktadır. Ankette iki aşama bulunmaktadır. 1. aşama, ölçütlerin ağırlıklarını belirleme aşamasıdır. 2. aşama, her ölçüt için seçenekler arasında seçim

yapılmasıdır. Daha sonra karar destek modeli olarak Electre Metodu kullanılacaktır. Aşağıda verilen uygulama işletmeci grubu içindir. Ancak 4 ayrı grup için toplu sonuçlar eld edilmiştir. Yöntemin kullanılışı aşağıda sıralanmıştır;

1. Adım. İşletmeciler anketten elde edilen karar matrisi Tablo 2' de verilmiştir. Anket katılımcıları her ölçüt (p_i) için (A_1) ve (A_2) seçeneklerine 100 puanı paylaşmışlardır.

Tablo 2 Karar Matrisi

P	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5	p_6	p_7	p_8	p_9	p_{10}	p_{11}	p_{12}	p_{13}
A_1	47.13	34.57	33.29	39.09	62.71	46.88	32.19	36.62	53.68	50.34	41.09	46.20	60.39
A_2	52.87	65.54	67.19	60.49	39.01	54.50	67.81	63.38	46.49	49.65	58.08	54.27	40.79

2. Adım. Ölçüt ağırlıkları Tablo 3' de verilmiştir. Ölçüt sayısı fazlalastıkça, ölçütlerin ağırlıkları birbirine yaklaşımaktadır. w_j olarak verilen ölçüt ağırlıkları anket değerlerinin ortalamasıdır.

Tablo 3 Ağırlık Matrisi

W	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5	p_6	p_7	p_8	p_9	p_{10}	p_{11}	p_{12}	p_{13}
w_j	0.08	0.08	0.08	0.06	0.06	0.06	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08

Kolaylık için, **W** elemanları satır matrisi şeklinde verilmiştir. Aşikâr ki, **W**; ($n \times n$) boyutlu diyagonal matristir.

3. Adım. Bunda sonraki işlenler Electre Metodunun uygulamasıdır. Karar matrisi normalize edilmiş ve sonuçlar Tablo 4' verilmiştir.

Tablo 4 Normalize edilmiş karar matrisi

K	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5	p_6	p_7	p_8	p_9	p_{10}	p_{11}	p_{12}	p_{13}
A_1	0.67	0.47	0.44	0.54	0.85	0.65	0.43	0.50	0.76	0.71	0.58	0.65	0.83
A_2	0.75	0.88	0.90	0.84	0.53	0.76	0.90	0.87	0.65	0.70	0.82	0.76	0.56

4. Adım. Tablo 3 ve Tablo 4 kullanılarak ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi bulunur. Souçlar Tablo 5' te gösterilmiştir.

Tablo 5 Ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi

N	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5	p_6	p_7	p_8	p_9	p_{10}	p_{11}	p_{12}	p_{13}
A_1	0.06	0.04	0.04	0.03	0.05	0.04	0.04	0.04	0.06	0.06	0.05	0.05	0.07
A_2	0.06	0.07	0.08	0.05	0.03	0.04	0.08	0.07	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05

5. Adım. Uyumluluk matrisi elemanları 2 aşamada bulunur. Önce Tablo 6' da verilen c_{kl} elemanları hesaplanır. Sonra Tablo 7' verilen ve ölçüt ağırlıklarının toplamından oluşan **C** matrisi hesaplanır.

Tablo 6 c_{kl} küme elemanları

	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5	p_6	p_7	p_8	p_9	p_{10}	p_{11}	p_{12}	p_{13}	toplam
w_j	0.08	0.08	0.08	0.06	0.06	0.06	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	
c_{12}					0.06				0.08	0.08			0.08	0.31
c_{21}	0.08	0.08	0.08	0.06		0.06	0.08	0.08			0.08	0.08		0.69

Tablo 7 Uyumluluk Matrisi

C	A ₁	A ₂
A ₁	0	0.31
A ₂	0.69	0

6. Adım. Tablo 8; d_{kl} kümesini gösterir ve d uyumsuzluk matrisinin oluşturulmasına yardımcı olur.

Tablo 8 d_{kl} kümesinin elemanları(EB: En büyük)

	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉	p ₁₀	p ₁₁	p ₁₂	p ₁₃	EB
$ n_{kj} - n_{lj} $	0.01	0.04	0.04	0.02	0.02	0.01	0.04	0.03	0.01	0.00	0.02	0.01	0.02	0.04
d_{12}	0.01	0.04	0.04	0.02		0.01	0.04	0.03			0.02	0.01		0.04
d_{21}					0.02				0.01	0.00			0.02	0.02

Uyumsuzluk matrisi Tablo 9' daki verilen şekilde hesaplanır.

Tablo 9 Uyumsuzluk matrisi

D	A ₁	A ₂
A ₁	0	$\frac{0.04}{0.04} = 1$
A ₂	$\frac{0.02}{0.04} = 0.56$	0

7. Adım. Önce eşik değeri hesaplanır:

$$r = \frac{0.31 + 0.69}{2} = 0.50$$

$c_{12} = 0.31 < 0.50$ ise $f_{12} = 0$ ve

$c_{21} = 0.69 > 0.50$ ise $f_{21} = 1$

Yukarıda verilen sonuçlar yardımıyla Tablo 10' da verilen uyumluluk baskınlık matrisi (F)elde edilir.

Tablo 10 Uyumluluk baskınlık matrisi

F	A ₁	A ₂
A ₁	0	0
A ₂	1	0

8. Adım. 7. adımdaki işlemlere benzer şekilde uyumsuzluk baskınlık matrisi G oluşturulur. Sonuçlar Tablo 11' de verilmiştir.

Tablo 11 Uyumsuzluk baskınlık matrisi

G	A ₁	A ₂
A ₁	0	0
A ₂	1	0

9. Adım. Tablo 12' de verilen sonuç T matrix F ve G matrislerinin karşılıklı çarpılması ile bulunur.

Tablo 12 Sonuç Matrisi

T	A ₁	A ₂
A ₁	0	0
A ₂	1	0

10. Adım. Tablo 12’ de görüldüğü üzere $t_{21}=1$ ve özel hal otobüsleri, kamu otobüslerine baskın gelmiştir. Sonuçta kamu otobüsleri elenir. Tüm gruplar için toplu sonuçlar Tablo13’ te verilmiştir.

Tablo 13 Gruplar için toplu sonuçlar

	A ₁ (Kamu otobüsleri)	A ₂ (Özel Halk Otobüsleri)
Kullanıcılar	0	1
İşletmeciler	0	1
STÖ	0	1
UZMANLAR		
Kullanıcılar için	1	0
İşletmeciler için	1	0
STÖ için	1	0

Tablo 13’ te verilen sonuçlara göre, kullanıcılar, işletmeciler ve STÖ özel hal otobüslerini, uzmanlar ise kamu otobüslerini tercih etmişlerdir. Bu 4 grup kararının ortak olarak bir sonuca bağlanması gerekir. Bu da ayrı bir araştırma konusudur. SPAN (Social allocative participation networks) Metodu grup kararlarının birleştirilmesi için kullanılabilir. (Hwang ve Lin, 1987).

4. Sonuçlar

Ulaştırma planları geleceğe yönelik olmalı ve öncelikle kamu yararı gözetilmelidir. Geniş çaplı bir araştırma ile ulaştırma yatırımı kararları alınmalıdır. Katılımcı karar verme yöntemi kullanılarak, alınacak kararla ilgisi olan kişi ve kuruluşların verilecek kararlara katılımı sağlanmalıdır. Electre yöntemi katılımcı karar vermelerde karar destek modeli olarak kullanılabilir. Bu çalışmada özelleştirme yatırımı için bir karar destek modeli olarak kullanılabilirliği araştırılmış ve sonuçları ortaya konulmuştur. Electre metodu bir seçenek eleme metodudur. Karar vermede ölçütlerin sayısı ve ağırlıklarının belirgin tespiti modelin başarısını etkilemektedir. 0 ve 1 şeklinde verilen Electre metodu sonuçları başlangıçta kesin sınır olarak görülebilir. Bu durumda belirlenen eşik değerleri de önemlidir. Bu noktada Electre metoduna eleştiri getirilebilir. Çünkü eşik değerini aşan her değer 1 olarak alınmaktadır. Bu değerlerin analizi oldukça önemlidir. Ölçüt ağırlıkları ve seçeneklere verilen puanlar ne kadar belirgin ise sonuçlar da o kadar belirgin olmaktadır. Sonuçta Electre metodunun kullanımı, karar destek modeli olarak ulaştırma yatırımlarının değerlendirilmesinde büyük fayda sağlamaktadır.

Kaynaklar

Beccali, M., Cellura, M., Ardente, D. (1998) Decision Making in Energy Planning: The Electre Multicriteria Analysis Approach Compared to a Fuzzy-Sets Methodology, *Energy Convers. Mgmt.*, Vol. 39, pp.1869-1881.

Beccali, M., Cellura, M., Mistretta. (2003) Decision-making in energy planning. Application of the Electre method at regional level for the diffusion of renewable energy technology, *Renewable Energy*, Vol. 28, pp. 2063–2087.

- Benayoun, R., Roy, B., Sussmann, B. (1966). ELECTRE: Une methode pour quider le choix en presence de points de vue multiples, Note Trav. 49, Dir. Sci., Soc. Econ. Math. Appl., Paris.
- Bender, M.J., Simonovic, S.P. (2000) A fuzzy compromise approach to water resource systems planning under uncertainty, Fuzzy Sets and Systems, Vol. 115, pp. 35-44.
- Bickerstaff, K., Tolley, R., Walker, G. (2002). Transport planning and participation: the rhetoric and realities of public involvement, Journal of Transport Geography, Vol. 10, pp. 61–73.
- Gilliams, S., Raymaekers, D., Muys, B., Van Orshoven, J. (2005). Comparing multiple criteria decision methods to extend a geographical information system on afforestation, Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 49, pp.142–158.
- Hwang, C., Lin, M. (1987). Lecture notes in economics and mathematical systems, Grup Decision Making Under Multiple Criteria, Vol. 281, pp.184-190. Springer-Verlag, New York.
- Hwang, C., Yoon, K. (1981). Lecture notes in economics and mathematical systems, Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications, Vol. 186, pp. 115-127. Springer-Verlag, New York.
- Karacasu, M., (2003) Kentiçi Otobüs Taşımacılığında Özelleştirme İçin Bir Karar Destek Modeli Önerisi: Eskisehir Örneği, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul, Türkiye
- Leyva-Lopez, J.C., Fernandez-Gonzalez, E. (2003). A new method for group decision support based on ELECTRE III methodology, European Journal of Operational Research, Vol. 148, pp. 14–27.
- Mousseau, V., Slowinski, R., Zielniewicz, P. (2000). A user-oriented implementation of the ELECTRE-TRI method integrating preference elicitation support, Computers & Operations Research, Vol. 27, pp. 757-777.
- Rakodi, C., (2003) Politics and performance: the implications of emerging governance arrangements for urban management approaches and information systems, Habitat International, Vol. 27, pp. 523–547.
- Rickard, J. (1990) Private and public investment in transport, European Conference of Ministers of Transport, Vol. 81, pp.33-48.
- Roy, B. (1985) Methodologie multicritere daide la decision. Collection Gestion, Paris.
- Roy, B. (1968) Classement et choix en presence de points de vue multiples (la methode ELECTRE). Revue Francaise Informatique et de Recherche Operationnelle, Vol. 8, pp. 57–75.
- Shanian, A., Savadogo, O. (2006) A material selection model based on the concept of multiple attribute decision making, Materials and Design, Vol. 27, pp.329–337.
- Soh, E.Y., Yuen, B. (2006). Government-aided participation in planning Singapore, Cities, Vol. 23, pp. 30–43.
- Tanga, K.X., Watersb, N.M. (2005). The internet, GIS and public participation in transportation planning, Progress in Planning, Vol. 64, pp.7–62.
- Tsambulas, D., Yiotis, G.S., Panou, K.D. (1999) Use of multicriteria methods for assessment of transport projects, Journal of Transportation Engineering, Vol. Sept/Oct, pp. 407-414.
- White, P., Farrington, J. (1998) Bus and coach deregulation and privatization in Great Britain, with particular reference to Scotland, Journal of Transport Geography, Vol. 6, pp. 135-141.
- White, P.R. (1999) Regular inter urban coach services in Europe, European Conference of Ministers of Transport, Paris, (published by OECD 2001)

White, P.R., Dennis, N.P., Tyler, N. (1995) Analysis of recent trends in bus and coach safety in Britain, *Safety Science*, Vol. 19, pp. 99-107.

Zanakis, S.H., Solomon, Y.A., Wishart, N., Dubliss, S. (1998) Multi-attribute decision making: A simulation comparison of select methods, *European Journal of Operational Research*, Vol. 107, pp. 507-529.

Havaalanı Kapı Ataması Problemine İlişkin Bir İnceleme

Güzin Akyıldız, Mustafa Gürsoy
YTÜ İnşaat Müh. Böl. Ulaştırma Anabilim Dalı
34349 Beşiktaş/İST.
Tel: (212) 259 7070/2362-2481
e-posta: akyildiz@yildiz.edu.tr
gursoy@yildiz.edu.tr

Öz

Havayolu taşımacılığındaki trafik yoğunluğunun artması, talebin karşılanabilmesi için havaalanlarında sürekli bir gelişimi zorunlu kılmaktadır. Gelişim, fiziksel anlamda sınırlı bir biçimde gerçekleştirilebileceğinden havaalanlarında işletmenin iyileştirilmesi konusuna ağırlık vermek daha anlamlı bir hale gelmiştir.

Havaalanı işletmesinin içerdiği en önemli konulardan biri, havaalanı performans ölçütü olan yolcu memnuniyetini doğrudan etkileyen havaalanı kapı ataması işlemidir. Havaalanı kapı ataması işlemi, uçakların çeşitli ölçütler gözönünde bulundurularak kapılara (köprülere) tahsis edilmesi işlemidir. Kapıların verimli kullanımı ve yolcu memnuniyeti üzerinde büyük etkiye sahip olan kapı ataması işlemi yapılırken, yolcu yürüme mesafesi/süresi, bagajlara erişim mesafesi/süresi, uçuşlara ait zaman çizelgeleri, uçak-kapı boyutlarının uyumu gibi pek çok ölçüt dikkate alınmaktadır.

Günümüzde kalite kavramının gittikçe önem kazanması, beklentileri yerine getirirken maliyetlerin (kantitatif ve kalitatif) minimize edilmesine yönelik çalışmaların artmasına neden olmuştur.

Kapı ataması problemi, zamanla pek çok ölçütün dikkate alınması zorunluluğu nedeniyle oldukça karmaşık bir hale gelmiştir. Ayrıca planlanan atamaların beklenmeyen gecikmeler yüzünden sürekli bir değişime maruz kalması da sözkonusudur. Bu sebeplerle, yapılan atama işleminin daha esnek bir yapıya sahip olması gerekliliği kaçınılmaz hale gelmiştir. Atama problemlerinin çözümünde, analitik yöntemlerin maliyeti yüksek çözümler sunması sebebiyle sezgisel yöntemlerin kullanılması yaygınlık kazanmıştır. Kullanılan yöntemlerin irdelenmesi ile ülkemiz koşullarına uygun bir iyileştirme planının geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Sunulan çalışmada kapı ataması problemi ile ilgili gelişmeler, kullanılan yöntemler ve ulaşılan sonuçlarla ilgili bilgi verilecektir.

Anahtar sözcükler: Havaalanı, kapı atama problemi, optimizasyon, simülasyon.

Giriş

Hava trafik yoğunluğunun gün geçtikçe artması havaalanlarının mevcut kapasitelerinin arttırılmasına yönelik karar destek sistemlerinin geliştirilmesini gerektirmektedir. Bu çalışmada

havaalanı kapı ataması problemi ilişkin yapılan çalışmalar, problemin çözümüne yönelik olarak geliştirilen yöntemler ve uygulama sonrası elde edilen iyileştirmeler ele alınacaktır. Öncelikle “Havaalanı Kapı Ataması Problemi”nin tanımı sunulacaktır. Ardından bir optimizasyon problemi olarak ele alınan atama probleminin formülasyonu ile ilgili bilgi verilecektir. Formülasyonun ardından başlıca çözüm yöntemleri ile ilgili kısa bilgi verilecek ve ardından bugüne kadar yapılmış çalışmalara değinilecektir. Son olarak problemin ülkemizin en yoğun havaalanlarından biri olan Atatürk Uluslararası Havalimanı açısından ele alınması için yapılan başlangıç çalışmalarından söz edilecektir.

Havaalanı Kapı Ataması Problemi

Problemin Tanımı

Diğer tüm ulaştırma türlerinde olduğu gibi havayolu ile ulaşımı tercih eden yolculara da belirli bir hizmet düzeyinin sunulması gerekmektedir. Havaalanı performans ölçütlerinden biri olan yolcu memnuniyetinin sağlanabilmesi için, havaalanı işletmesinin yerine getirmesi gereken görevlerden biri uçakların uygun kapılara atanması işlemidir.

Bir havaalanı terminalinin uçaklara ve yolculara hizmet edebilirliği özellikle kapılarda sunulan hizmete bağlıdır. Kapı terimi, sadece yolcuların giriş-çıkış yaptığı bir terminal alanı değil, ayrıca uçakların hizmet almak için park ettiği bir yerdir (Şekil 1). Sunulan hizmetin niteliğinin büyük önem taşıdığı havaalanlarında, örneğin, yolcuları terminal binasından uçağın park alanına (açık park alanı) veya park alanından terminal binasına otobüs aracılığıyla taşımak hizmet memnuniyetini olumsuz yönde etkilemektedir. Benzer şekilde yolculardan terminal içinde uzun bir mesafeyi yürümelerini istemek de hizmet düzeyini düşürecektir (Bolat, 2001).



Şekil 1 Atatürk Uluslararası Havalimanı dış hatlar terminali kapılarından bir görüntü.

Havaalanlarında yolcuların yürümek zorunda oldukları mesafelerin bir kısmı sabitken, diğerleri değişkendir. Sabit olan mesafeler terminalin fiziksel tasarımı ile ilgilidir ve bu mesafeler için yapılacak iyileştirmeler yine fiziksel değişiklik anlamına gelmektedir. Ancak yolcuların kayıt (check-in) masasından kapılara veya transfer yapan yolcuların kapıdan kapıya yürümek zorunda oldukları mesafeler, çizelgelenmiş uçuşların hangi kapıya atandığına bağlı olarak değişmektedir (Ding ve diğ., 2004).

Havalimanı ve havayolu işletmecilerinin bugün karşılaştığı çizelgeleme problemi klasik çizelgeleme problemine göre çok daha karmaşık bir hale gelmiştir. Öncelikle, dikkate alınması gereken büyük kaynak birimleri bulunmaktadır: uçuşlar, terminaller, personel, bagaj, vs. Dahası, bu kaynakların kullanımı ile ilgili verilen kararlar birbirini etkilemektedir, yani bu kaynaklar birbirine bağlıdır. Sonuç olarak, bu birimler herhangi bir büyüklükteki bir havaalanı ve havayolu için karmaşık kaynak yönetimi sisteminin temelini oluşturur (Dorndorf ve diğ., 2005).

Uçakların geliş zamanı ve yerde geçirecekleri süre, uçak boyutu ve diğer geometrik özellikler, hizmet gereklilikleri, yolcu transfer şekli ve terminalde yürüme mesafesi, uçuş personeli ve uçuş rotası, uluslararası uçuşlar için düzenleme ve kısıtlar ve ek olarak pazarlama ve yönetim şekilleri gibi ele alınması gereken pek çok konu nedeniyle büyük önem taşıyan bir kapı atama problemi, atanmış olduğu kapıya doğru manevra yapan uçağın yer trafiği ile karşılaşması durumunda daha da karmaşık bir hal almaktadır. Sonuçta, kapıya erişmek için bekleyen uçak, ya kapıyı işgal eden uçağın kapıyı boşaltmasını bekleyecektir ya da hizmet almak üzere daha uzak bir yere atanacaktır (Bolat, 1999).

Problemin Formülasyonu

Havaalanı kapı ataması işleminde gelen/giden uçakların hizmet vermek veya almak için park ettikleri yerlerin seçimi büyük önem taşımaktadır. Bir optimizasyon problemi olan kapı ataması işleminde pek çok amaç fonksiyonu kullanılabilir. Bunlardan bazıları yolcu yürüme mesafesinin, kapalı kapı sayısının, kapıların boş kaldığı sürelerin minimizasyonu olarak ifade edilebilir. Tek bir amaç fonksiyonunun minimizasyonu veya maksimizasyonu sözkonusu olabileceği gibi, amaç olarak birden fazla fonksiyonun ele alındığı (çoklu amaç fonksiyonu içeren) problemler de bulunmaktadır.

Ding ve diğ.(2004) kapı ataması problemi için geliştirdikleri modelde aşağıdaki notasyonları kullanılmışlardır:

N : havaalanına gelen veya havaalanından giden uçuşların kümesi.

M : havaalanındaki uygun kapı kümesi.

n : toplam uçuş sayısı.

m : toplam kapı sayısı.

a_i : i uçuşunun geliş zamanı. ($1 \leq i \leq n$)

d_i : i uçuşunun kalkış zamanı. ($1 \leq i \leq n$)

$w_{k,l}$: k kapısından l kapısına giden yolcuların yürüme mesafesi. ($1 \leq k, l \leq m$)

$f_{i,j}$: i uçuşundan j uçuşuna transfer yapan yolcu sayısı. ($1 \leq i, j \leq n$)

Burada, $n > m$ durumu kapasite üstü bir durumu yani uçuş sayısının kapı sayısından fazla olması durumunu ifade eder. Ek olarak, iki hayali kapı kullanılacaktır. Kapı 0, havaalanının giriş/çıkış kapısını temsil etmektedir. Kapı $m+1$ ise uçakların uygun kapı olmadığı zaman yönlendirildiği apronu (açık park alanını) ifade eder. Buna göre, $w_{k,0}$ k kapısı ile havaalanının giriş/çıkış kapısı

arasındaki yürüme mesafesini, $f_{i,0}$ i uçuşu ile havaalanına gelen yolcu sayısını ve $w_{m+1,k}$ ise apron ve k kapısı arasındaki yürüme mesafesini (bu mesafe genelde kapılar arasındaki mesafelerden daha fazladır) ifade eder.

$y_{i,k}$ ikili değişkeni, eğer i uçuşu k kapısına atanmışsa 1 değerini alır ($0 \leq k \leq m+1$), diğer durumda ise 0 değerini alır. Bu koşullarda;

$$y_{i,k} = y_{j,k} = 1 \quad (k \neq m+1) \text{ ifadesi } a_i > d_j \text{ veya } a_j > d_i \quad (1 \leq i, j \leq n) \text{ durumunu belirtmektedir.} \quad (1)$$

Yukarıdaki koşul aynı anda iki farklı uçuşun aynı kapıya atanmasına engel olmaktadır.

Modeldeki amaçlar, aprona atanan uçuş sayısını ve toplam yürüme mesafesini minimize etmektir. Toplam yürüme mesafesi üç bileşenden oluşmaktadır: transfer yolcularının yürüme mesafesi, havaalanına gelen yolcuların yürüme mesafesi ve havaalanından gidecek olan yolcuların yürüme mesafesi.

Havaalanı kapı ataması problemi aşağıdaki şekilde formüle edilmiştir:

$$\begin{aligned} \min & \sum_{i=1}^n y_{i,m+1} \\ \min & \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^{m+1} \sum_{l=1}^{m+1} f_{i,j} w_{k,l} y_{i,k} y_{j,l} + \sum_{i=1}^n f_{0,i} w_{0,i} + \sum_{i=1}^n f_{i,0} w_{i,0} \end{aligned}$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\sum_{k=1}^{m+1} y_{i,k} = 1 \quad (1 \leq i \leq n) \quad (2)$$

$$a_i \leq d_i \quad (1 \leq i \leq n) \quad (3)$$

$$y_{i,k} y_{j,k} (d_j - a_i) (d_i - a_j) \leq 0 \quad (1 \leq i, j \leq n, k \neq m+1) \quad (4)$$

$$y_{i,k} \in \{0,1\} \quad (1 \leq i \leq n, 1 \leq k \leq m+1) \quad (5)$$

2 numaralı kısıt her bir uçuşun sadece ve sadece bir kapıya veya aprona atanabileceğini belirtir. 3 numaralı kısıt, her uçuşun kalkış zamanının geliş zamanından büyük olduğunu ifade eder. 4. kısıt eğer iki uçuş aynı kapıya atanmışsa bu uçuşların zaman çizelgelerinin aynı zamana denk gelmemesi gerektiğini belirtir. Son kısıt ise 1. kısıtta ifade edilen ve aynı kapıya aynı anda birden fazla uçağın atanmasını önlemek amacıyla taşır (Ding ve diğ., 2004).

Çözüm Yöntemleri

Uçuş-kapı atama işlemi için geliştirilmiş iki ana araştırma akımı bulunmaktadır. İlki “Matematiksel Programlama Teknikleri”, ikincisi ise “Simülasyon ve Kural Temelli Uzman Sistemler”dir. (Dorndorf ve diğ., 2005)

Matematiksel Programlama Teknikleri

Kapı atama probleminin çözümüne yönelik olarak öncelikle kesin sonuç veren analitik modeller kullanılmıştır. Bu modellerin problemin gittikçe karmaşık bir hal alması nedeniyle çeşitli sezgisel yöntemler geliştirilmiştir.

Kesin Sonuç Veren Algoritmalar Atama probleminde kullanılan analitik yöntemlerden bazıları dinamik programlama, kesme yüzeyi ve dal-sınır teknikleridir. Bu algoritmalar iyi sonuçlar vermekle birlikte çok zaman alan ve sınırlı büyüklükteki problemler için etkili yöntemlerdir.

Sezgisel Algoritmalar Sezgisel algoritmalar, herhangi bir amacı gerçekleştirmek veya hedefe varmak için çeşitli alternatif hareketlerden etkili olanlara karar vermek amacıyla tanımlanan kriterler veya bilgisayar metodlarıdır. Atama problemlerinde sık kullanılan sezgisel yöntemler; ısıl işlem, genetik algoritma, karınca kolonisi optimizasyonu ve tabu araştırmasıdır (Karaboğa, 2004).

Simülasyon ve Kural Tabanlı Uzman Sistemler

Klasik araştırma tekniklerini kullanan yaklaşımlarda çok sayıda bilgi ve performans kriteri sebebi ile oluşan zorluklar, alternatif olarak çalışmalarını kural tabanlı uzman sistem modellerine yöneltmiştir. Yer kontrolcülerinden alınan bilgilere göre oluşturulan uzman sistem, atamaları oluşturmak için üretim kuralları tanımlar. Dikkate alınması gereken faktör sayısı büyüktür, bu nedenle, en önemli konu tüm kuralları tanımlamak, önem sırasına göre listelemektir.

Pratik bir bakış açısına göre, matematiksel programlama tekniklerinin kullanımını sağlayan bir uzman sistem geliştirmek daha önemlidir. Bu tip bir bileşke, kapı çizelgeleme sisteminin beklenen esneklik özelliğini oluşturmayı sağlayabilir (Dorndorf ve diğ., 2005).

Havaalanı Kapı Ataması Problemiyle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Mangoubi ve Mathaisel (1985) tarafından kapı ataması problemi ile ilgili yapılan çalışmada terminal içi yürüme mesafelerinin minimize edilmesi amaçlanmıştır. Bunun için iki yaklaşım geliştirilmiştir: tamsayılı doğrusal programlama ve sezgisel yöntem. Her iki yöntem de Kanada Toronto Uluslararası Havalimanında mevcut durumda uygulanan uçuş-kapı atamasının iyileştirilmesine yöneliktir. Doğrusal programlama çözümü sonucunda elde edilen en küçük yürüme mesafesi, mevcut durumdaki ortalama yürüme mesafesine göre %32 daha azdır. Sezgisel yöntem ile bulunan yürüme mesafesi de minimum yürüme mesafesinden sadece %3.9 daha fazla çıkmıştır. Sonuçlar göstermektedir ki izlenecek doğru bir atama politikası terminalin fiziksel durumu veya uçuş çizelgelerinde herhangi bir değişiklik yapılmasına gerek kalmadan iyileştirme sağlayabilmektedir.

Cheng (1997) tarafından yapılan çalışmada problemin çözümüne yönelik kullanılan yöntemler incelenmiştir. Buna göre, matematiksel programlama teknikleri ile kapı ataması problemi tam olarak tanımlanabilmekte ancak problemin büyümesi çözümün üssel olarak büyümesi sonucunu getirmektedir. Sezgisel yöntemler ise yaklaşık sonuçlar vermektedir. Bilgi tabanlı uzman sistemler sayısal optimizasyon problemlerine verimli çözümler getirememektedir. Bu bilgiler ışığında sunulan çalışmada orta seviyede bir çözüm elde etmek için hem matematiksel programlamanın hem de insan sağduyusunun avantajlarını elde edebilme ve matematiksel bir modelde ihmal edilebilecek bazı gerçek durumları bilgi tabanlı bir sistem aracılığıyla modele tanıtabilme avantajı kullanılmıştır.

Haghani ve Chen (1997) önceden yapılmış çalışmalardan farklı olarak kapı ataması problemine zaman değişkenini de eklemiştirlerdir. Çalışmada, çok zaman aralıklı kapı atama problemi, tamsayılı programlama ile formüle edilmiştir. Problemin çözümü için dal-sınır tekniği

kullanılmış ve optimum çözümler elde edilmiştir. Sunulan yeni bir sezgisel yaklaşımla elde edilen sonuçlar ve optimal çözümler karşılaştırılmıştır. Sezgisel yaklaşımla bulunan sonuçlar şimdiye kadar elde edilmiş en iyi sonuçlarla karşılaştırıldığında kapı atama problemine etkin bir şekilde çözüm sağladığı belirlenmiştir.

Bolat (1999), fiziksel ve yönetsel unsurları da dikkate alarak kapıların verimliliğini optimize eden matematiksel bir model sunmuştur. Başlangıçta oluşturulan atamanın değişmesine neden olabilecek aksaklıkların (uçakların gecikmeli kalkış ve inişleri gibi) ifade edilmesi amacıyla optimum ve sezgisel yöntemler kullanılmıştır. Çalışmada amaç, olabilecek küçük değişikliklerden etkilenmeyecek şekilde en uygun atamanın bulunmasıdır. Ayrıca, tampon sürelerin aralıklarının minimize edilmesi de amaçlanmıştır. Deneysel çalışmalarda optimum algoritmanın performansının kapılardaki verimlilik seviyesinden etkilendiği belirlenmiştir. Örneğin, tampon sürenin 0-30 dakika arasında değiştiği koşullarda 74 uçuşu 7 kapıya atamak mümkün olmuştur. Buna karşın tampon süreler 80-175 dakika aralığında değişim gösterdiğinde yalnızca 30 uçuşun 6 kapıya atanması bilgisayar yeterlilikleri açısından sınırlayıcı olmuştur. Genel anlamda sunulan sezgisel yöntemle açık park alanına atanan uçak sayısında % 66.35 değerinde bir azalma sağlanabilmiştir.

Yan ve Huo (1999) çok amaçlı tamsayı programlama modeli kullandıkları çalışmalarında büyük ölçekli problemlerin çözümünde kullanılan ağırlık metodu, kolon oluşturma yaklaşımı, simplex metodu ve dal sınır tekniği metodlarını kullanmışlardır. Tayvan'da Chiang Kai-Shek havaalanında manuel olarak uygulanan kapı atama uygulaması ile kıyaslandığında model ve algoritmaların performansı başarılı bulunmuştur.

Bağlantılı yolculuk yapan yolcuların bağlantı sürelerinin minimize edilmesinin amaçlandığı çalışmalarda, Xu ve Bailey (2001) kapı atama problemini 0-1 kuadratik tamsayı programlama yöntemi ile formüle etmişlerdir. Kuadratik olarak ifade edilen problem doğrusal amaç fonksiyonu ve doğrusal kısıt fonksiyonları olan 0-1 tamsayı problem olarak tekrar formüle edilmiştir. Basit bir tabu araştırması sezgiseli tasarlanarak problem çözülmüştür. Sonuç olarak oluşturulan tabu araştırması sezgiseli yolcu bağlantı sürelerinde uygulanan mevcut yöntemle göre kazanç sağlamıştır. 5 gün süresince 400 uçuş ve 50 kapının dikkate alındığı deneylerde ortalama kazanç % 24.7 olarak belirlenmiştir.

Yan ve diğ.(2002) yaptıkları çalışmalarında havaalanı yöneticilerine/işletmecilerine yardımcı olacak bir simülasyon çatısı sunmuşlardır. Bu yöntemle rasgele uçuş gecikmelerinin statik kapı atamaları üzerindeki etkileri incelenmiştir ve rasgele tampon süreler ile gerçek zamanlı kapı atama kuralları değerlendirilmiştir. Tayvan'daki Chiang Kai-Shek Havaalanına ait verilerin kullanıldığı deneysel çalışmada oluşturulan simülasyon çatısının diğer havaalanları tarafından kendi özelliklerine bağlı olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

Toplam yürüme mesafesinin ve açık park alanına park eden uçak sayısının minimize edilmesinin amaçlandığı çalışmada ise Ding ve diğ. (2004) problemin çözümü için greedy algoritması kullanmışlardır. Ardından yeni bir komşuluk arama tekniğine sahip tabu araştırması algoritması geliştirilmiş, elde edilen sonuçlar bir önceki tabu araştırması algoritması ile bulunan sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Yeni yöntemin çok daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Ding ve diğ. (2005) yaptıkları bir diğer çalışmada biri ısı işlem, diğeri ısı işlem ile tabu araştırması yaklaşımlarının birarada kullanıldığı iki algoritma geliştirmişlerdir. Sonuçlara göre ısı işlem algoritması önceden çalışılmış olan tabu araştırması algoritması kadar iyi sonuç vermezken, tabu araştırması ve ısı işlem algoritmalarının birarada kullanıldığı algoritma her iki yöntemle göre daha iyi sonuçlara ulaşılmasını sağlamıştır.

Dorndorf ve diğ. (2005) kapsamlı bir kaynak taraması yaptıkları çalışmada, kapı ataması problemi ile ilgili çalışmaları, çözüme yönelik araştırma akımlarına bağlı olarak incelemişlerdir.

- Tek veya çok zaman dilimi içeren modeller: Tek zamanlı kapı atama modelleri havaalanına belirli (tek) bir zaman diliminde gelen belirli sayıda uçuşun ataması ile ilgilidir. Bu durumda her kapıya tek bir uçak atanır. Çok zaman diliminde ise tüm zaman belirli aralıklara bölünür. Zaman aralıklarının büyüklüğü kapı verimliliği ve problemin büyüklüğünü de etkilediğinden dikkatli seçilmelidir.
- Amaç tiplerine göre modeller: Problem yolcu açısından ele alınabileceği gibi işletmeci olan havaalanı yöneticileri açısından da ele alınabilir. Yolcu açısından yürüme mesafesi, toplam gecikme, iptal edilen uçuşların minimizasyonu ele alınabilir. İşletmeci açısından ise kapıların öncelikleri, uçak çekme (towing) işlem sayısı konuların maksimizasyonu veya minimizasyonu dikkate alınmaktadır.

Havaalanı Kapı Ataması Problemi ve Atatürk Uluslararası Havalimanı

Yılda 350.400 uçağa hizmet verme kapasitesine sahip olan Atatürk Uluslararası Havalimanı'nda (AHL) 2005 yılında toplam 219.118 uçağa hizmet verilmiştir. Yıllık zaman diliminde değerlendirildiğinde AHL'nin, kapasitesinin % 62,5'ini kullandığı görülmektedir. Ancak 2005 yılının en yoğun gün ve saat dilimi bilgilerine bakıldığında 26 Mayıs 2005 günü 363'ü iniş, 455'i kalkış olmak üzere toplam 818 uçağa hizmet verilmiştir. 2 Eylül 2005 tarihinde ise 14:00-15:00 saatleri arasında 29 iniş, 29 kalkış, toplam 58 uçak hizmet almıştır. Saatlik kapasitesi 40 uçak olan havalimanı için oldukça yoğun trafikler gerçekleşmiştir (DHMI 2005 İstatistik Yıllığı).

Uçakların havaalanlarında aldıkları hizmetlerin en önemlilerinden biri olan kapı atama işlemleri Devlet Hava Meydanları İşletmesi, Atatürk Havalimanı Başmüdürlüğü, İşletme Dairesi Başkanlığı bünyesinde görev yapmakta olan Ramp Ünitesi tarafından gerçekleştirilmektedir. Yoğun bir uçak trafiğine sahip olan AHL'de uçakların hizmet alması için park edeceği köprü veya açık park alanları uçakların tipine ve büyüklüğüne göre planlanmıştır. AHL'de dış hatlarda 23 köprü, iç hatlarda ise 9 köprü hizmet vermektedir.

AHL'de kapı ataması işlemi Ramp Ünitesinde görev yapmakta olan uzmanlar tarafından yerine getirilmektedir. Her gün akşam saatlerinde havayolu şirketlerinin bir sonraki güne ait uçuş çizelgeleri (Şekil 2) Ramp Ünitesine iletilmektedir.

Page 1 06-07-21 19:03:21

BUNLİK UÇUŞ PROGRAMI IST *DAN DİĞER MEYDANLARA

TARİH = 20060722 CUMARTESİ, ACL BMT

UTTP	UREŞ	ETD	NEREYE	SEFNO	NEREDEN	ETA
329	JLE	1:45	TZX IST	542	541 TZX	0:45 -110
319	JLN	3:00	GZT IST	680	127	
329	JLB	4:00	TZX IST	546	104	
734	JEZ	4:00	ADA IST	454	117	
734	JED	4:00	DNZ IST	236	1143 CAI	3:00 -120
738	JFV	4:05	DLM IST	214	101	
734	JEV	4:15	D1Y IST	630	1410 KZN	3:10 -121
734	JEN	4:30	MLX IST	734	---	
3P1	JMA	4:45	VIE IST	1883	201	
738	JFU	4:45	AMS IST	1951	1952 HAJ	2:35 -222
738	JFR	4:45	BRU IST	1937	1169 RUI	3:35 -216
313	JCV	4:50	DBV IST	1825	407 RYT	3:20 -209
317	JDB	4:50	MUC IST	1629	451 ADA	3:30 -212
321	JMD	4:50	MWV IST	1993	105 ESB	3:10 -206
738	JFN	4:50	STR IST	1701	1353 ALA	2:40 -221
313	JCY	4:55	ZRH IST	1907	97 ADA	4:00 -210
329	JLD	5:00	AOB IST	312	1676 CBN	2:35 -110
734	JDH	5:00	ESB KSY ESB MLX ESB IST	108	44	
738	JBP	5:00	SZF IST	570	102	
343	JDM	5:00	IST	8001	---	
313	JCZ	5:05	DUS IST	1523	7	
32M	JME	5:05	BJV IST	286	105	
332	JMD	5:05	LHR IST	1979	21 PEK	2:40 -219
738	JFG	5:05	MXP IST	1873	204	
734	JEY	5:10	KYA IST	248	1213 AMM	3:35 -127
738	JGI	5:15	HAM IST	1661	1363 ASB	3:15 -217
320	JPB	5:20	AQA IST	458	4471 ADA	0:45 -108
738	JGR	5:20	VAM IST	806	1173 KWI	3:25 -114
73C	JKD	5:20	KIV IST	1469	44	
329	JLS	5:25	OTP IST	1443	207 DLM	3:10 -207
738	JGG	5:25	RYT IST	412	1277 THR	3:30 -126
329	JLI	5:30	AOB IST	314	297 BJV	3:10 -107
734	JDT	5:30	ATH IST	1845	44	
738	JFF	5:30	FRA IST	1587	305 AOB	3:10 -208
738	JGM	5:35	ASR IST	260	1508 NUE	2:45 -2
738	JFD	5:35	OSL IST	1751	1744 SXF	2:20 -214
734	JDY	5:40	KBP IST	1457	1281 TBZ	3:25 -5
734	JER	5:40	SVD IST	1413	44	
738	JGB	5:40	TVL IST	1721	44	

Şekil 2. Ramp ünitesine havayolu şirketlerinden gönderilen uçuş listelerinden bir örnek.

Uzmanlar çizelgede bulunan uçakların geliş-gidiş saati, geliş-gidiş yerleri, uçak tipleri bilgilerine dayanarak havaalanındaki tüm kapıların ve açık park alanlarının atamasını elle gerçekleştirmektedir. Bu işlem de Şekil 3'te görülen çizelgede uygun kapılara (doğrudan terminale bağlı olan köprülere veya açık park alanlarına) uçuşların aktarılması şeklinde gerçekleştirilmektedir. Gecikmeler veya çeşitli aksaklıklar nedeniyle yaşanan değişikliklerin aynı kapıya atanmış, birbirini izleyen uçakları en az şekilde etkilemesini sağlamak amacıyla iki atama arasında 15 dakikalık tampon süre bırakılmaktadır.

ATATÜRK HAVALİMANI BAŞMÜDÜRLÜĞÜ	
RAMP	KULE
01	01
02	02
03	03
04	04
05	05
06	06
07	07
08	08
09	09
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44
45	45
46	46
47	47
48	48
49	49
50	50
51	51
52	52
53	53
54	54
55	55
56	56
57	57
58	58
59	59
60	60
61	61
62	62
63	63
64	64
65	65
66	66
67	67
68	68
69	69
70	70
71	71
72	72
73	73
74	74
75	75
76	76
77	77
78	78
79	79
80	80
81	81
82	82
83	83
84	84
85	85
86	86
87	87
88	88
89	89
90	90
91	91
92	92
93	93
94	94
95	95
96	96
97	97
98	98
99	99
100	100

Şekil 3. Ramp ünitesi tarafından hazırlanan günlük uçak atama çizelgesi.

Kapı Ataması İşlemi Devlet Hava Meydanları İşletmesi'nin Uçak Park Sahaları Planlama Hizmetleri İşletme Talimatı'na uygun biçimde ve havayolu şirketlerinin öncelikleri ile özel istekleri dikkate alınarak gerçekleştirilmektedir. Örneğin, yurtdışı hattında hizmet veren uçaklara hem ülkenin prestiji açısından hem de yerel kuruluşların rekabet koşulları dikkate alınarak dış hat köprülerinde yer verilmektedir veya 3 saatten fazla konaklama yapacak uçaklar açık park alanına (yine uçak boyutları dikkate alınarak) yönlendirilmektedir. Bu süreyi aşan gecikmelerin meydana getirdiği aksaklıklar görevli kişinin ani olarak verdiği kararlarla yönetilmektedir.

AHL Ramp Ünitesi tarafından uygulanmakta olan yöntem sonucunda oluşturulan çizelgelerin verimliliği, izlenmekte olan kapı ataması politikasının yolcu memnuniyeti üzerindeki etkisi tam olarak bilinmemektedir. AHL'de yapılan kapı ataması işleminde uçakların geliş/gidiş saatleri, tip ve büyüklükleri dikkate alınmakta ancak yolcu yürüme mesafesi ile ilgili herhangi bir bilgi gözönünde bulundurulmamaktadır.

Sonuçlar

Havayolunu kullanan yolcu sayısının gittikçe artması ve günümüz koşullarında kalite kavramının daha fazla önem kazanması havaalanlarında Kapı Atama Probleminin dikkat çekmesine neden olmuştur. Gittikçe artan beklentiler fiziksel anlamda yapılan iyileştirmelerin yetersiz kaldığı durumlarda çalışmalarını işletme koşullarının iyileştirilmesi noktasına

yönlendirmiştir. Havaalanlarında sunulan hizmetin seviyesini etkileyen en önemli unsurlardan biri olan atama işlemi ile ilgili 70'li yıllardan itibaren yapılmaya başlanan çalışmalar sonucunda önemli kazanımlar sağlanmıştır.

Bu bilgiler ışığında, Atatürk Uluslararası Havalimanı bünyesinde yapılmakta olan kapı ataması işleminin bir simülasyon programı yardımıyla bilgisayar ortamına aktarılması planlanmaktadır. Bunun yanında problemin yolcu yürüme mesafeleri açısından incelenmesi de amaçlanmaktadır. Bu sayede izlenen politikanın incelenmesi, verimliliğinin araştırılması ve gerekiyorsa iyileştirme önerilerinin sunulması mümkün olacaktır.

Kaynaklar

Bolat A. (1999) Assigning arriving flights at an airport to the available gates. Journal of Operational Research Society, 50, pp 23-24.

Bolat A. (2001) Models and a genetic algorithm of static aircraft-gate assignment problem. Journal Of The Operational Research Society, 52, pp 1107-1120.

Cheng Y. (1997) A knowledge-based airport gate assignment system integrated with mathematical programming. Computers and Industrial Engineering, Vol 32, No:4, pp 837-852.

Devlet Hava Meydanları İşletmesi 2005 İstatistik Yıllığı.

Ding H., Lim A., Rodriguez B. ve Zhu Y. (2004) New heuristics for over-constrained flight to gate assignments. Journal Of Operational Research Society, 55, pp 760-768.

Ding H., Lim A., Rodrigues B., Zhu Y. (2005) The over-constrained airport gate assignment problem. Computers and Operations Research, 32, pp 1867-1880.

Dorndorf U., Drexl A., Nikulin Y., Pesch E. (2005) Flight gate scheduling: State-of-the-art and recent developments. Omega, 35, pp 26 – 334.

Haghani A. and Chen M. (1998) Optimizing gate assignments at airport terminals. Transportation Research-A. Vol 32, No 6, pp 438-454.

Karaboğa D. (2004) Yapay Zeka Optimizasyon Algoritmaları. Atlas Yayın Dağıtım, Türkiye.

Mangoubi R. S. and Mathaisel D. F. X. (1985) Optimizing gate assignments at airport terminals. Transportation Science, 19(2), pp 173-188.

Xu J. and Bailey G. (2001) The airport gate assignment problem: mathematical model and a tabu search algorithm. Proceeding of the 34th Hawaii International Conference On System Sciences.

Yan S. and Huo C. (2001) Optimization of multiple objective gate assignments. Transportation Research Part A, 35 , pp 413-432.

Yan S., Shieh C., Chen M. (2002) A simulation framework for evaluating airport gate assignments. Transportation Research Part A, 36, pp 885-898.

İstanbul'un Ulaştırma Sorunları ve Uzun Dönemli Çözüm Yaklaşımları

Prof. Dr. Sadettin Özen

e-posta: sadettinozen@yahoo.com

Cep: 0532 590 74 64

Öz

Türkiye'de İstanbul ve diğer büyük şehirlerin büyüme ve ulaştırma sorunlarının makroekonomik politikalar, özel koşulları ve uygulamalar doğrultusunda oluştuğu görülür. Büyük şehirlerin ulaştırma sorunları önemli ölçüde Türkiye'nin makroekonomik büyüme sorunlarına, nüfusuna, ulaştırma alt yapısı ve talep dağılımına bağlı bulunmaktadır. Bu doğrultuda İstanbul'un, büyüme ve ulaştırma sorunları şöyle tanımlanabilir;

- kısa dönemli acil yönetim sorunları,
- öncelikli orta ve uzun dönemli sorunları,
- önemli sermaye gerektiren sorunlar,
- önemli özgün örgütlenme gerektiren sorunlar,
- iç ve dış sistemlerin etkilerine ilişkin sorunlar,
- eğitim, bilinçlenme ve güvenlik hizmetleri gerektiren sorunlar,
- standartlar ve planlama sorunları.

Çalışmada İstanbul'un ve büyük şehirlerin bu sorunlarının çözümü, sektörlerin uzun dönemli yatırım politikaları ve planları ile ülkenin ve büyük şehirlerin sermaye kaynaklarının verimli ve uyumlu kullanılması, ülkenin dengeli kalkınması amaçlanmıştır. Aynı yönde öncelikle kısa, orta ve uzun dönemli planlama yaklaşımları doğrultusunda sorunlar bütünlük içinde açıklanmaya, irdelenmeye çalışıldı. İstanbul'un kısa ve orta dönemli büyüme ve ulaştırma sorunları teknik ve ekonomik kapasite ölçütleri ile uygun talep, uygun kapasite yönetimi yaklaşımları doğrultusunda ele alınmaya çalışıldı.

İstanbul'un ve büyük şehirlerin uzun dönemli sorunları ise ülke düzeyinde makroekonomik planlama, talep ve yatırım yönetimi, bugünkü net değer yaklaşımları doğrultusunda dengeleme, sınırlandırma biçiminde çözümler üzerinde duruldu. Aynı yönde uzun dönemde yatırımları, ulusal makroekonomik kalkınma politikalarına, dengeli büyüme hızlarına ve büyüklüklerine bağlı olarak büyük şehirlerin bölgeler ve halkalar halinde limit büyüklüklerine yaklaşması yönünde ele alındı. Yine aynı yönde büyük şehirlerin büyüme politikalarının büyük şehirler çevresinde hizmet ve imalat sektörlerinin arsa spekülasyonu ve parselasyonu, yapılaşma genişlemelerinin alt yapıları ile birlikte uygun ve planlı biçimde sınırlandırılarak geliştirilmesi öngörüldü.

Uzun dönemde Türkiye'de İstanbul'un ve diğer büyük şehirlerin nüfusunun, toplam nüfusa oranının belirli yüzde değerlere yaklaştırılması görüşü belirginlik ve önem kazanmıştır. Ülkenin yatırım ve işletme büyüklüklerinin ülkenin sosyoekonomik yapısı,

genel yatırım dağılımları ve büyüklükleri ile uyumlu, dengeli geliştirilmesi ölçütünün önemli ve öncelikli olduğu saptanmıştır.

Giriş

Türkiye'nin 1950'li yıllardan itibaren ABD ve AB'nin genel politikaları doğrultusunda serbest özel sektör yatırımları, teşvik ve destekleme uygulamaları gelişmeye devam etmiş, devam etmektedir. Türkiye'nin özellikle 1980'den sonra özelleştirme teşvikleri ve uygulamaları, isabetliliği tartışmalı olan kararları ve yatırımları bölgeler arasında gelir dağılımlarının bozulmasına; Marmara, İstanbul ve diğer büyük şehir bölgelerine yeni nüfus ve sermaye hareketlerine yol açmıştır. İstanbul ve diğer büyük şehirler özellikle 1980-2000 yılları arasında yıllık nüfus artışları % 3,3-3,4 değerleri ile plansız ve alt yapısız hızlı büyümeler göstermiştir[1],[2]. Plansız ve altyapısız olarak bir yandan büyük şehirler içinde ve etrafında sanayileşme, imalathane, bakım onarım ve iş merkezi yatırımları, bir yandan da konut inşaatları, gecekondu yaygınlaşmıştır. Aynı yönde İstanbul ve diğer büyük şehirlerin belirtilen sorunlarının artışı yönünde ülke düzeyinde yatırım ve gelir dağılımı bozulmaları artmıştır. Bu gelir ve sermaye dağılımı bozulmasına ve yine Türkiye'nin Güney-doğu kırsal kesim bölgelerinde terör olaylarına bağlı olarak Diyarbakır, Urfa, Muş, Şırnak şehirlerinde de yıllık nüfus artışları % 2,3-3,0 değerleri ile plansız ve alt yapısız hızlı büyümeler ortaya çıkmıştır[1],[2].

Yine 1995'lerden itibaren bir yandan 'köyüne geri dön teşvik projesi' devam ederken bir yandan da özellikle 2002'den sonra İstanbul ve diğer büyük şehirlerde su, enerji ve ulaştırma altyapı olanakları tam planlanmadan yine konut inşaatı, yol inşaatı sektörlerinde önemli ve hızlı gelişmeler gözlenmiş; gözlenmeye devam edilmektedir. Bu uygulamalar çelişkili, dengesiz politikalar izlendiği görüntüsü vermektedir.

Bu gelişmeler doğrultusunda İstanbul'un nüfusu ve ulaştırma talebi; genel ölçekte her geçen gün İstanbul'un Kuzeyine, kara tarafına doğru; Doğu ve Batı taraflarına doğru büyümesine paralel olarak artışlar göstermiştir. Bu büyümelere paralel olarak büyük sermayeli ve kapasiteli yatırımlar, trafik talebi ve ulaştırma sistemleri yapıları hızlı gelişmeye devam etmektedir. Aynı yönde İstanbul trafiğine hızlı biçimde her gün 500-600 araç, zaman-zaman 1000 araç, her yıl 200.000-250.000 araç katılmakta; yolların yoğunlukları, kapasite kullanım oranları artmaktadır. Aynı kapasite kullanım oranlarını ve yoğunluklarını koruyabilmek için her yıl ortalama 1000-1200 km'lik yol ve park yapımı gerekli olmaktadır.

İstanbul'un bu ulaştırma talebi ve karayolu trafiği artışı ile ulaştırma sistemleri başlangıç terminallerinde ve ana duraklarda toplanma ve bekleme zaman kayıpları, hatlar üzerinde sıkışıklığa bağlı gecikme zaman kayıpları her geçen gün artmaktadır. İstanbul'un kent içi karayolu hatlarında pik saatlerde darboğaz ve tıkanıklıklar oluşmakta; bazı hatlarda, kavşaklarda yeni yatırımlara, iyileştirme ve düzenleme çalışmalarına rağmen yine ileri yıllarda sıkışıklıklar ve tıkanmalar oluşması beklenmektedir.

İstanbul'un kent içi ulaştırma hareketlerini Kuzeye doğru kaymasına bağlı olarak 1970'li yıllar öncesine kadar trafik talebi payı önemli görülen hatların giderek trafik payı önemlerinde azalma eğilimi gözlenmektedir. İstanbul'un kent içi yolcu ulaştırmasında son 40-45 yıldan bu yana artan karayolu trafiğinin etkisi ile denizyolu ve

demiryolu trafiği miktarında artışlara karşın paylarında azalmalar gözlenmektedir. Bazı karayolların da zaman-zaman kapasite kullanım oranları bire yaklaşımaktadır. Aynı yönde İstanbul'un kent içi ana yollarında seyahat süresi trafik hacmi artışına, taşıtların birbirini etkilemelerine bağlı olarak 5-6 kat, hafta başı ve sonu trafik akımlarında 9-10 kat daha büyük değerler alabilmektedir[3],[4]. Bu durum taşıt hızlarının trafik hacmi yoğunluğunun etkisiyle seyahat hızlarının düşmesine ve duraklamalı trafik akımına bağlı olarak belirlemektedir.

Bu saptamalar, İstanbul'un ve büyük şehirlerin büyüme ve ulaştırma sorunlarının ve çözüm yaklaşımlarının öncelikle Türkiye'nin dengeli makroekonomik politikalar, uzun dönemli stratejik planlar doğrultusunda ele alınmasını gündeme getirmektedir. Dolayısı ile çalışma İstanbul ve Marmara Denizi kıyıları boyunca yerleşme merkezleri arası ulaştırma sistemlerinin ekonomik/uygun hatlarının, karayolu hatlarının karşılaştırmalı uygun kullanımlarının belirlenmesini amaçlamış bulunmaktadır.

İstanbul'un Ulaştırmasını Karakteristik Özellikleri ve Sorunları

Ulaştırma Sistemleri Karakteristik Özellikleri

Ulaştırma sistemleri içinde genel olarak denizyolu ulaştırma sistemi karayolu, demiryolu ulaştırma sistemlerine göre daha yavaş bir ulaştırma sistemidir[5],[6],[7]. Denizyolu ulaştırma sisteminde deniz aracı ile su ortamı arasında harekete karşı oluşan sürtünme direnci özellikle belirli bir hızdan sonra deniz aracının en kesit alanına, ıslak yüzeyine, hızın karesine bağlı olarak büyük oranda artma eğilimi gösterir[6],[7]. Bu durum ise büyük hızlarda yakıt tüketiminin ve maliyetinin artmasına, birim taşıma maliyetlerinin kara ulaştırma sistemlerine kıyasla büyük olmasına neden olabilmektedir. Ayrıca deniz taşıma araçlarının belirli tip ve büyüklüklerde bir deniz aracındaki gemi adamı personel sayısı; bir kara ulaştırma aracının, otobüs ve kamyonun personel sayısından daha fazla olması dolayısı ile bazı hallerde denizyolu aracının kara aracına göre birim maliyetlerinin yüksek olmasına yol açabilmektedir[7].

Buna karşın denizyolu iskeleler dışında taşıma yolu yatırımı gerektirmeyen bir ulaştırma sistemidir[4],[5],[6]. Yine denizyolunda seyahat hızının küçük olmasına karşın uç noktalarının konumuna bağlı olarak seyahat süresinin karayolu hatlarından daha küçük olmasına yol açabilmektedir. Denizyolu ulaştırma sistemi, zaman değeri küçük, yavaş, büyük hacimli kitle taşımaları için ekonomik olabilen bir ulaştırma sistemidir. Bu haller denizyolunun hem birim taşıma maliyetinin küçük olmasına; hem de kullanıcıların, yolcuların seyahatte geçen zaman maliyetlerinin daha küçük olmasına yol açabilmektedir[4],[5],[6]. Bu özellikler denizyolu ulaştırma sisteminin kara ulaştırma sistemlerine göre ekonomik ve üstün olmasına olanak sağlayabilmektedir.

Diğer yandan karayolu ulaştırmasında bir yönde bir şeritte taşıt yoğunluğunun taşıt trafik akımının kapasiteye yaklaşması hallerinde trafik akımı hızının yavaşlamasına, sıkışma bekleme ve toplam seyahat sürelerinin artmasına neden olabilmektedir[6],[8]. Buna karşın Metro ve raylı ulaştırma sistemlerinin taşıma kapasiteleri yüksek, sıkışıklık bekleme zaman kayıpları küçük olmasına karşın, altyapı yatırım maliyetleri, toplanma zaman maliyetleri büyük olabilmektedir.

İstanbul'da Karakteristik Ulaştırma Sorunları

İstanbul'un karakteristik ulaştırma sorunları genel olarak uzun dönemde Türkiye'nin plansız makroekonomik büyüme ve ulaştırma kararlarına, özel durumlarına ve uygulamalarına bağlıdır. İstanbul'un ulaştırma sorunları yönetilemeyen plansız hızlı nüfus, özel yatırım ve otomobil sahipliği artışları yönünde karayolu ağırlıklıdır.

Günümüzde ise İstanbul kentinin iki yakası boyunca gerek kent içi gerekse merkez ile yeni gelişen kenar bölgeler arasındaki çevre ve devlet karayolları kent içi ulaştırma yolu gibi kullanılmaktadır. Birinci ve ikinci boğaz köprülerinin ana ve yan yolları deniz kıyısına paralel trafik hacmi ve payı yüksek; kapasiteleri belirli saatlerde yetersiz olan yollardır. İstanbul'da bu karakterde Doğu-batı ve Kuzey kara tarafı doğrultularında çok sayıda ana yolu bulunmaktadır. Yine İstanbul'un Doğu-batı yönünde gişeler önünde tıkanmaların ve kuyrukların oluşumu ise özellikle talebin şerit kapasitelerinin, gişe kapasitelerinden büyük olmalarına bağlı olarak belirmektedir.

Bu yönde Marmara Denizi, Gemlik, İzmit Körfezi kıyıları boyunca karayolu hatlarında trafik akımının kapasiteye yaklaşması, bekleme ve toplam seyahat sürelerinin çok artması halleri karayoluna ve kıyıya paralel denizyolu hatlarının kullanımını gündeme getirebilmektedir. Yine özel olarak İstanbul ve Marmara Denizi kıyıları boyunca yerleşme ve trafik merkezlerinin birbirlerine denizden uzaklıkları, karayolu ile uzaklıklarına göre önemli ölçüde küçük, kısa olabilmektedir.

İstanbul'da bu sorunlar Doğu-batı ve Kuzey kara tarafı doğrultularında ya karayolunda şerit sayısının, katlı kavşak sayısının artırılmasını, ya ulaştırma talebinin bastırılmasını, ya da toplu taşımacılığın zamanla oluşturulmasını ve talebin başka ulaştırma sistemlerine kaydırılmasını zorunlu kılabilir.

Büyük Şehirlerin Büyüme ve Ulaştırma Politikaları Yöntemi

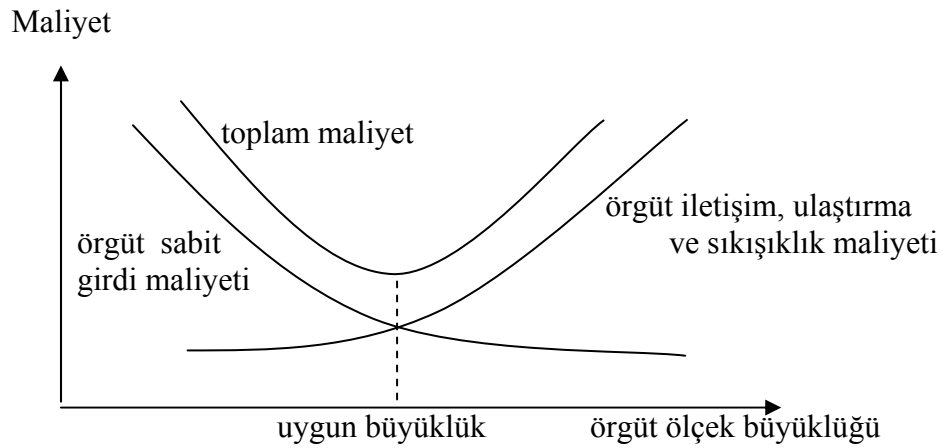
Büyükşehir Ekonomisi ve Yönetimi

Büyükşehirler kültür, bilim, teknoloji, sermaye ve emek girdilerinin belirli zaman dönemi içinde deterministik ve sistemli olarak organize olabildiği; mal ve hizmet üreterek kar sağlamayı amaçlayan ve bu bağlamda ikamet alanı oluşturan büyük bir sistemdir, örgüttür. Bu yönde büyük şehirlerin örgüt büyüklüğü değişkenin özgün nicel ve nitel yanlarının olduğu görülmektedir.

Genel olarak büyük şehirlerin maliyeti, Şekil 1.'de verildiği gibi, şehrin ölçeği ile aynı yönde artan maliyetler, ters yönde azalan maliyetler biçiminde iki kısma ayrılabilir. Büyük şehirlerde iletişim, ulaştırma, diğer hizmetler sıkışıklık maliyetleri yüksek ve artarken sabit sermaye ve nitelikli personel girdi maliyetleri birlikte bakım onarım maliyetleri de düşük ve azalma eğiliminde olabilmektedir. Buna karşın küçük ve orta boy şehir seçeneklerinde ise sabit sermaye ve nitelikli personel girdi maliyetleri yüksek olabilirken düz işçi, bakım onarım maliyetleri; iletişim, ulaştırma, diğer hizmetler sıkışıklık maliyetleri daha düşük olabilmektedir. Yine büyük şehirlerde örgütlenme, iletişim, sıkışıklık, karar verme ve yönetim süreleri ve maliyetleri aynı yönde giderek artabilmektedir. Büyük şehir ölçeği değişkenine bağlı toplam birim maliyet fonksiyonu Şekil 1.'de verildiği biçimde, şehir girdi maliyeti bileşeni ile iletişim, ulaştırma, diğer hizmetler sıkışıklık ve yönetim girdi maliyeti bileşeni toplamından oluşur[8],[9].

Büyük şehir ölçeği değişkeninin çok büyük olduğu durumlarda iletişim, ulaştırma, diğer hizmetler sıklık ve yönetim girdi maliyeti bileşeni çok büyük değerler alabilirken nitelikli personel sermaye ve fiziksel malzeme girdi maliyeti düşme eğilimi gösterebilmektedir. Dolayısı ile arada bir uygun/optimum şehir büyüklüğü kararlarının gündeme geldiği ortaya çıkar.

Türkiye’de plansız özel girişimcilik, serbest piyasa ekonomisi uygulamaları doğrultusunda özellikle İstanbul, Marmara Ege ve Akdeniz Bölgelerine talep ve altyapılar, yeni nüfus ve sermayeler toplanmış; toplanmaya devam etmektedir. Aynı yönde İstanbul ve diğer büyük şehirlerin sorunları artarken ülke düzeyinde yatırım ve gelir dağılımı bozulmakta, bozulmaya devam etmektedir. Yine aynı yönde İstanbul’un nüfusu, iletişim, ulaştırma ve diğer hizmet ve yönetim sorunları, sosyal maliyetleri büyümeye devam ederken diğer yandan üniter devlet yapısını dengeli geliştirme ve koruma sorunları, sosyal maliyetleri de belirli oranda büyümüş ve büyümeye devam etmektedir.



Şekil 1. Büyükşehirler Büyüklüğü ve Maliyet Fonksiyonu

Aynı yönde kendine özgü koşullara bağlı olarak uygun/optimum büyük şehir büyüme kararları ön görülmesi gerektiği ortaya çıkar. Uygun büyük şehir kararları, sektörler, genel makroekonomik ve sosyoekonomik koşullara, genel amaçlara ve merkezi kararlara, talep kesiminin uzun dönemli ekonomik ve istatistik analizlerine, maliyet ve fayda fonksiyonları değerlendirmelerine bağlı olarak belirlenebilir.

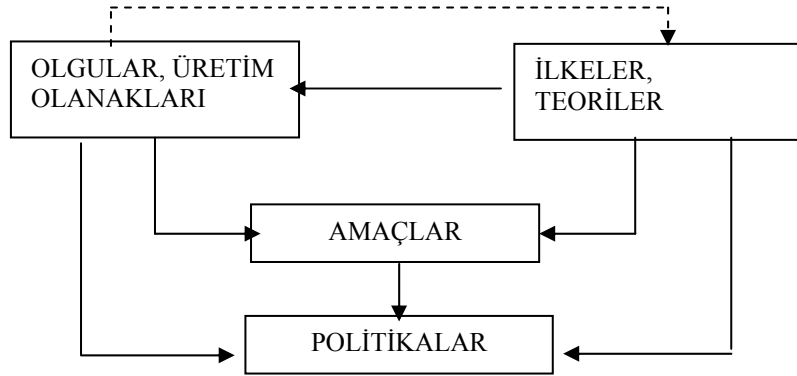
Türkiye’de büyük şehirlerin politika ve uzun dönemli stratejik planlama karar ölçütlerinin başında Türkiye’nin ve ana sektörlerinin makroekonomik politikaları gelmektedir. Bu büyük şehirlerin politikalarının belirlenmesi yönünde Türkiye’nin ve ana sektörlerinin makroekonomik politikaları yanı sıra projelerin net bugünkü değer ölçütleri gelmekte ve belirtilen diğer karar verme yöntemleri ise net bugünkü değer ölçütü ve yöntemi içerisinde anlamlı ve önemli görünmektedir.

Büyüme ve Ulaştırma Politikaları Yöntemi

Büyükşehirlerin büyüme ve ulaştırma sorunları ve politikaları, daha önce Türkiye'nin makroekonomik ve ana sektör politikaları bağlamında oluşmakta olduğu belirtilmişti. Türkiye'nin makroekonomik ve ana sektör politikaları ise Şekil 2'de verilen bakış açısı doğrultusunda

$$\text{Politikalar} = \{ \text{Amaçlar} \times \text{Üretim Olanakları} \times \text{Koşullar} \times \text{Teoriler} \times \text{Yöntemler} \}$$

biçiminde belirlenebilir. Bu politikalar olayların uzantıları, insanların gereksinimleri ve amaçları yönünde bilimsel ilkeler, yöntemler ve üretim olanakları ile bu olaylardan yararlanılması çerçevesinde belirlenmektedir. Türkiye'nin üretim olanakları, sosyoekonomik yapıları, büyüme ve kalkınma teorileri ve yöntemleri, Türkiye'nin ana amaçları bağlamında belirlenmesi önem kazanmaktadır. Aynı yönde büyüme ve ulaştırma politikaları belirleme yöntemleri ve politikalarının objektiflik, tutarlılık, çelişmezlik, bütünlük ilkeleri ve bilinci ile ele alınması gerektiği görülür. Bu yaklaşımda ayrıca somut deney, deneyim ve gözlem verilerine dayalı ilke ve teori geliştirmelerine yönelik tümevarım tez, antitez ve sentez akıl yürütmelerine; aynı yönde politika, plan ve program geliştirme çalışmalarında tümdengelim tez, antitez ve sentez akıl yürütmelerine önem ve öncelik verilmesi gerektiği görülür.



Şekil 2. Sorun ve Politika Belirleme Yöntemi Akış Şeması

Yine sorunlar ve politikalar mevcut ve gelecekte belirlenecek yöntemler, teknolojiler ile somut kullanılır olanaklar ile çözümlenebilecek şekilde ele alınıp tanımlanmalıdır. Türkiye'nin makroekonomik ve ana sektör politikaları, aynı yönde üniter devlet yönetimi, merkezi planlama, denk bütçe ve dış ticaret, bölgesel ve sektörel marjinal verimlilik ve gelir dağılımı ilkeleri ve yaklaşımları çerçevesinde belirlenmesinin gerekli olduğu görülür. Yine İstanbul büyüme ve ulaştırma önlemlerinde bu tümevarım, tümdengelim tez, antitez ve sentez akıl yürütmelerine önem ve öncelik verilmesi gerektiği görülür.

Büyük Şehirlerin, İstanbul'un Büyüme ve Ulaştırma Politikaları

Türkiye'nin Büyüme ve Gelişme Politikaları

Türkiye genelinde ve bölgelerde arz ve talep ekonomik dengeleri, bu dengelere bağlı olarak öngörülen işletme gelirlerini ve net sosyal faydaları artırması amaçlanmaktadır. Geliri ve net sosyal fayda düzeyi yüksek bölgelerde gelirin yüksekliği yatırımların yapılabirlik koşulunu daha kolay biçimde gerçekleştirebileceğini açık hale getirmektedir[10],[11],[12]. Bu yönde ilk olarak Türkiye'nin ve ana sektörlerinin makroekonomik politikaları, yatırım öncelikleri araştırılması gelmektedir. Bu öncelikler Türkiye'nin üniter devlet yapısını dengeli geliştirme ve koruma sorunları ve sosyal maliyetleri de dikkate alınarak ülke düzeyinde denge içinde belirlenmesi gerekmektedir. Türkiye'nin bekası için ileri ulusal üretim teknolojilerinin, ülke ve sektör ölçeklerinde gelir dağılımlarının iyileştirilmesi, ulusal sermaye birikiminin sağlanması beklenmektedir. Bu bağlamda kısa dönemli çok acil ve ivedi yatırım kararlarında yurt dışı kredi ve borçlanmalar ile yap-işlet-devret yatırım teknikleri seçenekleri talebin büyüklüğüne ve yapılabirliğine bağlı olarak uygun görülebilir. Ancak uzun dönemli yatırım kararlarında ülke içi olanaklarının harekete geçirilmesi ve bu şekilde oluşabilecek fon akışlarının ve kültür birikimlerinin, yine ülke içine yönelecek şekilde önlemlerin geliştirilmesi uygun görülmektedir. İşletme olanaklarının verimli ve etkin yönetimi ile sermaye birikimi, gelecekte daha büyük ve ileri teknolojiyi yatırım politikalarının, fon akışlarının ve planlamalarının geliştirilmesi için uygun görülmektedir.

Bu bağlamda ülke makroekonomik dengelerinin ve politikalarının, ülkenin alt yapı, talep, yatırım ve işletme olanakları ile uyumlu olarak yukarıda belirtilen yaklaşımlara ve önceliklere bağlı araştırılması gerektiği görülür. Bu yaklaşımlar ile Türkiye'de makroekonomik büyüme ve ulaştırma politikaları, zincirleme ekonomik büyüme ve kalkınma yaratacak sektörlerin verimli ve öncelikli yatırımlarının isabetli ve ilişkili olarak belirlenmesi biçiminde belirlenebilir. İstanbul'un büyüme ve ulaştırma politikaları da Türkiye'nin bu makroekonomik büyüme ve ulaştırma politikaları ile uyumlu biçimde geliştirilmesi, gerçekleştirilmesi doğrultusunda olanaklı olabilir.

Büyük şehirlerin, İstanbul'un Büyüme ve Gelişme Politikaları

İstanbul kent merkezi etrafında beliren olumsuz sosyoekonomik, makroekonomik oluşumların, Şekil 1 ve 2. bakış açıları ile optimum sistem ve şehir planlaması bulguları doğrultusunda yönlendirilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Büyük şehirlerin ve İstanbul'un sektörel yatırım ve işletme standartları uygulanabilir olacak şekilde yeterli ve uygun büyüklükte olmalıdır. İstanbul'un önemli yatırım politikaları ve planlama yaklaşımlarından biri de kaynakların uzun ve kısa dönemli planlama, maksimum sosyal faydayı sağlama ölçütleridir. Büyük şehirler ve İstanbul büyüme ve ulaştırma politikalarının, Türkiye'de makroekonomik büyüme ve ulaştırma politikaları çerçevesinde büyük şehirler çevresinde hizmet ve imalat sektörlerinin, arsa parsellasyonu ve konut inşaatı genişlemelerinin alt yapıları ile birlikte planlı biçimde geliştirilmesi gerektiği belirginlik kazanır. Büyük şehirlerin dengeli büyüme hızlarına ve uygun büyüklüklerine bağlı olarak sürekli halkalar halinde büyümelerinin ulusal makroekonomik kalkınma politikaları çerçevesinde limit büyüklüklerini alarak biçimlenmesi gerektiği görülür.

Büyük şehirlerin politika ve uzun dönemli planlama çalışmalarının, Şekil 1 ve 2 bakış açıları ile dünyanın ve Türkiye'nin makroekonomik dengelerini, katma değerlerini olabildiğince artırması beklenir. Dünyanın ve Türkiye'nin zincirleme ekonomik büyüme ve kalkınma yaratacak sektörlerin ve yatırımların geliştirilmemesine yönelik olması beklenir. Bu bağlamda İstanbul'un politikalarının geliştirilmesinde ayrıca aşağıdaki yaklaşımlara önem ve öncelik verilmelidir:

- Ekonomik gelişme hızları ve büyüklükleri optimum olmalıdır.
- Gelişme politikaları, sosyoekonomik limit büyüklükleri ile ülkenin makro ekonomik politikaları arasında belirli bir uyum sağlamalıdır
- Yeni göçler üretecek yatırımlardan kaçınılmalıdır.
- Bölgeler ve şehirlerin ortalama mal ve hizmet üretimi standartları, ortalama fiyatları, gelir dağılımı farklılıkları ile uyumlu olmalıdır.
- Kişi başına gelir düzeyi yüksek bölgeler ile gelir düzeyi düşük bölgelerin teknolojileri ve teknikleri arasındaki farklılık ve uyumluluk bir bütünlük oluşturmalıdır.

Bu belirlemeler yönünde büyük şehirlerin alt yapı yatırım seçenekleri, yukarıda belirtilen yaklaşım, ilke ve yöntemler ile ülkeye katkıları göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir. Büyük şehirlerin yatırımları, iç talebe yönelik hizmet üreten hizmet ihracatı sınırlı olan yatırımlar olduğundan yabancı finansman yap-işlet-devret teknikleri ile yapımı ülke ekonomisi ve kalkınması açısından en son uygun görülmelidir. Çünkü yabancı finansman yap-işlet-devret finansman teknikleri, yapılan yatırımların amortisman ve faiz girdileri ile kar payları belirli oranda dışarıya transfer olmaktadır. Dolayısı ile yakın zaman dönemleri için yatırım ve işletme sermayesi ve yeni teknolojiler geliştirecek ve işletecek yabancı kuruluş ortaklıkları için yabancı finansman yap-işlet-devret teknikleri uygun çözüm seçenekleri olarak düşünülmelidir.

İstanbul'un Uygun Büyüme ve Ulaştırma Önlemleri

İstanbul ve büyük şehirlerin uzun dönemli ulaştırma alt yapı yatırımlarının planlama çalışmaları, yukarıda belirtildiği biçimde Türkiye'nin büyüme, üretim, kalkınma, ulaştırma ve lojistik politikaları içinde ele alınmalıdır. Bu bağlamda İstanbul'un ulaştırma alt yapı yatırımları kapasite yetersizliğine bağlı olarak birimlerin servis sistemlerinde bekleme kayıpları ve maliyetleri ile kapasite fazlalığından kaynaklanan servis sistemlerinin boş kalma maliyetleri toplamının minimum/ekonomik olacak şekilde gerçekleştirilmelidir.

Bu yönde ayrıca şu politikalara ve önlemlere önem ve öncelik verilmiştir[4],[5],[10],[11], [12],[13].

- Ulaştırma politikaları koşullara dayalı bilimsel ileri bakış açılarına, amaç ve uygulama bütünlüğüne, bilimsel düşünme ahlakına bağlı olarak belirlenmelidir.
- Kazaların ve kayıpların azaltılması yönünde sürücüler, operatörler ve gemi adamları bu süreksizliklere ve kazalara karşı; bilgili olma, deneyimli olma, planlı olma, tedbirli ve hazırlıklı olma, dikkatli olma, duyarlı ve kontrollü olma durumunda olmalıdırlar, bu yönde eğitilmelidirler.
- Karayolu ulaştırması, otomobil sahipliği ve kullanımının sosyo-psikolojik ve ekonomik nedenleri, bilinçlenmenin katkı biçimleri araştırılmalı ve gerekenler yapılmalıdır.

- Kentiçi konut inşaatı ve ulaştırma politikaları ve yatırımları kentin büyüme biçimine, nüfus artışına bağlı olmalıdır; yeni göçler üretmemelidir.
- Özel otomobil kullanımı gerekirciliğe ve bilimselliğe dayandırılmalıdır.
- Ulaştırma politikaları talebe uygun özel, toplu ve kombine taşımacılığı ana ulaştırma alt yapılarını ve ağlarını, arazi kullanımını ve çevre ile uyumlu gelişme önceliklerini kapsamalıdır.
- Toplu ve kombine taşımacılık tercihi için bekleme ve toplanma zaman kayıpları maliyetleri özel otomobil taşıma maliyetlerine ve fiyatlarına yansıtılmalıdır.
- Belirli hatların belirli saatlerinde tek-çift otomobil trafiği uygulamaları ve kültürü yaygınlaştırılmalıdır.
- Toplu taşımacılık ile kombine taşımacılık tercihlerinin sosyo-psikolojik ve ekonomik nedenleri, bilinçlenmenin katkı biçimleri ve yöntemleri araştırılmalı; gerekirciliğe, ekonomikliğe ve eğitime önem verilmelidir.
- Ulaştırma yatırımlarında yabancı finansman yap-işlet-devret biçimleri en son düşünülmeli; net bugünkü değeri, kullanıcı rantı yeterince büyük değerler için düşünülmelidir.
- Ulaştırma sektöründe önemli sermaye gerektiren sorunların ve çözümlerin belirlenmesinde öncelikle somut, etkin bir organizasyon ve koordinasyon çalışmalarından başlanmalıdır.
- İstanbul düzeyinde araçların uygun filolarının ön görülmesine yönelik “hat ve filo planlama” merkezi oluşturulmalıdır.

Bu saptamalar [3],[4],[3],[7]’de belirtildiği biçimde İstanbul ve Marmara Denizi kıyıları boyunca yerleşme ve trafik merkezleri arasında zamanla ulaştırma sistemlerinin ekonomik hatları, bu hatlara ait ekonomik talep; araç tipi ve işletme hızı büyüklükleri; bir gün ve saat içinde ekonomik ve optimum sıklık sorunları çözümlerinin önemini ortaya çıkartmaktadır. Bu çözümler ulaştırma sistemlerinin etkinliğini ve önemini arttırması; talebin kara yolundan denizyoluna, demiryoluna aktarılmasına olanak sağlayan önlemleri ortaya çıkartmaktadır. Yine yaz aylarında İstanbul kent içi ulaştırma hareketleri, Tekirdağ, Adapazarı, Adalar, Yalova, Çınarcık, Gemlik, Bandırma yerleşme merkezlerine yayılması, denizyolu ulaştırmasının önemini ve payını arttırmakta; yazın bu hatların düzenli ve ekonomik olarak planlanmasını, işletilmesini gerekli kılmaktadır.

Sonuç ve Öneri

Türkiye’de plansız özel girişimcilik, serbest piyasa ekonomisi uygulamaları doğrultusunda özellikle İstanbul, Marmara Ege ve Akdeniz Bölgelerine talep ve altyapılar, yeni nüfus ve sermayeler toplanmış ve toplanmaya devam etmektedir. Aynı yönde İstanbul ve diğer büyük şehirlerin sorunları artarken ülke düzeyinde yatırım ve gelir dağılımı bozulmakta, bozulmaya devam etmektedir. Yine aynı yönde İstanbul’un nüfusu, iletişim, ulaştırma ve diğer hizmetler yönetim sorunları, sosyal maliyetleri büyümeye devam ederken diğer yandan üniter devlet yapısını dengeli geliştirme ve koruma sorunları, sosyal maliyetleri de belirli oranda büyümüş ve büyümeye devam etmektedir. Bu sorunların çözümüne yönelik ulusal makro ve sosyoekonomik çözüm politikalarının, uzun dönemli isabetli stratejik planların geliştirilmesinin önem kazandığı görülür. Bu yönde ülkelerin ve büyük şehirlerin politikaları, uzun dönemli planları isabetli, dengeli, uyumlu, stratejik ve zincirleme katma değerli olarak ön görülmelidir.

Bu bağlamda uzun dönemde öncelikle İstanbul ve diğer büyük şehirlerin nüfuslarının toplam Türkiye nüfusuna oranının, alt yapı yatırımlarının belirli değerlere yaklaştırılması görüşünün, ilkesinin geliştirilmesi gerekli görülmektedir. İstanbul'un nüfusu, konut inşaatı ve alt yapı gelişimi sınırlı ve dengeli olmalıdır. Türkiye'nin ve İstanbul'un politikaları, uzun dönemli planları, zincirleme ekonomik büyüme ve kalkınma yaratacak sektörlerin ve yatırımların geliştirilmemesine yönelik olmalıdır. Yine aynı yönde İstanbul'un ulaştırma sistemleri planlamasında ikamet ve iş trafik merkezleri arasında yolcu ve toplu taşımacılığa yönelik karayolu, denizyolu, demiryolu ile kombine ulaştırma sistemi hatlarının, talebe ve ülke yatırım olanaklarına, ülkenin dengeli gelişimlerine uygun biçimde geliştirilmesinin ülke ve İstanbul yararına olduğu ön görülmektedir.

Ayrıca büyük şehirlerin ulaştırma yatırım ve işletme önlemlerinin aşağıda sıralanan ekonomik kararlı ve dengeli ekonomik durumlara yaklaşması beklenir:

- İstanbul kent içi ulaştırmasında belirli dönemler içinde ulaştırma hatları yatırım giderlerinin, arz ve talep yönetimine bağlı işletme giderlerinin ve gelirlerinin bugünkü toplam net değerinin sıfırdan büyük olacak biçimde planlanması.
- İstanbul kent içi ulaştırma sisteminde toplu ve kombine ulaştırma sistemlerinin ekonomik üstünlüğü için kombine ulaştırma sistemlerinin taşıma süresi ve/veya bilet fiyatlarının karayolu ulaştırma hatları taşıma süresi ve/veya bilet fiyatından küçük planlanması, uygulanması.
- Kombine ulaştırma sisteminin karayolu ulaştırma sisteminden trafik çekebilecek şekilde talebin beklentilerine, sosyoekonomik ve gelir düzeylerine ve standartlara uygun planlanması, uygulanması.
- İstanbul kent içi karayolu kullanıcılarına sıkışıklık, toplanma ve bekleme zaman kayıplarını, maliyetlerini belirli ve makul ölçülerde üstlendirilmesi.
- Belirli hatların pik saatlerinde tek-çift plaka sıkışıklık bedeli uygulanması.

Kaynaklar

- [1] MİLLİYET, Türkiye İller Ansiklopedisi, Milliyet Doğan Gazetecilik A.Ş., 2005, İstanbul.
- [2] MİLLİYET, Büyük Dünya Atlası, Coğrafya Ansiklopedisi, ISBN: 975-402-068 X, Milliyet Gazetesi, 2003, İstanbul.
- [3] MORLOK, E. T., Introduction Transportation and Traffic Engineering and Planning, Mc Graw Hill, 1978, New York.
- [4] ÖZEN,S., B. KOLDEMİR, E.. BAKIRCI, İstanbul Kent İçi Ulaştırması Talep, İşletme, Kapasite, Yatırım Sorunları ve Yönetim İlkeleri, İstanbul'da Kent İçi Ulaşım Sempozyumu, 28-29-30 Haziran 2001, İstanbul.

- [5] ÖZEN,S., Karayolu, Denizyolu Uzaklığı, Trafik Taşıma Türlerinin Ekonomik Taşıt Hacmi, Taşıma Uzaklığı, Trafik Hacmi Koşulları, Raytaş 89, Ulaşımında Raylı Taşıt Sempozyumu, Mart 1989, Adapazarı.
- [6] ROXIN,I., FEINSTEIN,A., Influence of the Transit Time on the Choise of Means of Freight Transport, Rail International, June 1981.
- [7] KAFALI, K., Gemi Formunun Statik ve Dinamik Esasları, Cilt III., İ.T.Ü. Kütüphanesi, Sayı 1219, 1982, İstanbul.
- [8] BİRDAL,İ., İşletme Ekonomisi, Çağlayan Kitapevi, Birinci Baskı, 1986, İstanbul.
- [9] KARAYALÇIN, İ., Hareket Araştırması, İ.T.Ü. Kütüphanesi, 1979, İstanbul.
- [10] ÖZEN,S., B. KOLDEMİR, A.PAKSOY, O.S.BAK, Ulaştırma sektörünün Politika Belirleme, Planlama Sorunları ve Genel Yönetimi, 5.Ulaştırma Kongresi, 30-31 Mayıs-1 Haziran 2001, İstanbul.
- [11] ÖZEN,S., Ulaştırma Politikalarının Teknik ve Ekonomik Temelleri, Sorunları ve Yöntem Yaklaşımı, Ulaştırma Politikaları Kongresi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, 16-17 Ekim 2003, KGM, Ankara.
- [12] ÖZEN,S., B. KOLDEMİR Ulaştırma Genel Politikaları Ve Planları Sorunu, Çözüm Yaklaşımları, TMMOB İnşaat Mühendisleri, 27-29 Mayıs 2005, İstanbul.
- [13] UMAR, F., YAYLA, N., Yol İnşaatı, İ.T.Ü. Kütüphanesi, Sayı:1470, İ.T.Ü. İnşaat Fak., Matbaası, 1992, İstanbul.

Kar ve Buz ile Mücadele Etmek Amacıyla Geliştirilen Daha Etkili ve Ekonomik Yeni Yöntemler

Perviz Ahmedzade, Mesude Yılmaz, Mehmet Yılmaz

Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, ELAZIĞ

Tel: (424) 2370000/****

pahmedzade@firat.edu.tr

Öz

Kar yağışı ve buzlanma, karayollarında trafik seyri ve güvenlik bakımından önemli sorunlara neden olmaktadır. Kar ve buzun etkili olduğu bölgelerde, sürtünme kuvveti azalmakta, can ve mal kayıplarına neden olan trafik kazaları meydana gelmektedir. Havaalanlarında ise pist yüzeyindeki kar ve buz ulaşımın aksamasına, çeşitli güçlüklerle ve ek masraflara neden olmaktadır. Kar ve buzlanmadan dolayı uçak seferlerindeki ertelemeler ve iptaller, yolcular için gecikme ve zaman kaybı anlamına gelirken pist yüzeyinin temizlenmesi işlemi de havaalanları için ek bir maliyet oluşturmaktadır.

Kar ve buz mücadelesinde en sık kullanılan yöntemler küreme, tuzlama, kum ve kimyasal madde uygulanmasıdır. Ancak bu yöntemler kar yağışı veya buzlanmadan sonra uygulandıklarından kaplama-buz arasındaki bağın çözülebilmesi için daha çok madde gerektirmekte, yollarda tıkanıklığa ve işletme hızında azalmaya neden olduğu gibi insan sağlığı ve çevreyi de olumsuz yönde etkilemektedir.

Bu çalışmada, son yıllarda kar yağışı ve buzlanmaya hemen müdahale edebilmek amacıyla geliştirilmiş olan Buzlanma Önleyici (Anti-icing) Sprey ve Elektrik İletkenli Asfalt Kaplama (Snowfree®) sistemleri, uygulama verilerine dayanılarak geniş bir şekilde açıklanmıştır. Sprey yöntemi, yola belirli aralıklarla yerleştirilen sensörler sayesinde kaplama sıcaklıklarının tespit edilmesi ve bu sıcaklık değerleri kritik değerlere ulaştığı anda buz oluşumuna imkan vermeden otomatik bir sistemle kimyasal maddelerin yola püskürtülmesi esasına dayanmaktadır. Böylece daha az kimyasal madde kullanılarak anında yapılan müdahaleyle buzlanmadan kaynaklanan kaza riski azaltılmaktadır. Snowfree® sisteminde grafit, asfalt karışımına ilave edilerek kaplamanın elektrik iletkenliği artırılmakta ve kaplama içerisine yerleştirilen kablolar yardımıyla kaplama ısıtılarak yüzeydeki kar ve buzun eritilmesi sağlanmaktadır. Bu sayede kaplama yüzeyinde kar birikimi veya buzlanma oluşmadan anında müdahale edilebilmekte ve böylece ulaşım sistemlerinde gecikmelerin meydana gelmesi engellenmektedir.

Anahtar Sözcükler: Kar, buz, Snowfree®, Otomatik Buzlanmayı Önleyici Sprey

Giriş

Karayollarında kış mevsiminde en çok görülen sorun kar birikmesi ve buzlanmadır. Kaplama yüzeyinde meydana gelen buzlanma veya kar birikimi, kaplama yüzeyindeki

sürtünme katsayısının azalmasına, bu nedenle güvenlik, ekonomi ve trafik seyri bakımından olumsuzluklarla karşılaşılmasına neden olmaktadır. Karayollarında olduğu gibi havaalanlarında da kar birikimi ve buzlanma büyük sorunlara neden olmaktadır. Pist yüzeyindeki kar ve buz, havaalanlarında ulaşımın aksamasına, çeşitli güçlükler ve ek masraflara neden olmaktadır. Kar ve buzlanmadan dolayı uçak seyirlerindeki ertelemeler ve iptaller, yolcular için gecikme ve zaman kaybı anlamına gelirken pist yüzeyinin kar ve buzdan temizlenmesi işlemi de havaalanları için ek bir maliyet oluşturmaktadır.

Karayollarında platform üzerinde kar birikimini önlemek amacıyla rüzgarın hakim olduğu bölgelerde yol kenarındaki araziye kar perdeleri yapılmaktadır. Kar yağışı veya rüzgâr etkisiyle kaplama yüzeyinde kar birikmesi meydana geldiğinde ise küreme veya diğer mekanik işlemlerle karın kaplamadan uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Havaalanlarında ise pistte sulu karın 1,5 cm, kuru karın 5 cm'yi geçmesi kesinlikle önlenmelidir. Pistte kar kalınlığı 12 mm'ye kadar olduğunda süpürme işlemi yapılmalı; 12 mm'den fazla olduğunda ise kombine araçlarla, küreme, süpürme ve üfleme işlemi aynı anda uygulanarak temizlik yapılması gerekmektedir (Devlet hava meydanları işletmesi genel müdürlüğü, 2006).

Kaplama yüzeyindeki karın trafik yüklerinin etkisiyle sıkışması veya yüzeyde bulunan suyun donması sonucu buzlanma meydana gelmektedir. Karayolu ve havayollarında buzla mücadele etmek amacıyla buzlanmayı engelleyici ve buz çözücü yöntemler geliştirilmiştir. Ayrıca kaplama yüzeyinde sürtünmeyi arttırmak, kaplama yüzeyine yapışan buz tabakasını parçalayarak buzlanma giderici maddelerin etkisini hızlandırmak amacıyla aşındırıcı maddeler kullanılmaktadır. Fakat trafik etkisiyle aşındırıcı maddeler buz yapısının içerisine gömülerek etkisini yitirmekte ayrıca buz eridikten sonra kaplama yüzeyinden temizlenmemeleri durumunda güvenlik açısından büyük sorunlara neden olabilmektedir. Kaplama yapısı üzerindeki buzlanmanın önlenmesi veya giderilmesi amacıyla en sık kullanılan yöntem kimyasal maddelerin yola uygulanması yöntemidir (Allison and Bernard, 2004; Kuloğlu ve Kök, 2005). Bu kimyasallar, uygulanacağı pistin veya yolun nem oranına göre kuru veya çözelti halinde kullanılabilir. Kimyasal maddeler -50°C 'ye kadar etkili olabilmelerine rağmen bazıları korozif etki gösterebilmenin yanı sıra çevreye de zarar verebilmektedir.

Son yıllarda kar yağışı ve buzlanmaya hemen müdahale edebilmek amacıyla Otomatik Buzlanma Önleyici (Anti-icing) Sprey ve Elektrik İletkenli Asfalt Kaplama (Snowfree®) sistemleri geliştirilmiştir. Otomatik Sprey Yöntemi, yola belirli aralıklarla yerleştirilen sensörler sayesinde kaplama sıcaklıklarının tespit edilmesi ve bu sıcaklık değerlerinin kritik değerlere ulaştığı anda buz oluşumuna imkan vermeden otomatik bir sistemle kimyasal maddelerin yola püskürtülmesi esasına dayanmaktadır (Minnesota DOT; Monsere,2006). Böylece daha az kimyasal madde kullanılarak anında yapılan müdahaleyle buzlanmadan kaynaklanan kaza riski azaltılmıştır. Snowfree® sisteminde grafit, asfalt karışımına ilave edilerek kaplamanın elektrik iletkenliği artırılmış ve kaplama içerisine yerleştirilen kablolar yardımıyla kaplama ısıtılarak yüzeydeki kar ve buzun eritilmesi sağlanmıştır. Bu sayede kaplama yüzeyinde kar birikimi veya buzlanma oluşmadan müdahale edilebilmesi amaçlanmıştır (Goodwin. 2003; Derwin,2003).

Kimyasal Maddelerin Kar ve Buz Mücadelesinde Kullanılması

Bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de kar ve buz mücadelesinde en çok kullanılan yöntem kaplamaya kimyasal madde uygulanmasıdır. Kar ve buz mücadelesinde kullanılan kimyasallar sodyum klorür (NaCl), magnezyum klorür (MgCl₂), kalsiyum klorür (CaCl₂), kalsiyum magnezyum asetat (CMA) ve potasyum asetat (KAc)'tir. Uygulanacak kimyasalın çeşidi ve miktarı; kar veya buz miktarına, ortam sıcaklığına ve uygulama bölgesine göre değişmektedir. Havaalanlarında ve köprülerde sodyum klorür (NaCl) ve kalsiyum klorür (CaCl₂) içerikli kimyasallar çevreye, alt yapıya ve metal parçalara verdiği zararlardan dolayı hareket sahalarında kullanılmamaktadır (Devlet hava meydanları işletmesi genel müdürlüğü, 2006; Caggiano, 1998; Lee, 2000).

Su içinde hızlı ve kolay bir şekilde eriyen CaCl₂ ve MgCl₂, -29°C'ye kadar düşük sıcaklıkta uygulanabilmektedir. Bütün buz eritici tuzlar iyonlarına ayrışarak kar ve buz eritmektedir. CaCl₂ ve MgCl₂ bir Ca ve Mg iyonuna karşılık iki Cl iyonu serbest bırakarak kar ve buzun daha hızlı ve etkili bir şekilde erimesini sağlamakta fakat ortaya çıkan Cl iyonu genel olarak çevreye ve betona zarar vermektedir. Ayrıca CaCl₂ ve MgCl₂'nin uygulandıktan sonra yol yüzeyinde temizlenmesi zor ve kaygan bir kalıntı bıraktıkları bilinmektedir (Kuloğlu ve Kök, 2005).

Kalsiyum magnezyum asetat (CMA), içme suyu, beton ve bitkiler açısından en güvenli buz eritici kimyasaldır. Korozif olmamakla birlikte yağıştan önce uygulanması durumunda buzun yüzeye yapışmasını etkili bir biçimde önlemektedir. Çok düşük sıcaklıklarda etkili olmayan CMA kaya tuzuna göre de 30 kat daha pahalıdır (Kuloğlu ve Kök, 2005).

Yukarıda sözü edilen bu kimyasallar katı halde uygulanabildikleri gibi solüsyon halinde de kullanılabilirlerdir. Bunların sıvı olarak uygulanabilmesi, yüzeye oldukça hızlı ve üniform olarak serilebilmeleri ve kar ile buzun erime işlemini hızlandırma açısından avantaj sağlamaktadır.

Kar ve Buz Mücadelesinde Geliştirilen Yeni Yöntemler

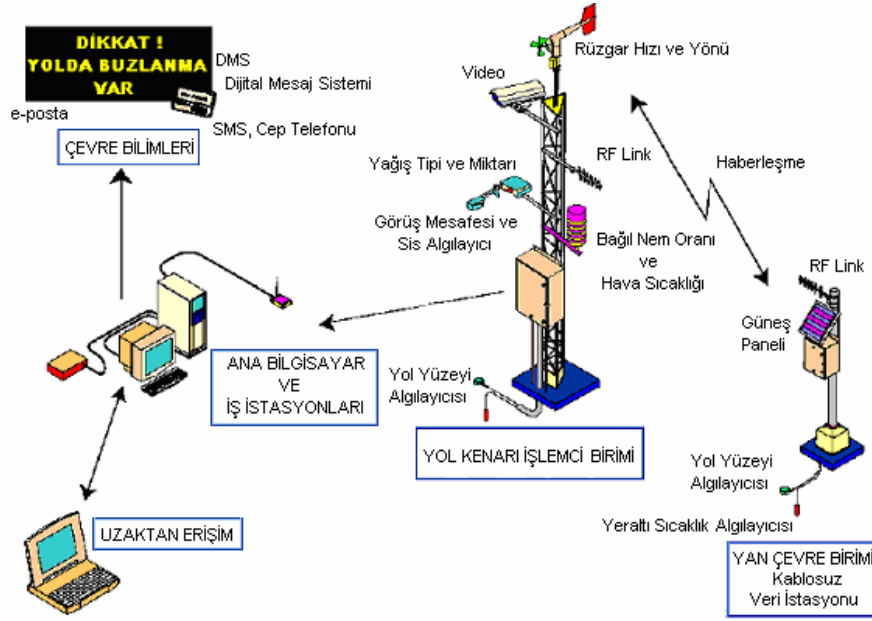
Kar ve buz ile daha hızlı, etkili ve ekonomik bir şekilde mücadele etmek amacıyla teknolojik gelişmelerden faydalanılarak Otomatik Buzlanma Önleyici Sprey ve Snowfree® gibi sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemlerin tam olarak uygulanabilmesi için hava ve kaplama durumu ile ilgili verilerin doğru ve hızlı bir şekilde uygulama merkezlerine iletilmesi gerekmektedir. Kaplama ve hava ile ilgili verilerin toplanması amacıyla Yol Meteoroloji Bilgi Sistemleri (RWIS) geliştirilmiştir.

Yol Meteorolojisi Bilgi Sistemleri (RWIS)

Yağış, sis, buzlanma ve aşırı rüzgar gibi kritik durumlarda araç kullanıcılarını uyararak ve gerekli tedbirleri almak amacıyla Yol Meteoroloji Bilgi Sistemleri (RWIS) geliştirilmiştir. Yol Meteorolojisi Bilgi Sistemleri'nin amacı yolların durumu hakkında doğru, güvenilir ve güncel bilgiler toplamak ve bunları yorumlamaktır [1]. Bu sistem dahilindeki sensörler ve kameralar sayesinde bilgiler toplanarak merkeze iletilmekte ve merkezde bu bilgiler yorumlanarak araç kullanıcılarını uyarım sistemleri (parlak yol

gösterici, dijital mesaj sistemi (DMS)) devreye sokulmakta, müdahale ekipleri yönlendirilmekte veya gerekli olan sistemler aktif hale getirilmektedir.

Özellikle ağır hava şartlarında ulaşımın sorun olduğu metropollerde yada şehirlerarası bağlantı yollarında hızla değişen hava şartlarının neden olacağı olumsuzlukları en aza indirmek için zamanında ve doğru bilgi sahibi olmak ve gerekli müdahaleleri yapabilmek ancak RWIS kullanımı ile mümkün olabilmektedir [2]. Otomatik uyarı sistemlerinin işleyişine örnek Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1 RWIS Sistemi İşleyiş Şeması [2].

Bu sistem ülkemiz için henüz yeni olmasına rağmen yurtdışında pek çok kez uygulanmış ve olumlu sonuçlar alınmıştır. Yüksek kaza riski bulunan Idaho'daki Interstate 84 yolu üzerindeki 100 mil'lik kısma deneme amaçlı otomatik bir buz uyarım sistemi yerleştirilmiştir. Çevresel sensör istasyonları; görüş netliği, rüzgar şiddeti ve kaplama şartlarını belirlemek için kullanılmış, olumsuz durumlar (kar yağışı ve buzlanma gibi) Dijital Mesaj Sistemi (DMS) üzerinde sürücüleri uyararak amacıyla gösterilmiştir. Sistemin uygulanmasını takip eden sekiz yıllık periyot sonunda kazaların %35 oranında azaldığı tespit edilmiştir (Monsere, 2006).

Amerika'da Cascade Dağları ile Snoqualmie Geçidi arasındaki yolun kış mevsimi yıllık kaza ortalamasının Washington ortalamasının dört katı seviyelerinde olduğu tespit edilmiş ve bu yolda bulunan 40 mil'lik bölgeye bir uyarı sistemi yerleştirilmiştir. Sistem; Çevresel sensör istasyonu (ESS), radar araç dedektörleri, DMS ve uyarı işaretlerinden oluşturulmuştur. Sıcaklık ve nem oranı gibi hava şartları tespit edilerek veriler merkezi bir bilgisayar sistemine iletilmiş, bu veriler değerlendirilerek güvenli hız sınırları ve gerekli mesajlar sürücüleri uyararak amacıyla DMS ve uyarı işaretleri üzerinde belirtilmiştir. Bu sistemin uygulanması ile ortalama taşıt hızlarının %13 oranında azaltılması sağlanmıştır (Monsere, 2006).

Kar ve buz ile mücadele etmek amacıyla geliştirilmiş iki yeni yöntem olan Otomatik Buzlanmayı Önleyici Sprey ve Snowfree® Yöntemleri'nde uygulama bölgelerine yerleştirilen RWIS elemanları yardımıyla gerekli bilgiler edinilmiş ve müdahaleler yapılmıştır.

Otomatik Buzlanmayı Önleyici Sprey Yöntemi

Kar ve buz mücadelesinde kullanılan kimyasallar buzlanmayı önleyici (anti-icing) ve buz çözücü (de-icing) olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. Otomatik Buzlanma Önleyici Sprey Yöntemi'nin temel prensibi, uygulama bölgesine yerleştirilen sistemle kaplamaya buzlanmayı önleyici kimyasalların püskürtülmesi ve bu sayede buzla kaplama yüzeyi arasında kimyasal bir tabaka oluşturularak buzun kaplamaya yapışmasını engellemektir (Goodwin, 2003).

Buz mücadelesinde geçmişten günümüze kadar kullanılan buzlanmayı önleyici kimyasalların yola uygulanma yöntemlerinden farklı olarak Otomatik Buzlanma Önleyici Sprey Yöntemi'nde RWIS'den faydalanılmaktadır. Bu sayede kar yağışı ve kaplamada buz oluşumu ile ilgili veriler toplanmakta ve sistem devreye sokularak uygulama bölgesine yerleştirilen sprej ağızlıklarıyla kaplamaya kimyasalların püskürtülmesi sağlanmakta ve anında müdahale ile buz oluşumu veya buzun kaplamaya yapışması önlenmektedir (Goodwin, 2003).

Otomatik buz önleme sistemi bütün yol tiplerine uygulanabilmesine rağmen özellikle köprülerde kullanılmaktadır. Buz önleme sistemi kış bakım işlemlerine karşı avantajları bakımından incelendiğinde kullanılan kimyasalların optimum miktarda olduğu, çevre bakımından genellikle daha az zehirli olduğu ve araçlar ile yola zarar vermeleri bakımından olumsuz bir etkilerinin bulunmadığı belirlenmiştir. Aynı zamanda bu sistem otomatik olduğundan buzlanma veya kar yağışı başladığı anda kaplamadaki sistem hızlı bir şekilde devreye girmektedir.

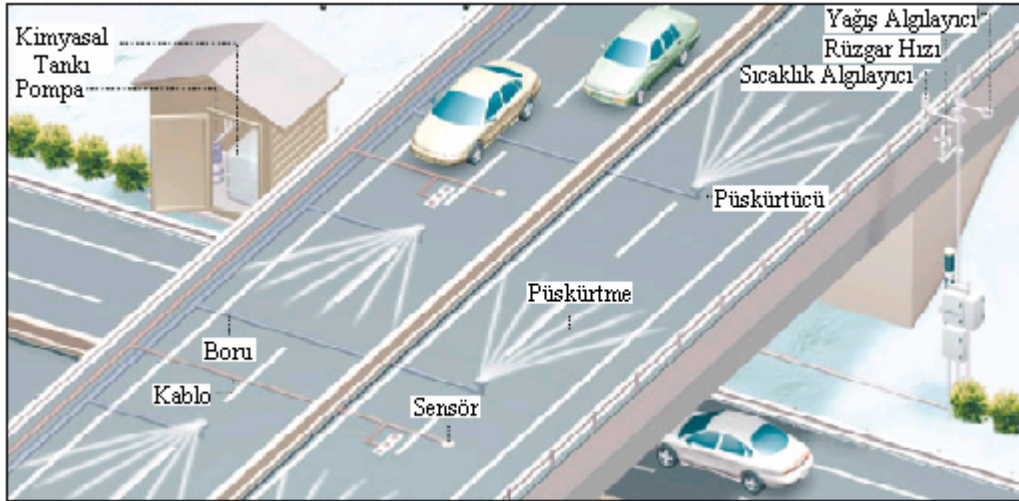
Minnesota Ulaştırma Departmanı tarafından 1999 yılında Minneapolis şehir merkezi yakınında bulunan Interstate 35 yolu üzerindeki 594 metre uzunluğunda ve 8 şeritli köprü üzerine otomatik bir buzlanmayı engelleyici sistem uygulanmıştır. Otomatik buzlanmayı engelleyici sistem; depolama tankları, pompa, depolama tanklarını ve pompayı koruyan etrafı kapalı bir oda, dağıtım sistemi, çevresel sensörler, 4 adet parlama feneri ile sürücü uyarı işaretleri ve bölge ofisine yerleştirilmiş bir kontrol bilgisayarıdan oluşturulmuştur (Goodwin, 2003; Monsere, 2006).

Köprü üzerine kaplama ve bariyerlere monteli olmak üzere toplam 76 adet kimyasal madde püskürtme ağızlığı yerleştirilmiştir. Kaplamaya, gidiş ve dönüş yönünün merkezine uygulanmak üzere 16,8 metre aralıklarla toplam 68 adet püskürtme ağızlığı yerleştirilmiş, 8 adet püskürtme ağızlığı ise köprünün giriş bölgelerinde bariyerlere monte edilmiştir. Sistem dahilindeki ağızlıklarla kaplamaya potasyum asetat püskürtülerek buzlanma veya buzun kaplamaya yapışması engellenmektedir (Şekil 2).



Şekil 2 Kaplamaya Yerleştirilen Ağzılıklarla Kimyasal Madde Uygulanması.

Köprüye yerleştirilen çevresel sensörler yardımıyla kaplamanın ıslak veya kuru olduğu, hava sıcaklığı belirlendiği gibi yüzeydeki suyun donması için kaplama sıcaklığının yeterince düşük olduğu da belirlenebilmektedir. Otomatik Buzlanma Önleyici Sprey Yöntemi'nin uygulanış şekli ve sistem elemanları Şekil 3'te verilmiştir (Goodwin, 2003; Monsere, 2006).



Şekil 3 Buzlanmayı Önleyici Sprey Yöntemi Elemanları (Goodwin, 2003; Monsere, 2006, Ağar ve Kutluhan).

Otomatik Buzlanma Önleyici Sprey Yöntemi'nin uygulanmasından bir yıl sonra kış mevsiminde meydana gelen kazalar % 68 oranında azalmıştır. Fayda/maliyet oranı 3,40 olarak belirlenmiştir. Utah'da uygulanan benzer bir çalışma ve sistem sonucunda kaza oranında % 64'lük bir azalma meydana geldiği tespit edilmiştir (Monsere, 2006).

Buz önleme sistemine başka bir örnek de, New York Ulaştırma Departmanı tarafından Brooklyn Köprüsü'nün bir bölgesine uygulanan sistemdir. Sistemde her 93 m²'ye 1,9 lt potasyum asetat uygulanmış, ayrıca meydana gelen buzlanma DMS üzerinde gösterilerek sürücülerin uyarılması sağlanmıştır (Goodwin, 2003).

Washington Ulaştırma Bölümü tarafından Interstate 90 yolunun bir bölümüne otomatik buz önleme sistemi ve RWIS uygulanarak üç yıllık bir süre için maliyet-fayda analizi yapılmış, fayda/maliyet değeri 2,36 olarak bulunmuştur. Net fayda miktarının ise 1.179.274\$ olduğu belirlenmiştir (Monsere, 2006).

Snowfree® Yöntemi Kullanılarak Kaplama Yapısının Isıtılması

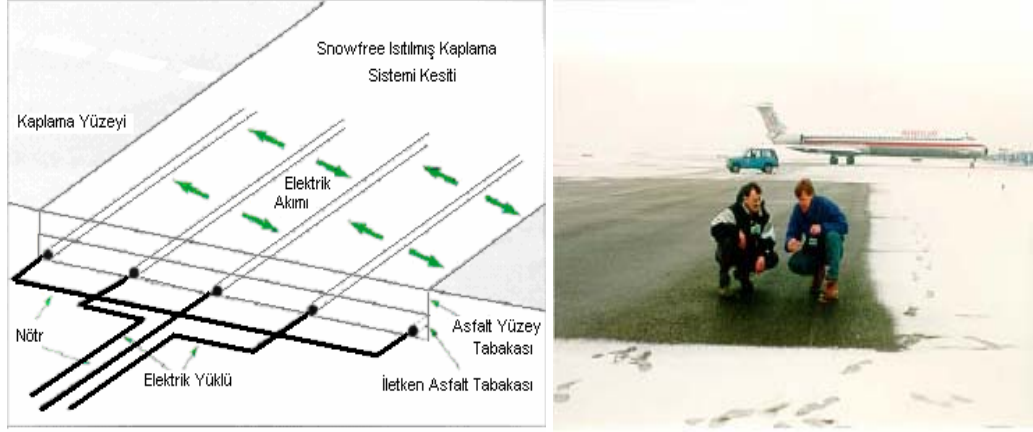
Karayolu veya havaalanlarında buzlanma oluşumunu sürekli olarak engellemek, kaplamaya kimyasal madde uygulanması ile sağlanabilmektedir. Kimyasal miktarını veya değişimini devamlı olarak kontrol etmek ayrıca mevcut buzun eritmek zaman alıcı ve zor olduğundan Superior Graphite Şirketi ile Amerikan Federal Havacılık İdaresi (FAA), Flood Test Laboratuvarları'yla ortak bir çalışmayla Snowfree® Sistemi'ni geliştirmişlerdir. Bu sistem sayesinde hem yağıştan önce ve yağış sırasında kaplama yüzeyini temiz tutabilmekte hem de yağış sonrası uygulandığında kaplamaya yapışık halde bulunan kar ve buzun erimesi sağlanabilmektedir (Derwin ve diğ., 2003).

Grafit, asfalt ve elektrik kullanılan Snowfree® (elektrik iletkenli asfalt kaplama sistemi) Sistemi, asfalt karışımının elektrik iletkenliğini arttırarak, uygulanan elektriğin ısı enerjisine dönüştürülmesi ve bu ısı ile kaplama yüzeyindeki kar ve buzun eritilmesi prensibine dayanmaktadır. Özgün bir kaplama sistemi olan Snowfree® Sistemi, karlı ve buzlu pistlerin aşırı derecede probleme neden olduğu Amerika'daki O'Hare Uluslararası Havaalanında bir taksiyoluna uygulanarak FAA tarafından test edilmiştir (Derwin ve diğ., 2003).

Isıtmalı kaplama sistemi, kaplama tabakaları arasında yalıtılmış elektrik iletkenli asfalt ile sandviç bir yapı oluşturmuştur. Yalıtkan tabaka üzerine belirli aralıklarla kablolar uygulanmış, kabloların üzerine elektrik iletkenliği arttırılmış grafit içeren karışım uygulanmış bu karışımın etrafı yalıtkan normal asfalt karışımıyla kaplanarak Snowfree® sistemi oluşturulmuştur. İletken asfalt, kabloların ve temel tabakasının üst yüzeyine 2 inç (5 cm) kalınlığında serilmiştir. Normal asfaltın diğer bir 2 inç'lik (5 cm) tabakası ise iletken tabakanın kenarlarını ve üstünü kaplayarak pist yüzeyini oluşturmaktadır (Şekil 4). Kabloları elektrik yükü uygulanması ile elektrik yüklü kablolardan nötr kabloları doğru bir elektrik akımı meydana gelmekte ve akım iletken kaplamadan geçerken iletken kaplamanın iç direnci sayesinde ısı oluşmaktadır. Oluşan bu ısı iletken kaplamanın üzerinde bulunan normal asfalt kaplama tabakasını ısıtarak yüzeyde bulunan kar ve buzun erimesi sağlanmaktadır (Derwin ve diğ., 2003; Caggiano, 1998).

Snowfree® Sistemi'nde elektrik iletkenli kaplama tabakası elde edebilmek amacıyla normal agrega yerine %25 oranında grafit kullanılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda Snowfree® Sistemi uygulanan kaplama kısmının tekrarlı ağır yüklerin ani etkisine dayanabilecek yeterli durabilite ve sertliğe sahip olduğu ayrıca normal kaplama yapılarıyla dayanım bakımından benzer özellikler gösterdiği tespit edilmiştir (Derwin ve diğ., 2003).

Uygulamada, pist yüzeyinde kar birikimi veya buzlanma meydana gelmeden sistem devreye sokulmakta ve kaplama yüzeyi ısıtılmaktadır. Sistem, kaplama sıcaklığı 25°F'ye (-3,9°C) düştüğünde devreye girerek 45 watt/ft² lık (500 watt/m²) bir güç girişi ile yaklaşık 2,5 saat içerisinde kaplama yüzey sıcaklığını 34°F'ye (1°C) yükseltmektedir. Yüzey sıcaklığı 34°F'ye (1°C) ulaştığında hava şartları göz önünde bulundurularak güç azaltılmakta veya kaplama yüzeyi kuruyuncaya kadar sistem çalıştırılmaya devam ettirilmektedir (Derwin ve diğ., 2003).



Şekil 4 Snowfree® Sistemi Enkesiti ve Uygulama Sonucu Karın Eritilmesi [9].

1994 yılının kasım ayında O'Hare Uluslararası Havaalanında Snowfree® Sistemi uygulanmıştır (Derwin ve diğ., 2003). Sistemde ayrıca 120 volt'luk bir elektrik kaynağı ve kaplamaya monte edilmiş yüzeydeki nem ile sıcaklık hakkında bilgi veren otomatik sensörler de kullanılmıştır. Sistem, 1998 yılının Mayıs ayında taksiyolunun bir kısmının yeniden yapılması sırasında kaldırılmış fakat sistemin uygulandığı kaplama kısmı aradan geçen 3,5 yıl içerisinde durabilite, güvenlik, performans ve ekonomiklik bakımından test edilmiştir. 70x97 feet (21,3x29,6 m) boyutunda ısıtılmış bir alanı kapsayan tasarımda, 7 adet kablo 16 feet (4,9 m) aralıklarla taksiyolu boyunca yerleştirilmiş ve uygulanan 120 volt'luk elektrik ile Snowfree® uygulanan kısımda karın eridiği görülmüştür (Şekil 4).

O'Hare'de uygulanan iletken kaplama kısmı, sıcaklığın -10°F 'a (-12°C) ulaştığı 4 kış mevsimi ve bazı günler sıcaklığın 100°F 'ı ($37,8^{\circ}\text{C}$) aştığı 3 yaz mevsimi süresince denenmiş ve bu süre içerisinde çeşitli çevresel ve iklimsel gerilmelere maruz kalmıştır. Uçak trafik seyirlerine dayanılarak yolun 200.000'den fazla uçak hareketine maruz kaldığı belirlenmiştir. Isıtılmış kısım üzerinde asfalt kaplamanın diğer kısımlarında görüldüğü farklı önemli çatlaklar gözlenmemiştir. 1995 yılının Mayıs ve Aralık aylarında, uçak trafiğinden kaynaklanan tekerlek izi veya ötelenmeden dolayı kaplama profilinde oluşan deformasyonları belirlemek amacıyla profilometre testleri uygulanmıştır. Profil grafikleri, ısı dalgalarının uygulandığı periyot süresince yüzeyde herhangi bir hareket olmadığını göstermiştir. 1998 yılında sistem kaldırılincaya kadar, kaplamanın görsel denetimine devam edilmiş ve önceki verilerle birleştirilerek iletken asfaltın normal karışımlarla benzer durabiliteye sahip olduğu belirlenmiştir (Derwin ve diğ., 2003). Ayrıca sistem çalıştığı sürece yapılan ölçümler sonucunda yüzeyde insan sağlığını ve çevreyi önemli oranda etkileyecek elektrik kaçağının bulunmadığı belirlenmiştir.

Sistemin uygulanması ile çevresel zararın azaltılması ve güvenliğin artırılmasının yanı sıra maliyetin azaltılması bakımından da fayda sağlanmaktadır. Sistem tasarımında grafit içeren bir asfalt üstyapı, bakır kablolar, trafolar ve anahtar takımları normal asfalt kaplamaya göre ilk yapım maliyetini 1ft^2 ($0,09\text{ m}^2$) başına yaklaşık 25 \$ arttırmıştır. Fakat her bir uçuş iptali için yaklaşık 4.000 \$, her bir sapma için 15.000 \$ ve her bir erteleme için dakikada 50 \$ zarar edildiği göz önüne alındığında sistemin kısa bir sürede ilk yatırım maliyetini amorti edeceği söylenebilmektedir. 45 watt'lık maksimum güç uygulanması durumunda kaplamadaki 1ft^2 lik alanı ısıtmak için saatte 2.400 \$

harcamaktadır. 1999 yılında O'Hare Havaalanında sadece kar temizleme işlemi için 15 milyon \$'ın üzerinde bir para harcanmıştır. Bu veriler sistemin ekonomik açıdan uygun olduğunu göstermektedir (Derwin ve diğ., 2003).

Sonuç ve Öneriler

Kar yağışı ve buzlanma, karayollarında trafik seyri ve güvenlik bakımından önemli sorunlara neden olmaktadır. Havaalanlarında ise pist yüzeyindeki kar ve buz ulaşımın aksamasına, çeşitli güçlükler ve ek masraflara sebep olmaktadır. Karayolu ve havaalanı kaplamalarında kar birikimini engellemek amacıyla kombine araçlarla, küreme, süpürme ve üfleme işlemleri birlikte uygulanmaktadır. Günümüzde buz mücadelesinde ise genellikle Sodyum klorür (NaCl), magnezyum klorür (MgCl₂), kalsiyum klorür (CaCl₂), kalsiyum magnezyum asetat (CMA) ve potasyum asetat (KAc) gibi kimyasal maddeler kullanılmaktadır. NaCl, CaCl₂ ve MgCl₂'nin korozif etkisi ve CMA'nın ekonomik yönü dikkate alındığında buz mücadelesinde kullanılan kimyasallar içerisinde en uygun olanının potasyum asetat (KAc) olduğu söylenebilmektedir. Bu kimyasalları daha ekonomik ve etkili bir şekilde kullanmak, buzlanmaya anında müdahale edebilmek amacıyla Otomatik Buzlanma Önleyici Sprey Yöntemi geliştirilmiştir. Kaplamaya buzlanmayı önleyici kimyasalların püskürtülerek buzla kaplama yüzeyi arasında oluşan kimyasal bir tabakanın buzun kaplamaya yapışmasını engellemesi prensibine dayalı olarak çalışan bu yöntemde RWIS sisteminden faydalanılmaktadır. Bütün yol tiplerine uygulanabilen bu sistem özellikle köprü ve köprülü kavşaklarda kullanılmaktadır. Bu sistemin uygulandığı bölgelerde kar ve buzlanmadan kaynaklanan trafik kazalarının belirli bir miktarda azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca maliyet-fayda analizi sonucunda sistemin rantabl olduğu belirlenmiştir.

Kar ve buz mücadelesinde ilave malzeme, ekip ve ekipmanlar kullanmamak, etkin ve hızlı bir çözüm bulmak amacıyla Snowfree® (elektrik iletkenli asfalt kaplama sistemi) adı altında bir sistem geliştirilmiştir. Sistem iki tabakadan oluşturulmuştur. Alttaki tabakada normal asfalt karışımların elektrik iletkenliği düşük olduğundan karışıma grafit ilave edilerek kaplama yapısının elektrik iletkenliği artırılmıştır. Bu tabaka içerisine kablolar yerleştirilmiş, ikinci tabaka ise iletken tabaka üzerine normal asfalt karışımının uygulanması sonucu elde edilmiştir. Kablolardan birine elektrik yükü uygulanırken yanındakine uygulanmamıştır. Böylece çok yoğun ortamdaki az yoğun ortama doğru bir elektrik akımı elde edilmiştir. Asfalt kaplamaya grafit ilave edilmesiyle iletkenlik artmasına rağmen kaplamanın iç direncinden ötürü iletken kaplama yapısında ısı meydana gelmiştir. Elde edilen bu ısı üstteki normal asfalt tabakaya iletilerek yüzeydeki kar ve buzun engellenmesi veya eritilmesi sağlanmıştır. Üstteki tabaka elektrik iletmediğinden elektrik akımının yüzeye ulaşarak canlılara zarar vermesi engellenmiştir. Bu sistem sayesinde bakım masrafları ve kar birikmesiyle oluşan uçuş iptallerinin veya ertelemelerin neden olduğu masraflar azaltılabilmektedir.

Sonuç olarak, bu iki yeni yaklaşımın ülkemizde kullanılması durumunda havaalanı, köprü, tünel, köprülü kavşak ve viyadük gibi kritik noktalara anında müdahale edilerek buzlanmanın önlenmesi, hizmet seviyesinin korunması, seyir güvenliğinin sağlanması ve yatırım maliyetlerinin azaltılması bakımından klasik yöntemlere göre avantaj sağlanacağı düşünülmektedir. Bolu Dağı Tüneli'nin açılışından on üç gün sonra viyadüklerde meydana gelen buzlanmadan ötürü kapanması kar ve buz mücadelesinde etkin yöntemlerin kullanılmasının önemini bir kez daha göstermiştir. Yüzölçümü

bakımından büyük bir çoğunluğunda karasal iklimin hüküm sürdüğü ülkemizde karayolu ve havayollarında ulaşımı aksatmadan güvenli bir şekilde sağlayabilmek amacıyla kar ve buz mücadelesinde teknolojik gelişmelere bağlı olarak geliştirilen etkin ve ekonomik yeni yöntemlerin denenmesi, uygun bulunması durumunda gerekli alt yapının oluşturulup yaygınlaştırılması büyük önem arz etmektedir.

Kaynaklar

Ağar, E., Kutluhan, S., Karayollarında kış bakımı – kar ve buz kontrolü, İstanbul İnşaat Mühendisleri Odası Bülteni, 76. sayı, 6 s.

Allison E. K. and Bernard N. S. (2004), Effects of highway deicing chemicals on shallow unconsolidated aquifers in Ohio—Final Report, Scientific Investigations Report 2004-5150, p. 199.

Caggiano, M. F. and Bentley, M. (1998), Route 130 Bridge Snowfree installation electrical analysis and recommendations- final report, FHWA 1998 – 008, pp. 11.

Derwin, D., Booth, P., Zaleski, P., Marsey, W., Flood Jr., W., (2003), Snowfree® heated pavement system to eliminate icy runways, <http://217.172.161.215/ktml2/images/uploads/news/FAATALKFINAL.pdf>

Devlet hava meydanları işletmesi genel müdürlüğü (2006), Hava alanları kar mücadele yönergesi, Yönerge no:11, 18 s.

Goodwin, L. C., (2003) Best practices for road weather management Version 2.0 FHWA-OP-03-081 http://ops.fhwa.dot.gov/weather/best_practices/CaseStudies/011.pdf

Kuloğlu N. ve Kök B. V. (2005), Karayollarında kar ve buz mücadelesinde kullanılan tuzun beton asfalt kaplamaya etkisi, F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17 (1), s. 87 – 96.

Lee, H., Cody, R. D., Cody, A. M. and Spry P.G., (2000), Effects of various deicing chemicals on pavement concrete deterioration, Mid-Continent Transportation Symposium Proceedings, pp. 151-155.

Monsere, C. M., Bertini, R. L., Bosa, P. G., Chi, D., Nolan, C., El-Seoud T. A., (2006), Determining optimum safety countermeasures for speed related crashes Volume 2: Comparison of identification and ranking methodologies for speed-related crash locations, Oregon Department of Transportation Research Unit, pp. 99.

United States Environmental Protection Agency (2000), Preliminary data summary airport deicing operations, EPA-821-R-00-016, pp. 447.

İnternet Kaynakları

[1] <http://www.ultra.com.tr/turkish/download.htm#dload5>

[2] <http://www.tetasbilisim.com.tr/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=17>

Bitümlü Sıcak Karışımların Performansına Filler Etkisi

Osman Nuri Çelik

Doç. Dr. Selçuk Üniversitesi, Mühendislik
Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği
Bölümü, 42075, Konya.

Fatih Yonar

İnş. Yük. Müh. Selçuk Üniversitesi,
Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat
Mühendisliği Bölümü, 42075, Konya.

Seyfullah Ceylan

İnş. Yük. Müh. Büyükşehir Belediyesi, Konya.

Öz

Bitümlü Sıcak Karışımlar (BSK) agrega, filler ve bitümlü bağlayıcının yüksek ve uygun sıcaklıkta karıştırılması ile elde edilirler. Karışımın çoğunluğunu oluşturan agreganın özellikleri bu karışımların dayanımını ve dayanıklılığını etkiler. Karışımın yorulma mukavemeti ve tekerlek izi derinliği de agrega cinsi, dolayısı ile kırılma özellikleri yani şekli ve granülometrisi, yüzey pürüzlülüğü ile bağlantılıdır. Trafik yükleri altında, şekil değiştirme yüzey tabakasında oluşur. Kaplamada kullanılan malzeme, yapım tekniği ve yük bileşenleri, kaplama tabakasının performansını etkileyen ana etkenlerdir.

Kaplamanın performansı etkileyen, bağlayıcı cinsi ve miktarı, ince ve iri agrega cinsi ve miktarı gibi daha birçok etken vardır. Bunlara ilave olarak, karıştırma sıcaklığı, karıştırma süresi ve karıştırma sırasındaki özen karışımın dayanıklılığını ve performansını etkiler. Bu etkenlerden herhangi biri karışım sırasında göz ardı edilirse elde edilecek ürünün kalitesi düşük olur. Bu adı geçen etkenlerden herhangi birinin bitümlü karışımın performansına ve dayanıklılığına etkisini incelemek mümkündür.

Bu çalışmada değişik filler cinslerinin BSK ın Marshall Stabilesi ve Dolaylı Çekme Modülüne etkisi incelenmiştir. Bunun için Carboniferous-Triassic kaya tozu ve Magnezit tozu karışım içerisinde filler olarak kullanılmış, elde edilen karışımın özellikleri kalker tozu kullanılarak hazırlanan karışımların özellikleri ile karşılaştırılmıştır.

BSK nın hizmet ömrü karışımın iyileştirilmesi ile artırılabilir. Yani iyileştirme ile bakım süreleri uzatılabilir. Literatürde araştırmacıların karışımın iyileştirilmesinden daha çok bitümlü bağlayıcının iyileştirilmesi üzerine yoğunlaştıkları gözlenmektedir. Karışımın yorulma süresi ve plastik davranışı gibi özelliklerine filler etkisi üzerine yapılmış bazı araştırmalar vardır. Bitümlü karışım üzerine çalışanların da vurguladığı gibi karışımın özelliklerine filler etkisi ile ilgili yeni çalışmalara gereksinim vardır.

Giriş

Filler, bitümlü sıcak karışımın yorulma süresi ve plastik davranışını etkilemektedir. Karışıma katılacak bitümlü bağlayıcı ve agreganın seçiminde ve ayrıca karışımın hazırlanıp yola serilmesi esnasında gösterilecek olan özen ve dikkat, şekil değiştirmelere karşı dayanıklı bir bitümlü kaplama elde edebilmek için oldukça önemlidir.

Bitümlü bağlayıcının iyileştirilmesi üzerine birçok çalışma yapılmaktadır. BSK'nın özelliklerini iyileştirmek için farklı filler kullanımı da denenmektedir. Filler etkisi üzerine yapılan araştırmalar Portland çimentosu sönmüş kireç gibi (Acar ve Tapkın, 1998), mermer tozu (Karaşahin ve Terzi, 2007), öğütülmüş yakıt külü (PFA) (Zoorob, 1995) gibi sıralanabilir. BSK'nın dayanımını ve özelliklerini iyileştirmek için kum (Knight ve ark., 1979), farklı kaya tozları kullanımı da geniş olarak araştırılmıştır. Dukatz ve Anderson (1980) sekiz farklı filler kullanarak yaptığı çalışmada farklı filler cinslerinin farklı etkiler oluşturduğunu fakat Marshall Stabilitesine ve boşluk oranına çok etki etmediğini ileri sürmüştür. Buna ilave olarak, Mogawer ve Stuart (1996) fillerin karışımın performansını etkilemediğini söylemiştir. Suhaibani ve ark. (1992), Shahrour ve Saloukeh (1992) de filler etkisi üzerine çalışmışlardır. Uçucu kül (Güngör, 1996), ponza tozu (Karaşahin ve ark., 1997), lağım çamuru (Sayed ve ark., 1995) gibi farklı atık maddeler de filler olarak BSK içerisinde kullanılmış ve etkileri incelenmiştir.

Bu çalışmada, bitümlü sıcak karışımlara filler olarak Carboniferous-Triassic kayaç tozları ve Magnezit kayaç tozları katılarak kalker (kireçtaşı) tozu ile yapılan karışımlarla karşılaştırılmıştır. Bunun için, 50-70 penetrasyonlu bitümlü bağlayıcı ve sürekli derecelenmiş granülometriye sahip kırılmış kireçtaşı kullanılmıştır. Farklı bağlayıcı oranlarında hazırlanan Marshall numuneleri üzerinde Selçuk Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Bitümlü Malzemeler Laboratuvarında UMATA (Universal Multiple Material Testing Apparatus) deney aleti de kullanılarak standart testler uygulanmıştır.

Malzeme

Bitümlü Sıcak karışımlar agrega ve bitümlü bağlayıcının uygun karıştırma ve sıkıştırma sıcaklıklarında özel tesislerde karıştırılması ile elde edilir. Deneylerde kullanılan malzemeler ve özellikleri aşağıda verilmiştir.

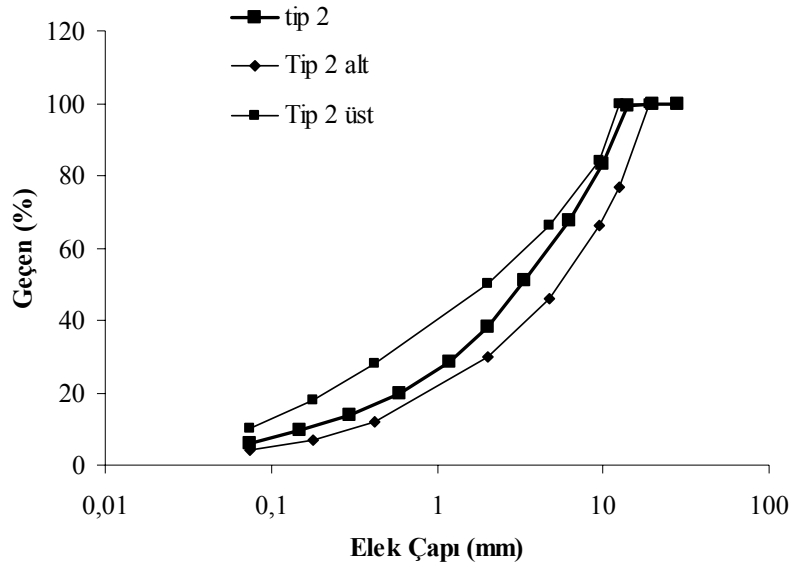
Agrega

Bu çalışmada kullanılan agrega Konya Selçuklu Belediyesi tarafından kullanılmakta olan Karaömerler taşocağından temin edilmiştir. Kullanılan agreganın özellikleri Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo1. Çalışmada kullanılan agrega özellikleri

Özellik	Limit	Bulunan	İlgili Standart
Aşınma kaybı yüzdesi (Los Angeles)	Maks %35	% 28,71	TS EN 1097-2
Hava tesirlerine dayanıklılık MgSO ₄ ile	Maks %10	% 2,26	TS 3655
Kırılmışlık (en az iki yüzü)	Min %60	% 100	
Yassılık İndeksi	Maks%35	% 30	TS 3814
Su absorpsiyonu	Maks %2,5	% 0,31	TS EN 1097-6
Soyulma mukavemeti	Min % 50	≈% 90	
Zahiri Birim Hacim Ağırlık (t/m ³)		2,707	
Yüzey Kuru birim hacim Ağırlık (t/m ³)		2,693	
Kuru Birim Hacim Ağırlık (t/m ³)		2,685	

Agrega derecelenmesi (granülometri) karışımın özelliklerini etkileyen önemli etmenlerden birisidir. Bitümlü karışımların incelenmesinde, agrega biçimi, en büyük tane boyutu ve bağlayıcı oranı gibi diğer etmenlerin etkisinin de olması, agrega derecelenmesinin ayrıntılı olarak incelenmesini zorlaştırmaktadır. Bu çalışmada Karayolları Teknik Şartnamesi'nde (1996) verilen aşınma tabakası Tip 2 ye uygun granülometride karışımlar hazırlanmıştır. Karışımında kullanılan agrega derecelenmesi Şekil 1 de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan agrega granülometrisi.

Bitümlü Bağlayıcı

Kullanılan bitümlü bağlayıcının 25 °C deki penetrasyon değeri 50 dmm ve Yumuşama Noktası 48 °C olarak belirlenmiştir. Penetrasyon İndisi değeri -1,7 dir.

Filler

Bu çalışmada filler olarak üç farklı tip kırma taş tozu kullanılmıştır. Kalker tozu, Magnezit tozu ve Carboniferous-Triassic kayaç tozu.

Mineral filler, toplam agreganın çok küçük yüzdesini oluşturmasına karşın, karışımın özelliklerinin düzenlenmesinde önemli rol oynar. Mineral filler, 0.075 mm' lik elekten geçen agrega malzemesidir. Ancak 0.075 mm' den daha ince olan tüm malzemeler filler görevi görmezler. Filler, bitümlü karışımlarda ince agrega oranını artırmak, boşluk miktarını azaltmak ve yüksek sıcaklıklarda karışımın deformasyona karşı dayanımını artırmak için kullanılmaktadır. Boşluk doldurucu bir özelliğe sahip olduğundan stabiliteyi etkilemektedir. Mineral filler köşeli olmalı, karışım içerisindeki boşlukları doldurabilmesi için uygun derecelenmeye sahip olmalı ve aynı zamanda 0.001 mm. den ince boyutlu daneler de içermelidir. Dane şekli mineral fillerin etkisi üzerinde önemli rol oynar. Köşeli şekiller, ince, düz ve uzun parçacıklardan daha çok arzu edilir. Mineral filler içindeki istenmeyen şekilli parçacıkların oranı artarsa mineral fillerin kalitesi düşer. Toprak, kil, organik ve zararlı maddeler ihtiva etmemeli ve kolayca akacak kadar da kuru olmalıdır. Taş tozu, mermer tozu, kalker tozu, portland çimentosu ve sönmüş kireç çok sık kullanılan mineral filler malzemeleridir.

Fillerin karışım içerisindeki oranı iyi ayarlanmalıdır. Genellikle bitümlü karışım içinde % 3 ile % 9 oranları arasında kullanılır. Filler kimyasal bakımdan atıl olmalı, yani bitümlü malzeme ile reaksiyona girmemelidir. Ayrıca, bitümlü karışımın yapıldığı sıcaklıkta bir değişikliğe uğramamalı, bağlayıcıya karşı iyi bir yüzey adezyonu göstermelidir (Umar ve Ağar, 1991). Mineral fillerlerin bitümlü karışımlar üzerine etkisi aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

- Farklı mineral filler, bitümlü bağlayıcıya eklendiğinde farklı rijitlik etkileri gösterir.
- Karışımındaki filler / bağlayıcı oranı 1 den az ise zaman-sıcaklık değişim fonksiyonu, bağlayıcı veya mineral filler tarafından etkilenmez.
- Karışımlara eklenen mineral filler, Marshall stabilite ve hava boşluğunu değerlerini etkilemez.
- Esneklik modülü değeri (kısa-sürelili elastik tepki) mineral fillerin katılma etkisini yansıtmaz (Dukat ve Anderson, 1970).

Birçok bölgede yaygın bulunmasından dolayı Türkiye'de yol üstyapısında agrega ve filler olarak Kalker (kireçtaşı) kullanılmaktadır. Konya bölgesinde bulunan Krom ve Magnezit işleme tesislerinde tesisin depolarında oldukça büyük miktarda atık olarak bulunan Magnezit tozu bu çalışmada filler olarak kullanılmıştır. Yine Konya Sille bölgesinde çatı yalıtımında ve duvar dış yüzey yalıtımında geleneksel kerpiç binalarda kullanılmakta olan mor kil ya da Carboniferous-Triassic kayaç tozu filler olarak karışımın içerisine katılmıştır. Karışımında filler ve agrega olarak kullanılan kayaçların kimyasal analiz sonuçları Tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 2 Kimyasal analiz sonucu elde edilen ana elementlerin ortalama değerleri

Element	Magnezit	Kireçtaşı	Carboniferous - Triassic kayaç
SiO ₂	2,50	0.83	56.70
Al ₂ O ₃	0,15	0.20	21.85
TiO ₂	0,10	0	0.94
Fe ₂ O ₃	0,15	0.05	8.26
MnO	0	0	0.20
CaO	2,50	90.65	0.90
MgO	45,50	0.25	1.36
Na ₂ O	0	0	1.80
K ₂ O	0	0	2.91
P ₂ O ₅	0	0	0.05
CaCO ₃	0	3.18	0
LiO	0	1.84	0
Diğer gazlar	49,10	3.00	5.03

Karışımın Hazırlanması

Bitümlü sıcak karışımların özelliklerine filler etkisini incelemek için ana değişkenler olarak filler ve bitümlü bağlayıcı oranı seçilmiştir. Bitümlü bağlayıcı oranı karışım hazırlanırken karışımın durumu değerlendirilerek % 3 ile % 6 arasında değiştirilmiştir.

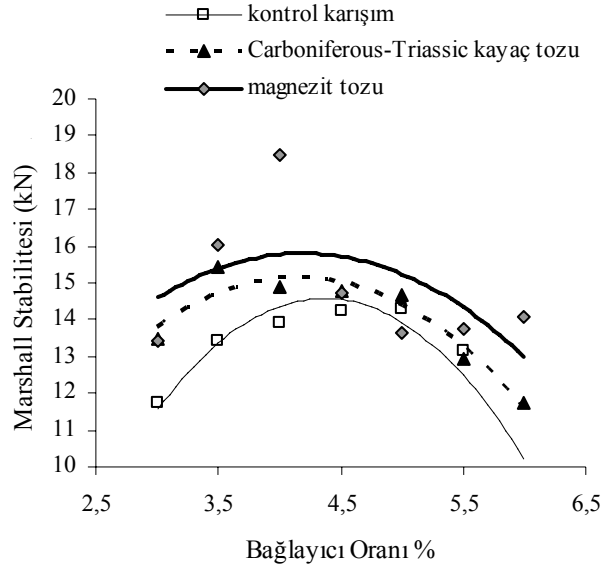
Karıştırma sıcaklığının karışım özellikleri üzerinde etkisi önemli olduğu için karıştırma sırasında bitümlü bağlayıcının viskozitesinin 0,2 Pas olması düşüncesine dayalı olarak karıştırma sıcaklığı Bitümlü Bağlayıcı Deney Grafiği kullanılarak belirlenmiştir. Bağlayıcı viskozitesi 10 Pas olacak sıcaklık da sıkıştırma sıcaklığı olarak belirlenmiştir. (Brown, 1990).

Karışımlar 160 ± 5 °C de hazırlanmış ve 145 ± 5 °C de sıkıştırılmışlardır.

Deney Sonuçları

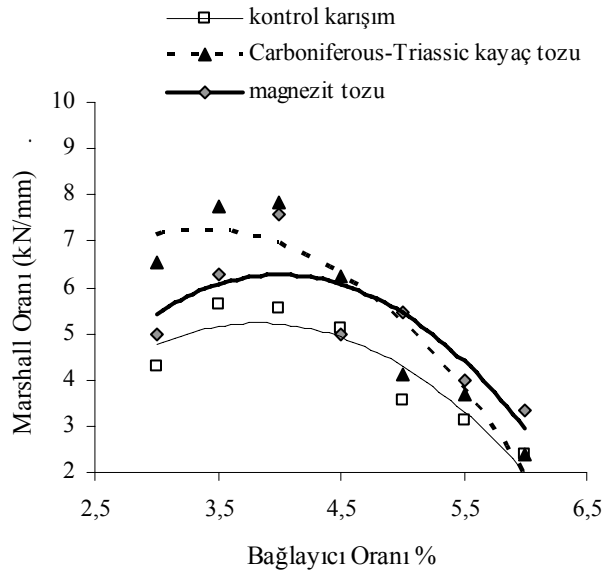
Bu çalışmada üç değişik filler ile hazırlanan Bitümlü Sıcak Karışımların Marshall Stabilitesi Marshall Oranı (Quotient) ve Dolaylı ekme Modülü incelenmiştir.

Şekil 2 farklı filler cinsi ile yapılan karışımların bağlayıcı oranı değişimine bağlı Marshall Stabilitesi değerlerini göstermektedir. Marshall Stabilitesi değerlerinin bağlayıcı oranına bağlı olarak değişimi 2. derece polinom ile gösterilmiştir. Bu yaklaşımla, Magnezit tozu ile yapılan karışımların Marshall Stabilite değerleri diğer iki karışımdan biraz daha yüksek bulunmuştur. En büyük stabilite değerinin de hem Carboniferous-Triassic kayaç tozu hem de Magnezit tozu ile yapılan karışımlar için kireç taşı tozu ile yapılan karışımlarla kıyaslandığında daha düşük bağlayıcı oranında elde edildiği görülmektedir.



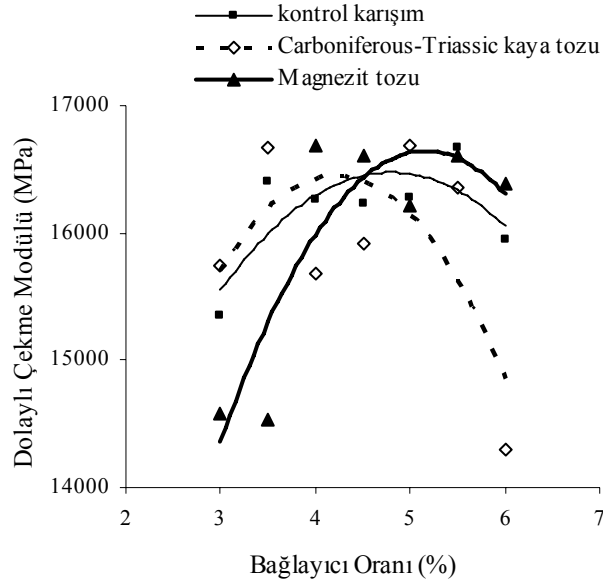
Şekil 2 İncelenen karışımların Marshall Stabilite değerleri.

Şekil 3 de bu çalışmada incelenen karışımların Marshall Oranı (Quotient) değerleri verilmiştir. Marshall Oranı Marshall Stabilitesinin Marshall akmasını oranıdır. Marshall oranı, karışımların deplasman yaparken kırılma dayanımlarını göstermektedir. Marshall oranı yüksek karışımların kırılma anında daha az deplasman yaptıkları söylenebilir. Şekilden Carboniferous-Triassic kayaç tozu ile yapılan karışımların Marshall Oranı (Quotient) değerlerinin düşük bağlayıcı oranlarında yüksek olduğu, yüksek bağlayıcı oranlarında ise Magnezit tozu ile yapılan karışımların Marshall Oranı değerlerinin daha yüksek olduğu söylenebilir.



Şekil 3 İncelenen karışımların Marshall Oranı (Quotient) değerleri.

Şekil 4 incelenen karışımlar için bitümlü bağlayıcı oranı ile Dolaylı Çekme Modülü arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Şekil incelendiğinde değerlerin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Magnezit tozu ile yapılan karışımlarda en büyük Dolaylı çekme değerinin daha yüksek bağlayıcı oranlarında gözlemlendiği söylenebilir.



Şekil 4 İncelenen karışımların Dolaylı Çekme Modülü değerleri.

Bu çalışmada aynı zamanda, üç farklı filler ile yapılan karışım için en uygun bağlayıcı oranı belirlenmiştir. En uygun bağlayıcı oranı belirlenirken;

- En büyük Birim Hacim Ağırlık değerini veren bağlayıcı oranı
 - En büyük Marshall Stabilite değerini veren bağlayıcı oranı
 - % 4 boşluk oranı değerine karşılık gelen bağlayıcı oranı
 - 3 mm Marshall Akması değerine karşılık gelen bağlayıcı oranı
 - En küçük VMA değerini veren bağlayıcı oranı
 - % 70 Vfb değerine karşılık gelen bağlayıcı oranı
 - En büyük dolaylı çekme değerine karşılık gelen bağlayıcı oranı
- değerlerinin ortalaması alınmıştır.

Tablo 3 en uygun bağlayıcı oranları için değerleri göstermektedir.

Tablo3. En uygun bağlayıcıyı veren değerler.

Özellik	Kontrol Karışım	Carboniferous kayaç tozu ile yapılan karışım	Magnezit tozu ile yapılan karışım
Birim Hacim Ağırlık	5,10	5,56	5,60
Marshall Stabilitesi	4,55	4,14	4,20
Boşluk oranı	4,36	4,60	5,00
Marshall Akması	4,10	4,60	4,60
VMA	4,45	4,71	4,71
Vfb	4,20	4,35	4,65
Dolaylı çekme modülü	4,78	4,22	5,16
ORTALAMA	4,51	4,60	4,84

Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada, filler olarak Kalker tozu Magnezit tozu ve Carboniferous-Triassic kayaç tozu kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar şöyle özetlenebilir.

- 1- Magnezit tozu ve Carboniferous-Triassic kayaç tozu ile yapılan karışımlarda Marshall Stabilite, Marshall Oranı ve Dolaylı Çekme Modülü değerlerinin kontrol karışım ile karşılaştırıldığında çok değişmediği gözlemlenmiştir. Hatta biraz daha yüksek değerler elde edildiği söylenebilir.
- 2- Önerilen en uygun bağlayıcı oranı incelenen filler ile yapılan karışımlarda kontrol karışıma göre biraz artmıştır.
- 3- Magnezit tozu ve Carboniferous-Triassic kayaç tozu filler olarak bitümlü sıcak karışımlarda kullanılabilir.

Kaynaklar

1. Açar, E. ve Umar, F., (1991), Yol Üstyapısı, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi Matbası, İstanbul.
2. Acar, S.O. & Tapkin, S. (1998). Portland Çimentosu Kullanılarak Hazırlanan Marshall Numunelerinin Özelliklerinin İncelenmesi, *2nci Asfalt Sempozyumu*, Ankara,.
3. Brown, S. (1990), *The Shell Bitumen Handbook*, Shell Bitumen, UK.
4. Dukatz, E.L. & Anderson, D.A. (1980). The Effect of Various Filler on the Mechanical Behavior of Asphalt and Asphaltic Concrete. *Proceedings AAPT*, 49, 530-549.
5. Güngör, M.M. (1996). Afşin Elbistan Uçucu Külünün Esnek Yol Kaplamalarında Filler Olarak Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. *Master Tezi*, Fırat Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü. Elazığ.
6. Karaşahin, M. & Terzi, S. (2007). Evaluation of Marble waste Dust in the Mixture of Asphaltic Concrete. *Construction and Building Materials*, 21, 3,616-620.

7. Kardeşahin, M., Tığdemir, M., Fincanoğlu, A. & Saltan, M. (1997). Bitümlü Sıcak Karışımlarda Pomza Taşının Filler olarak Değerlendirilmesi. *Isparta Pomza Symposium*, Isparta, Turkey.
8. Knight, V.A., Dowdeswell, D.A. & Brien, D. (1979). Designing Rolled Asphalt Wearing Courses to Resist Deformation. *In Rolled Asphalt Road Surfacing*, ICE, London.
9. Mogawer, W.S. & Stuart K.D. (1996). Effect of Mineral Fillers on Properties of Stone Matrix Asphalt Mixtures, *Transport Research Record*, 1530, 86-94.
10. Sayed, M.H., Madany, I.M. & Buali, R.M. (1995). Use of sewage sludge ash in asphaltic paving mixtures in hot regions. *Construction and Building Materials*, 9(1), 19-23.
11. Shahrour. A.M. & Saloukeh. G.B. (1992). Effect of quality and quantity of locally produced filler (Passing Sieve No. 200) on asphalt mixtures in Dubai, *In: Effects of aggregates and mineral fillers on asphalt mixture performance: ASTM STP 1147*. Philadelphia: American Society for Testing and Materials.
12. Suhaibani. A., Mudaiheem, J. & Fozan, F. (1992). Effect of filler type and content on properties of asphalt concrete. *In: Effects of aggregates and mineral fillers on asphalt mixture performance: ASTM STP1147*. Philadelphia: American Society for Testing and Materials.
13. Zoorob, E.S. (1995). The Effect of Pulverised Fuel Ash on The Properties and Performance of Hot Rolled Asphalt. *Ph.D. Dissertation*, University of Leeds. UK.

Havaalanı Esnek Üstyapı Tasarım Metodlarının Değerlendirilmesi

Necati Kuloğlu

*Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat
Mühendisliği Bölümü, Elazığ*

M. Aziz Özdemir

Hava Kuvvetleri Komutanlığı

Baha Vural Kök

Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Elazığ

Giriş

Hızla değişen ve gelişen dünyada zaman en değerli kaynak haline gelmiştir. Hava ulaşımı diğer ulaşım türlerine göre hızlı, konforlu ve emniyetlidir. Ancak hava ulaşımı ekonomik olmadığından diğer ulaşım türlerine olan talep daha fazladır. Dünyada hava ulaşımı 1970 yılından sonra hızla artmıştır. Ülkemizde ise yolcu talebi son on yılda %100 oranında artmıştır. Bu artış oranı ülkemizdeki sosyoekonomik anlamda gelişmeyi ve kişilerin ulaşım alışkanlıklarındaki değişimi göstermektedir. Hava ulaşımındaki rekabet, uçak ve işletme maliyetlerindeki düşüş de bu gelişmede önemli rol oynamaktadır [1]. Hava ulaşımındaki gelişmeyle birlikte, havaalanı kaplamaları konusu büyük önem kazanmıştır. Havaalanı kaplamaları hava taşıtı yüklerini taşıyan, kapalı ve açık alanlarda yapılan, tabii ve/veya ıslah edilmiş zemin üzerindeki tüm tabakaları kapsayan yüzeylerdir. Bu yüzeyler genel olarak kaplamalı saha şeklinde anılmaktadır [2]. Horonjeff [3]'e göre kaplama, düzgün ve her hava koşulunda güvenli sürüşü sağlayacak şekilde olmalıdır. Her tabakanın kalınlığı ise aynı tabakada veya farklı tabakalarda uygulanan yüklerden dolayı kopma ve kırılmaya sebebiyet vermeyecek yeterli kalınlıkta olmalıdır. Havaalanı kaplamaları karayolu kaplamalarında olduğu gibi yapımında kullanılan yöntem ve malzemelere göre; rijit, kompozit ve esnek kaplama olmak üzere sınıflandırılmaktadır [4,5]. Rijit kaplama, beton veya betonarme plaklardan oluşmaktadır. Yapısal ana elemanlar beton plak, drenaj tabakası, ayırıcı tabaka ve sıkıştırılmış zemindir [2]. Esnek kaplama, yük uygulandığında elastik davranış altında esneklik sergileyebilen ve küçük ölçekli deformasyonlara olanak sağlayan kaplamadır. Yapısal elemanların bitümlü yüzey tabakası, temel tabakası, drenaj tabakası, ayırıcı tabaka, alttemel tabakası ve sıkıştırılmış zemin olduğu üstyapı esnek üstyapıdır [3]. Kompozit kaplama ise, zamanla bozulmuş beton plakların üzerine bitümlü sıcak asfalt serilmesiyle veya bozulmuş asfalt tabakası üzerine beton plakların inşa edilmesiyle oluşan kaplamadır [4]. Uçuş hattındaki kaplamalı sahaları oluşturan pist, apron ve taksiyolu (PAT) sahalarının ve diğer hava taşıtı yer hizmetlerinin verildiği sahaların üstyapılarının rijit, kompozit ve esnek olarak tasarımı ve kaplama tayini, karayolu üstyapısı tasarımında olduğu gibi karmaşık bir mühendislik problemidir. Ancak, havaalanlarındaki esnek kaplamalar karayollarındaki esnek kaplamalardan çok daha büyük yüklere maruz kalmaktadırlar. Ayrıca, asfalt karışım oranları da farklılık göstermektedir. Bu nedenle, karayollarında kullanılan asfalt betonunun havaalanlarında kullanılması düşüncesi temel mühendislik hatası olarak nitelendirilebilir [2,6].

Havaalanı kaplaması çok farklı yükler ve çok değişken iklim ve çevre koşullarına maruz kalmaktadır. Kaplama tipi ve kalınlığına etki eden etmenler genel olarak Tablo.1’de verilmiştir. Bu etmenlerin bir çoğunun niceliği tespit edilememektedir [5].

Bu çalışmanın amacı, havaalanlarında esnek üstyapı kullanımının genel olarak değerlendirilmesi ve üstyapı tasarımında kullanılan yöntemlerin incelenmesidir. Kullanılan tasarım yöntemlerinin tarihsel gelişimi incelenmiş, yapılan uygulamalara ve tasarım metotlarına yer verilmiştir.

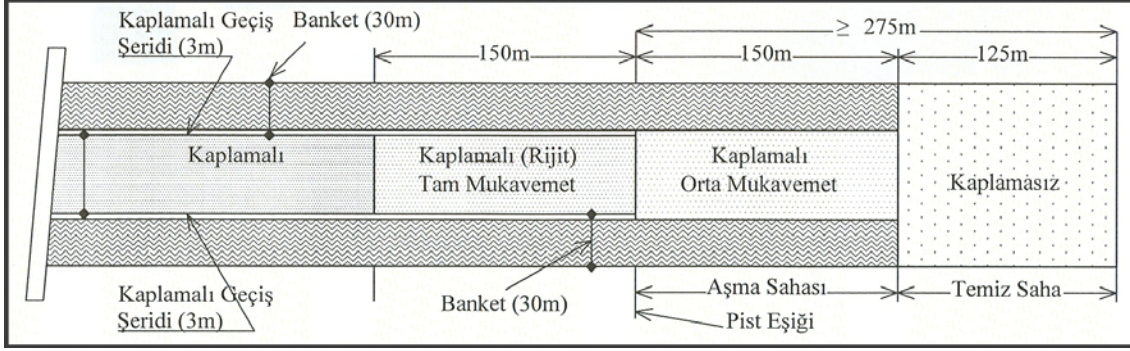
Tablo 1. Kaplama tipi ve kalınlığına etki eden ana etmenler ve değişkenler.

ANA ETMENLER	DEĞİŞKENLER
TRAFİK ve YÜK	Mevcut trafik hacmi, tahmini gelecek trafik hacmi, trafiğin dağılımı, teker yükü, teker düzeni, lastik basıncı, temas alanı, yük tekrar sayısı, yükün tatbik süresi
İKLİM ve ÇEVRE	Isı değişimleri, yağış miktarı, don derinliği, drenaj şartları, zemin özellikleri, donma-çözülme, konsolidasyon
MALZEME	Malzeme özellikleri (asfalt, beton, agrega ve içerdikleri malzemeler), tabakaların yük dağıtma ve mukavemet gibi mekanik özellikleri
YAPIM ve BAKIM	Kaplama tayini, tabaka kalınlığı, tabaka cinsi, yapım kalitesi ve kalite kontrol seviyesi, periyodik ve duruma dayalı bakım hizmetlerinin yapılması

Havaalanlarında Kaplamalı Saha ve Esnek Üstyapı

Havaalanlarında kaplamaya ihtiyaç duyulan özellikle uçuş hattındaki farklı kısımların her biri için farklı gereksinimler ve dikkate alınması gereken hususlar bulunmaktadır. Pist; kaymaya karşı direnç, iyi frenleme için iyi drenaj, hava taşıtında bulunan hassas elektronik cihazların zarar görmemesi ve yolcu konforu için satıh düzgünlüğü gibi özelliklere sahip olması gerekirken aynı zamanda modern hava taşıtlarının teker yüklerine karşı dayanıklı olmalıdır. Trafiğin daha yavaş seyrettiği, statik ve dinamik yüklerin etkilerinin daha fazla hissedildiği uçak park alanlarında ve apronlardaki ana gereksinim ise yüksek teker yüklerinin emniyetli bir şekilde taşınabilmesidir.

Yakıt ikmal ve bakım alanları gibi sahalarda ise kaplama teker yüklerine ve bakım araçlarının noktasal yüklerine karşı yeterli dayanımda ve dökülebilecek kimyasallara, yağ ve yakıt sızıntılarına karşı dirençli olmalıdır. Esnek kaplamaların genellikle, pist (pist başları hariç), taksi yolu, banket, kaplamalı aşma sahası gibi rijit kaplama gerektirmeyen alanlarda kullanımı daha uygundur [2,6,7]. NATO [4] kriter ve standartlarına göre pist kaplamalı saha gereksinimi ise Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Pist kaplamalı saha gereksinimi [4].

Yapımı oldukça maliyetli olan ve çeşitli hava taşıtlarınca kullanılan kaplamalı sahaların iyi tasarlanması, maliyetleri çok daha fazla olan hava taşıtlarının güvenliği için büyük önem arz etmektedir. Özellikle askeri uçaklar dikkate alındığında, bu maliyetler ve kaplamalı sahaların önemi daha da artmaktadır. Ülkemizde bulunan, sivil ve askeri hizmete açık havaalanlarının büyük çoğunluğu NATO bütçesiyle inşa edilmiştir. NATO [4] kriter ve standartlarına göre esnek kaplamalı saha asgari 15 yıl, rijit kaplamalı saha ise asgari 25 yıl hizmet vermelidir. NATO bütçesi ile yapılan kaplamalı sahalar için esnek kaplamalı sahalarda 10 yıl, rijit kaplamalı sahalarda ise 12 yıldan önce restorasyon bütçesi ayrılmamaktadır. Türk Hava Kuvvetlerinin sorumluluğunda yaklaşık 8 milyon metrekare esnek ve 7 milyon metrekare rijit kaplamalı pist bulunmaktadır. Yüklenici firma tarafından yapılan kaplamalı sahalarda metrekare yapım maliyeti pistler için 100 ile 140 USD arasında, taksi yolları ve apronlar için ise 70 ile 100 USD aralığında olmaktadır. Türk Hava Kuvvetlerinin sorumluluğunda yer alan kaplamalı sahalardan yalnızca pistlerin toplam yapım maliyeti 1,5 milyar USD gibi bir değeri bulmaktadır. Apron, taksiyolu, park sahası, takat sahaları vb. diğer kaplamalı sahalar da değerlendirildiğinde bu maliyet 3 milyar USD değerini aşmaktadır.

Pistlerin hizmet ömrü, üstyapı tasarım aşamasında ve inşasından sonra yürütülecek bakım faaliyetleri ile sadece bir yıl uzatılabildiği takdirde Türk Hava Kuvvetlerinin sadece yıpranma payı giderlerinden yıllık kazancı yaklaşık yaklaşık 15 milyon USD olacaktır. Daha güvenli kaplamalı sahalar sayesinde uçak kazalarının/kırılmalarının sayısında meydana gelecek azalmayla sosyal ve ekonomik alanda büyük kazançlar elde edilecektir.

Esnek Üstyapı Tasarım Yöntemleri

Esnek üstyapıların matematiksel modellenmesinde güçlüklerle karşılaşıldığı için analitik yöntemlere nazaran genel olarak ampirik tasarım yöntemleri kullanılmaktadır. Ampirik yöntem, deneysel sonuçlara dayanan, deney koşulları ile sınırlı kalan geleneksel tasarım yöntemidir. Analitik yöntem ise, üstyapıda kullanılan malzemelerin mekanik özellikleri, tahmini trafik yükü ve çevre koşulları dikkate alınarak bilgisayar programları yardımıyla tabaka kalınlıklarının belirlendiği gelişmiş yöntemdir. Analitik yöntemler kompleks mühendislik uygulamalarıdır.

Ampirik yöntemler, teori uzantılı ancak tecrübeye ve deneysel sonuçlara dayanan yöntemlerdir. California Bearing Ratio (CBR), Corps of Engineers, FAA (Federal Aviation Association), Load Classification Number (LCN), Aircraft Classification

Number/Pavement Classification Number (ACN/PCN) yöntemleri ampirik yöntemlerdir. Bunlardan CBR, Corps of Engineers, FAA yöntemleri hemen hemen aynıdır ve CBR yöntemine dayanmaktadır. Ülkemizde CBR, LCN ve ACN/PCN yöntemleri Milli Savunma Bakanlığı, Türk Hava Kuvvetleri ve Ulaştırma Bakanlığı tarafından kullanılmaktadır.

Üstyapı tasarımı gibi kompleks mühendislik uygulamasını teorik olarak modellemek isteyen araştırmacılar kullanılan malzemelerin şekil değiştirme etkilerinden ve bilgisayar teknolojisinden faydalanmışlar ve yeni modellemeler geliştirmişlerdir. Shell Oil Company ve Asfalt Enstitüsü tarafından geliştirilen ve kaplamayı elastik tabakalar olarak değerlendiren Elastik Tabaka Sistemi yeni modellemelerden en güncel olanıdır [3]. Bu yöntemde, tabakalar sonlu kalınlıkta ve yatayda sonsuz uzantılıdır. Sadece en alt tabaka aşağıya doğru uzamaktadır. Her tabakanın davranışı, elastisite modülü ve poisson oranı ile karakterize edilmektedir. Bu parametreler çeşitli laboratuvar deneyleri, arazi deneyleri veya tecrübelerle belirlenmektedir.

CBR Yöntemi [8]

CBR deneyi, basit olarak üniform basınç altında yapılan bir penetrasyon deneyidir. Zemin numunesine, dakikada 1,27 mm deplasman yaptırmak için uygulanan kuvvetin standart kırmataş numunesinde aynı penetrasyon derinliğine ulaşmak için uygulanan kuvvete oranı zeminin CBR değeri olarak adlandırılmaktadır. CBR deneyi, karayolu ve havaalanı esnek üstyapı tasarımında; elde edilen ve tasarım CBR değerleri ile tasarım abaklarının birlikte kullanılmasıyla kaplama için gerekli alttemel, temel ve yüzey tabakası kalınlıklarının tespit edilmesine olanak sağlamaktadır [2,3,8]. Karayollarında kullanılan CBR yöntemi 1928 yılında California Division of Highways tarafından geliştirilmiştir. Yöntem, II. Dünya Savaşı'nın başlamasından hemen sonra askeri havaalanlarında kullanılmak üzere Birleşik Devletler Ordusu Corps of Engineers tarafından adapte edilmiştir. Savaşın aniden başlaması havaalanı kaplama tasarım yöntemi hakkında hızla karar verilmesini gerektirmiştir. O dönemde, havaalanı kaplamalarına yönelik geliştirilmiş herhangi bir tasarım yöntemi bulunmamaktaydı. Ayrıca, savaş koşulları dikkate alındığında geliştirilecek tasarım yöntemi zaman kısıtlamasından dolayı işlevsel olmayabilirdi. Bu yüzden karayolu kaplamaları tasarımında kullanılan tüm yöntemlerin gözden geçirilmesi ve havaalanı kaplamalarında kullanılabilecek olan yöntemin belirlenmesi hedeflenmişti.

Birkaç ay sonra, önerilen yöntemlerin incelenmesinin ardından CBR yöntemi geçici olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu adaptasyondan sonra, yüksek lastik basıncını ve çoklu teker düzenini değerlendiren ampirik ve teorik çalışmalar neticesinde yöntem daha da geliştirilmiştir. 1950'li yıllar boyunca Corps of Engineers havaalanı kaplamaları ile ilgili tam-ölçekli deneyler gerçekleştirmiştir. Bu deneyler ve hizmette olan kaplamalar üzerinde yapılan performans çalışmaları tek teker yükler için CBR tasarım kriterinin,

- $\frac{\text{Kalınlık}}{\sqrt{\text{Temas alanı}}}$
- $\frac{\text{CBR}}{\text{Lastik basıncı}}$

parametreleri ile ifade edilebileceğini göstermiştir. Bu parametrelerin oluşturduğu eğri;

$$t = \sqrt{\left[\frac{P}{8.1(CBR)} - \frac{A}{\pi} \right]} \quad (1)$$

matematiksel eşitlik ile ifade edilmektedir.

Eşitlikte;

- t = Tasarım kalınlığı (in),
P = Tek teker yükü (lb),
A = Lastik temas alanı (in²) dır.

1959 yılında eşitlik (2) yük tekrarlarını ve çoklu teker düzenini de değerlendirecek şekilde geliştirilmiştir. Yeni eşitlikte eşdeğer tek teker yükü (ETTY) değeri de kullanılmıştır.

$$t = f \sqrt{\left[\frac{ETTY}{8.1(CBR)} - \frac{A}{\pi} \right]} \quad (2)$$

Eşitlikte;

- f = Tasarım kalınlığı yüzdesi (0.23log c + 0.15),
ETTY = Eşdeğer tek teker yükü (lb),
c = Maksimum gerilmedeki geçiş sayısıdır.

1960'lı yılların sonuna doğru Waterways Experiment Station, çoklu teker düzenine sahip ağır hava taşıtlarına yönelik kaplama kalınlığı gereksinimi üzerine çalışmalar yapmıştır. Bu hava taşıtları C-5A ve Boeing 747 gibi brüt ağırlıkları 600 kips (272.169 kg)'i aşan uçaklardır. Yapılan araştırmalar yukarıdaki eşitliğin düşük trafik hacminde tüm teker düzenleri için yeterli olduğunu ortaya koymuştur. Ancak eşitliğin, yüksek trafik hacminde çok yüksek kaplama kalınlıklarını verdiği tespit edilmiştir. Çalışmalar neticesinde geliştirilen eşitlik (3) aşağıdaki gibidir.

$$t = \alpha i \sqrt{\left[\frac{ETTY}{8.1(CBR)} - \frac{A}{\pi} \right]} \quad (3)$$

Eşitlikte;

- αi = Yük tekrar katsayısıdır.

Bu eşitlik CBR değerinin 15 veya daha az olduğu zeminler için önerilmektedir. 15 den büyük CBR değerleri hesaplamalara dahil edileceği durumda minimum kaplama kalınlığı, dayanıklılık ve uzun hizmet ömrü dikkate alınarak tespit edilmelidir. Revize edilmiş eşitliğin kullanılmasıyla herhangi bir hava taşıtı için CBR-Kaplama Kalınlığı eğrisi çizilebilir.

Bu yöntemde, belirli bir hava taşıtı trafiği için tasarım abaklarını ve zeminin CBR değerini kullanarak kaplama kalınlıkları ampirik olarak belirlenmektedir. Kullanılan tasarım abakları,

- Kaplama ve zemin üzerinde yük dağılımının teorik analizi,
- Deneysel kaplama analizi,
- Kullanılmakta olan kaplamaların performans analizi sonucu geliştirilmiştir.

Bu yöntem ile tüm kaplamanın kalınlığının yanı sıra alttemel, temel ve yüzey tabakalarının her birinin kalınlıkları saptanabilmektedir. Hesaplamalarda kaplama için 20

yıllık hizmet ömrü öngörülmektedir. Ancak kullanımdan, çevre ve iklim koşullarından dolayı yüzey tabakası onarımına 20 yıldan daha kısa sürede gerek olmaktadır. Yöntemin kullanılmasında

- Her bir hava taşıtının ağırlığı,
- Hava taşıtı tipi ve iniş takımı düzeni,
- Her bir hava taşıtının trafik hacmi,
- Belirli alandaki trafik yoğunluğu,
- Zemin özellikleri (mukavemeti),
- Kaplama malzemelerinin özellikleri gibi donelerin bilinmesi gerekmektedir.

Kaplama tasarımında yük önemli bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Tasarım, hava taşıtının maksimum kalkış ağırlığına göre yapılmaktadır. Bu ağırlığın % 95' inin ana iniş takımları, % 5' inin ise burun iniş takımı tarafından taşındığı kabul edilmektedir. Diğer bir parametre ise iniş takımı tipi ve düzenidir. İniş takımları hava taşıtıdan gelen yükün kaplama üzerine nasıl etkideğinin ve kaplamanın bu yüke karşı nasıl tepki verdiğinin değerlendirilmesi açısından önemlidir. Bu nedenle, çeşitli iniş takımı düzenleri için ayrı ayrı tasarım abakları oluşturulmuştur. Ancak, iniş takımları ile ilgili bazı kabuller yapılarak üstyapı tasarımında kullanılan değişken sayısının azaltılması amaçlanmıştır. Bu kabuller aşağıda sıralanmıştır.

1. Tek teker düzenine sahip hava taşıtları için herhangi bir kabul yapılması gerekmemektedir.
2. Çift teker düzenine sahip hava taşıtları için teker eksenleri arasındaki mesafe hafif uçaklar için 0.51 m, ağır uçaklar için 0.86 m olarak kabul edilmektedir.
3. Çift tandem teker düzenine sahip hava taşıtları için; hafif uçaklar için teker eksenleri arası mesafe 0.51 m ve tandem arası mesafe 1.14 m, ağır uçaklar için teker eksenleri arası mesafe 0.76 m, ve tandem arası mesafe 1.40 m olarak kabul edilmektedir.
4. Geniş gövdeli uçaklar (B-747, B-767, DC-10, L-1011 vb.) için; bu tip uçaklar her ne kadar çift tandem teker düzenine sahip olsalar da, ağırlık ve teker düzeni geometrisinden kaynaklanan farklılıklardan dolayı ayrı tasarım abakları mevcuttur.
5. Triple çift teker düzenine sahip B-777 ve A-380 gibi uçaklar üç sıra çift teker düzenine sahiptirler.
6. Lastik basıncı teker düzeni ve uçağın ağırlığına göre 75 psi -200 psi (515 Kpa-1380 Kpa) arasında değişmektedir. Bu değer 1380 Kpa olarak kabul edilmiştir.

Yük ve teker düzeni gibi tasarımda kullanılan diğer bir parametre ise her bir uçağın yıllık trafik hacminin belirlenmesi veya tahmin edilmesidir. Trafik hacmi tahmin edilirken yalnız kalkışlar dikkate alınmalıdır. Her tip hava taşıtının yıllık kalkış sayısının ayrı ayrı tahmin edilmesinden sonra tasarım uçağı belirlenmelidir. Çünkü bir havaalanı çok değişik tipte ve sayıdaki uçaklar tarafından kullanılmaktadır. Uygun tasarım abağının kullanılması ve kalkış sayısının girilmesi için havaalanını kullanan uçakların seçilen bir tasarım uçağı türünden ifade edilmesi gerekmektedir. Tasarım uçağı en ağır değil en fazla kaplama kalınlığı gerektiren uçak tipidir. Diğer bir ifadeyle, tasarım uçağı deneme-yanılma yoluyla saptanmalıdır. Tasarım uçağı cinsinden eşdeğer yıllık kalkış sayısının belirlenmesi için önce kaplamayı kullanacak tüm uçakların tasarım uçağı iniş takımı düzenine dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu amaçla FAA [10] tarafından dönüşüm katsayıları verilmiştir.

Kaplamayı kullanan uçaklar tasarım uçağına dönüştürüldükten sonra tasarım uçağı cinsinden yıllık kalkış sayısına dönüştürülmelidir. Bu amaçla aşağıdaki eşitlik kullanılmalıdır.

$$\text{Log } R_1 = \text{Log } R_2 \times \sqrt{\frac{W_2}{W_1}}$$

(4)

Eşitlikte;

R_1 = Tasarım uçağının eşdeğer yıllık kalkış sayısı,

R_2 = Tasarım uçağına dönüştürülecek uçağın yıllık kalkış sayısı,

W_1 = Tasarım uçağı teker yükü,

W_2 = Tasarım uçağına dönüştürülecek uçağın teker yüküdür.

Geniş gövdeli uçaklarda iniş takımı düzeni çok farklıdır. Bu nedenle hesaplamalarda, tasarım uçağı olarak seçildikleri durumda dahi, 136.100 kg ağırlığında ve çift tandem olarak kabul edilmelidirler.

Yapılan çalışmalar ve hesaplamalar sonucunda elde edilen zemin CBR değeri, maksimum kalkış ağırlığı ve yıllık toplam kalkış sayısı tasarım uçağının abağına girilerek toplam gerekli kaplama kalınlığı tespit edilir. Benzer şekilde alttemel tasarım CBR değeri de girilerek temel ve yüzey tabaka kalınlıkları da tespit edilebilir. Ancak her bir tabaka kalınlığının minimum şartları sağlaması gerekmektedir.

LCN/LCG Yöntemi [6,11]

Yük sınıflandırma numarası yöntemi (LCN) herhangi bir uçağın yükleme karakteristikleri ile kaplamaların yük taşıma kapasitelerine dayanmaktadır. Herhangi bir alana emniyetli iniş ve kalkış yapabilecek uçakların belirlenmesinde LCN değeri kullanılmaktadır. İlk olarak İngiliz Havacılık Bakanlığınca 1948 yılında geliştirilmiş ve teknik doküman olarak yayınlamıştır. Yöntem, 1956 yılında düzeltilmiş haliyle ICAO tarafından havaalanı üstyapısının taşıma gücü değerlendirmesinde önerilen yöntemlerden biri olarak benimsenmiştir. 1965 yılında ise ICAO'nun ilgili dokümanına dahil edilmiştir 1971 yılına kadar üstyapı tasarım ve değerlendirme konusunda önemli oranda bilgi birikimi oluşmuştur. Elde edilen veriler LCN yönteminin geliştirilmesi gereğini ortaya koymuştur. Bu nedenle, 1971 yılında yayınlanan doküman hava taşıtlarının LCN değerlerinin yedi grupta toplanması ile oluşan yük sınıflandırma grubu yani LCG kavramını ortaya koymuştur. LCG, belirli bir kaplama üzerinde yaklaşık aynı gerilmeleri oluşturan uçakları aynı grupta toplamaktadır. Bu sınıflandırmanın kaplama tasarımında basit ve yeterli olacağı düşünülmüştür.

1977 yılında yayınlanan ICAO dokümanında üstyapı dayanımlarının belirlenmesinde önerilen bir yöntem olmasına rağmen LCG sınıflarının pratikte kullanım için çok geniş bir LCN aralığı vermesinden ve düzeltilmiş yöntemin eski yöntem ile LCN değerleri açısından farklılık göstermesinden dolayı yöntem yerini Aircraft Classification Number/Pavement Classification Number (ACN/PCN) yöntemine bırakmıştır.

Teorik olarak, uçak tarafından zemine aktarılan yükün oluşturduğu gerilmenin iniş takımları aracılığı ile her uçak tipinde aynı olması sağlanabilir. İniş takımı ile kaplamaya aktarılan yükün temas alanı ise lastik basıncı ile tespit edilir. Bu amaçla aynı gerilmeyi oluşturan tek teker yükü için farklı yük ve lastik basıncı değerleri ile bir eğri oluşturulmuştur. Bu eğri, kaplama üzerinde aynı etkiyi oluşturan yük-lastik basıncı gruplarını göstermektedir. Eğri sayısal halde LCN olarak adlandırılır. LCN terimi, uçağın yükünü, lastik basıncını ve kaplamanın yük taşıma kapasitesini tek bir sayı ile ifade edebilmek için oluşturulmuştur. LCG kavramı ise yükleri yedi ayrı sınıfta toplamaktadır. Her bir uçağın LCN/LCG sınıfı mevcuttur. Bu yöntemde trafik hacmi tasarım aşamasında değerlendirilmemektedir. Zemin, çakıllı ve kireçtaşı olduğu durumlar için “iyi” ve killi olduğu durumlar için “kötü” olarak sadece iki sınıfta tanımlanmıştır. Yöntem, herhangi bir arazi için zemin sınıfının tespit edilmesinde mühendislik tecrübesini ön plana çıkarmaktadır. Bu yöntemde geliştirilen abakta yer alan, tasarım ve değerlendirmeye ait altı farklı alternatif, dünya çapında elde edilen deneysel sonuçlar ve tecrübelerle dayanarak ampirik olarak hazırlanmıştır. Mevcut kaplama performanslarının dikkate alındığı abakta, sıcaklıktan kaynaklanan gerilme ve trafik yoğunluğu gibi etkilerin dikkate alındığı düşünülebilir. Tasarımda, trafik yoğunluğunun tam olarak tanımlanamadığı ve kaplama kalınlığının değişmesinin maliyete olan etkisinin tespit edilemediği durumlarda mühendislik tecrübesinin kullanılması gerekmektedir. Yöntemin havaalanı işletmecileri ve pilotlar tarafından kullanılmasında;

- Uçağın LCN değerinin hesaplanması,
- Kaplamanın mukavemetinin, dolayısıyla LCG sınıfının tespit edilmesi gerekmektedir.

Uçak LCN değerinin bulunduğu LCG sınıfı, kaplamanın LCG sınıfına denk geldiği takdirde o uçak kaplama üzerinde tahditsiz operasyon gerçekleştirebilir. Aynı kaplama üzerinde LCG sınıfı daha düşük uçakların da tahditsiz operasyon gerçekleştirmesi mümkündür.

ACN/PCN Yöntemi [11,13]

1981 yılına kadar havaalanı kaplamaları LCN/LCG olarak adlandırılan yük sınıflandırma sistemi ile ifade edilirdi. Ancak ICAO 1977 yılında oluşturduğu bir çalışma grubu ile, havaalanı kaplamalarının daha güvenli ve etkin kullanılması dünya çapında kabul görecektir kaplama sınıflandırma yöntemi için çaba sarf etmekteydi [14]. Böylece;

- Pilotların uçakları ile ilgili farklı kaplamalar üzerinde izin verilebilir operasyon ağırlıklarını tespit edebilmeleri,
- Uçak üreticilerinin kaplama ve halen yapım aşamasında olan uçak arasında uygunluğu görebilmeleri,
- Havaalanı yetkilileri tarafından havaalanı üstyapısının değerlendirilmesi ve operasyon gerçekleştirebilecek uçakları rapor edebilmeleri mümkün olacaktır.

1981 yılında ICAO tarafından hava taşıtını ve kaplamayı sınıflandıran ACN/PCN yöntemi 26.11.1981 tarihli 35 No’lu düzeltme eki olarak Ek:14’te yayımlanarak önerilmiştir. Bu yöntem kaplama tasarımından daha çok havaalanı üstyapı mukavemetlerinin rapor edilmesinde sınıflandırma amacıyla kullanılmaktadır. Bundan dolayı tasarım ve değerlendirme konusunda özel bir yöntem önermemektedir [14]. ACN; belirli standart zemin mukavemeti için kaplamanın üzerine uçağın rölatif yük

etkisini, PCN ise; tahditsiz uçuşlar için kaplamanın yük taşıma kapasitesini ifade etmektedir. Diğer bir ifade ile, ACN değeri PCN değerine eşit veya daha az olan bir hava taşıtı o üstyapı üzerinde tahditsiz operasyon gerçekleştirebilmektedir. ACN/PCN yönteminin LCN yöntemine göre avantajları olmasına karşın, uluslararası kabul görmüş bir PCN belirleme yönteminin ve PCN değerlerinin ACN değerleriyle korelasyonunun bulunmayışının sıkıntıları yaşanmaktadır [16].

Yöntemin kullanımını kolaylaştırmak için uçak üreticileri yayınladıkları dokümanlarda uçakları için saptadıkları ACN değerlerini dört standart zemin mukavemeti kategorisinde vermektedirler. Bir uçağın ACN değerinin hesaplanabilmesi için; uçağın arka ağırlık merkezi, ağırlığı, teker aralığı, lastik basıncı ve benzeri operasyonel özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir [15]. Ayrıca ICAO [13] tarafından çeşitli uçakların ACN değerleri yayınlanmıştır. Bu yöntemde zemin mukavemeti için 4 ayrı CBR aralığı tanımlanmış ve zeminler 4 grupta toplanmıştır.

Esnek üstyapı ACN değerinin tespiti üç adımda gerçekleştirilir [11].

1. Üretici firmaların kaplama kalınlığı şartı eğrisi kullanılarak ana iniş takımı tarafından uygulanan 10 000 yük tekrarına mukavemet gösterecek kaplama kalınlığı uçak ağırlığı ve zemin CBR değeri kullanılarak belirlenir. Eğriden okunan değer referans kalınlıktır (t_c).
2. t_c kullanılarak Şekil 3.8' den DSWL 1 000 kg cinsinden elde edilir. DSWL, referans kaplama kalınlığı için kaplama üzerinde aynı gerilmeyi oluşturacak yükür. Bu aşamada standart tek teker lastik basıncı 181 psi (1.25 Mpa) olarak alınır.
3. ACN değeri DSWL' nin 2 katı olarak okunur.

ACN değeri aşağıdaki eşitlik kullanılarak ta bulunabilir.

$$ACN = \frac{\frac{t_c^2}{1000}}{\frac{0.878}{CBR} - 0.01249} \quad (5)$$

Eşitlikte;

t_c = Referans kalınlık (in),

CBR = Standart zemin CBR değeridir.

Bu yöntemde yük tekrarı [14] tam yük uygulamalarıdır. Uçak kaplama üzerindeki hareketlerini aynı veya önceden takip ettiği yörüngede gerçekleştirmez. Uçağın, izlemesi gereken yoldan ayrılması sapma olarak ifade edilir. Bu yüzden kaplamanın üzerindeki belirli bir noktanın tam yük uygulamasına maruz kalması için uçağın birden çok geçişi gerekmektedir. Geçiş/Maksimum Gerilmedeki Geçiş Sayısı oranı pass-to coverage oranı (P/C) dir. Her uçak için verilen bu oran kullanılarak maksimum gerilmedeki geçiş sayısı bulunabilir [14]. ICAO [13] PCN değeri ile birlikte yerel otoritenin aşağıdaki bilgileri de kodlu düzende yayınlamasını önermektedir. Herhangi bir kaplama için PCN kodlu düzeni beş kısımdan oluşmaktadır.

- PCN değeri,
- Kaplama tipi,
- Zemin mukavemet sınıfı,
- İzin verilebilir lastik basıncı,
- PCN tespitinde kullanılan yöntem.

Bu kodlu düzende PCN tam sayı ile ifade edilir. Kaplama tipi ise rijit kaplama için R, esnek kaplama için F ile temsil edilmektedir. Kompozit kaplamalarda durum biraz farklıdır. Eğer rijit kaplama üzerinde kalınlık açısından değerlendirildiğinde %75-100 oranında bitümlü takviye tabakası mevcut ise kaplama esnek, diğer durumlarda rijit olarak rapor edilir. Esnek kaplamalar üzerindeki lastik basınçları asfaltın kalitesi ve iklim koşulları göz önünde bulundurularak sınırlandırılabilirdiği unutulmamalıdır. Bunun nedeni düşük kaliteli asfalt karışımların yüklemeye dolaylı olarak oluşacak konsolidasyon neticesinde oluklanmaya sebebiyet vermesidir. Standartlara uygun olarak düzgün hazırlanmış ve yerleştirilmiş asfalt 1.5 Mpa dan daha büyük lastik basınçlarına dayanabilmektedir. Ancak standartlara uygun olmayan asfalt 0.7 Mpa basınç altında bile bozulma sergileyebilmektedir. Bu yüzden 4 – 5 in kalınlığında serilmiş iyi asfaltın X ve W, daha ince ve düşük kaliteli asfaltlar için ise Y ve Z kodları kullanılmalıdır [14]. Raporlamada kullanılan son parametre olan PCN tespitinde kullanılan yöntemin belirtilmesinde, T teknik değerlendirmeyi, U ise kullanıcı uçak yöntemini temsil etmektedir.

Federal Aviation Association (FAA) tarafından ACN değerinin tespiti için COMFAA adlı yazılım geliştirilmiştir. Program esnek üstyapı için;

- ACN değerini,
- ICAO [13] prosedürüne uygun olarak dört ayrı zemin grubu için kaplama kalınlığını,
- FAA [10] prosedürüne göre kaplama kalınlığını hesaplayabilmektedir.

Sonuç

Bu çalışmada belirtildiği şekilde, ampirik tasarım yöntemleri kaplama tasarımında yoğun olarak kullanılmaktadır.

LCN/LCG yönteminde trafik hacmi tasarım aşamasında değerlendirilmemektedir ve kaplama kalınlığının değişmesinin maliyete olan etkisinin tespit edilemediği durumlarda mühendislik tecrübesinin kullanılması gerekmektedir.

ACN/PCN yöntemi kaplama tasarımından daha çok havaalanı üstyapı mukavemetlerinin rapor edilmesinde sınıflandırma amacıyla kullanılmaktadır. Bundan dolayı tasarım ve değerlendirme konusunda özel bir yöntem önermemektedir.

Kaynaklar

1. Tunç, A., 2003, *Havaalanı Mühendisliği ve Uygulamaları*. Asil Yayın Dağıtım, Ankara.
2. U.S. Army Corps of Engineers, 2001, *Unified Facilities Criteria (UFC) 3-260-02*. Washington, DC.
3. Horonjeff, R., 1975, *Planning and Design of Airports*. McGraw-Hill.
4. NATO, 1999, *NATO Approved Criteria and Standards for Airfields*. NATO.
5. Tunç, A., 2004, *Kaplama Mühendisliği ve Uygulamaları*. Asil Yayın Dağıtım, Ankara.
6. Department of Environment, 1971, *Design and Evaluation of Aircraft Pavements*. United Kingdom.
7. European Asphalt Pavement Association, 2003, *Airfield Uses of Asphalt*. EAPA, Breukelen.

8. Aytekin, M., 2004, *Deneysel Zemin Mekaniği*, Teknik Yayinevi, Ankara.
9. Ashford, N., Wright, P.H., 1992, *Airport Engineering*. John Wiley&Sons.
10. FAA, 1995, *AC 150/5320-6D Airport Pavement Design and Evaluation*. FAA.
11. Department of Environment, 1989, *A Guide to Airfield Pavement Design and Evaluation*. United Kingdom.
12. Loizous, A., Abacoumkin, C., and Charonitis, G., 1998, *Investigation of the ACN-PCN Method for the Structural Evaluation of Flexible Airport Pavements*, *Technika Chronika*, 18(2), 75-85.
13. International Civil Aviation Organization, 1983, *Aerodrome Design Manual, Part 3: Pavements*. International Civil Aviation Organization, Canada.
14. FAA, 2006, *AC 150/5335-5A Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength*. FAA.

Polipropilen Fiberlerin Bitümlü Sıcak Karışımlarda Katkı Malzemesi Olarak Kullanımı

Serkan Tapkın

Anadolu Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 26555, Eskişehir

Tel: 222-3213550/6619

E-Posta: cstapkin@anadolu.edu.tr

Öz

Polipropilen fiberler, inşaat mühendisliğinde uzun yıllardan beridir yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Bu fiberlerden özellikle beton teknolojisinde üç boyutlu bir donatılendirma tekniği olarak yararlanılmaktadır. Bu çalışmada polipropilen fiberlerin bitümlü sıcak karışımlarda katkı malzemesi olarak kullanımı ele alınmıştır. Bu çalışmaya esas oluşturacak temel karışım olarak kalkerli agrega ve 60/70 penetrasyonlu asfalt çimentosundan oluşan yoğun bitümlü karışım seçilmiştir. Optimum bitüm içeriğinde polipropilen fiber katkı ve katkısız standart Marshall briketleri üzerinde ilk olarak standard stabilite ve akma deneyleri yapılmıştır. Numuneler üzerinde yapılan bu deneyler sonucu görülmüştür ki, birçok denemeden sonra belirlenmiş olan yüzde değerinde katılan polipropilen fiberler, test edilen numunelerin Marshall stabilite değerlerini önemli oranda arttırırken, akma değerlerinde de dikkate değer düşüslere yol açmıştır. Böylece Marshall briketlerinin rijitlik modüllerinde kayda değer artışlar sağlanmıştır. Çalışmanın son aşamasında ise, yoğun bitümlü sıcak karışımlarda görülen yorulma çatlaklarının laboratuar ortamında oluşumunun modellenip gözlenebilmesi amacıyla UMATTA test cihazı kullanılarak endirek yorulma testleri yapılmıştır. Karşılaştırılabilir sonuçlar elde edilebilmesi bakımından, test şartları polipropilen fiber katkı ve katkısız Marshall briketleri için sabit tutulmuştur. Elastik ve kalıcı birim deformasyonların incelenmesi, polipropilen fiber katkı Marshall briketlerinin laboratuar yorulma ömürlerinin polipropilen katkısız Marshall briketlerine göre daha uzun olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Polipropilen fiberler, Marshall testi, UMATTA test cihazı, Endirek yorulma testi, Yorulma ömrü.

Giriş

Polipropilen fiberler, beton karışımlar içerisinde, uzun yıllardan beridir kullanılmakta olan bir mikro donatı çeşidi olarak literatürde yerini almıştır (Song ve diğ. 2005). Polipropilen fiberler betonu bir anlamda üç boyutlu olarak tali bir şekilde donatılmaktadırlar ve böylece beton daha tok ve dayanıklı bir hale gelmektedir (Noumowe 2005). Fakat polipropilen fiberlerin kullanılması betonda kullanılan hasır çelik donatının yerini almamaktadır. Polipropilen fiberler betonda daha çok bir tali donatı görevini üstlenmekte ve uygulamalarda sıklıkla karşımıza çıkan çelik tali donatı liflerinin

bir anlamda yerini almaktadırlar. Yüksek dayanımlı beton imalatında ise polipropilen fiberler uygulamada önemli bir yer tutmaktadır. Günümüzde asfalt teknolojisinde de önemli yenilikler olmaktadır. Artık esnek üstyapı elemanlarından daha çok verim almak amacıyla yeni teknikler geliştirilmekte ve de malzeme bilimi açısından yenilikler ortaya çıkmaktadır. Seksenli yıllarla beraber bitümlü bağlayıcıların ve asfalt agrega karışımların çeşitli polimerlerle modifiye edilmesi asfalt mühendisliğine yeni ufuklar açmıştır. Özellikle polimer bazlı katkıların hem bitümlü bağlayıcıların modifiye edilmesinde ve hem de asfalt agrega karışımların modifiyesinde sıklıkla kullanılmaya başlanmasıyla beraber yeni bir pazar oluşmuştur. Çok çeşitli katkıların (özellikle polimer bazlı) kullanım alanı bulunduğu bu yeni pazar ise son derece hızlı bir şekilde gelişmekte ve yapılan yeni araştırmalar her geçen gün daha fazla kullanım alanı bulmaktadır (Yıldırım 2007). Peki acaba polipropilen fiberlerin asfalt mühendisliğinde yeri ve önemi nedir?

Asfalt mühendisliğinde polimer bazlı katkıları uzun yıllardan beri kullanılmaktadır (Yıldırım 2007). Ancak gerek her bir katkının uzun yıllar süren laboratuvar ve arazi çalışmaları sonucu geliştirilmiş olması ve gerekse pazarda birçok şirketin pay kapmaya çalışması yüzünden polimer bazlı katkı malzemelerinin hemen hemen hepsi patentlidir ve bu yüzden bu malzemeleri imal edilen asfalt karışımlarda (veya bitüm modifikasyonunda) kullanabilmek için önemli miktarda bir mali kaynak gerekmektedir. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler için bu özel teknoloji gerektiren polimer bazlı katkı malzemelerinin kullanımı ekstra bir maliyet doğurmaktadır.

Polimer modifiye edicilerin başlıca kullanım alanları otoyollar, işlek kavşaklar, tırmanma şeritleri, otoparklar, havaalanları ve yarış pistleri olarak sayılabilir (King ve diğ. 1999). Tüm bu uygulamalarda görüldüğü üzere yoğun trafik yükü ve yüksek dingil ağırlıklarının sıklıkla görüldüğü günümüz yollarında artık modifiye asfaltların kullanılmasının kaçınılmazlığı yadsınamaz bir gerçek olarak karşımıza çıkmaktadır. Polimer modifikasyonu ile imal edilen esnek kaplamaların oluklanmaya, düşük ısı çatlaklarına, yorulma çatlaklarına, soyulmaya ve sıcaklık etkilerine karşı son derece dayanıklı olduğu ve servis ömürlerinin normal esnek kaplamalara kıyasla daha uzun olduğu yapılan araştırmalarla kanıtlanmıştır (Terrel ve Walter 1986). Uygulamada sıklıkla kullanılan polimer katkıları ise SBS, SBR, ELVALOY®, EVA, polietilen ve benzeri isimlerle anılan katkılardır. Bu katkıları kullanılarak modifiye edilen bitümlerden beklenen ise daha fazla elastik geri kazanıma, daha yüksek yumuşama noktasına, daha fazla viskoziteye, daha fazla duktiliteye ve daha iyi bağ yapma yeteneğine sahip olmalarıdır (King ve diğ. 1999).

Bütün bu istenilen özelliklerinin yanısıra polimer modifiye ediciler esnek kaplama imalatının maliyetini önemli ölçüde arttırmaktadırlar. Fakat polipropilen fiberler yurdumuzda üretilen bir katkı malzemesi olup yurtdışına bağımlılığı bir anlamda ortadan kaldırmakta ve teknoloji transferi yapma gereğini bertaraf etmektedirler. Ayrıca yukarıda sayılan katkıları, özellikle SBS (ki dünyada asfalt modifikasyonunda kullanılan en yaygın polimer katkılarından biridir) bitüm modifikasyonunda kullanılmakta ancak bitüme katılması için yüksek kesme mikserlerine ihtiyaç duymakta ve dolayısıyla zaten pahalı bir imalat olan asfalt üretimini daha da özel ekipmanların kullanımıyla iyice pahalı bir hale getirmektedir. Fakat polipropilen fiberler, gerek asfalta karışım esnasında eklenebilme özelliği ve gerekse bitüm modifikasyonunda kesme işlemine gerek duymaması nedeniyle çok kolaylıkla mevcut ve işlemekte olan asfalt plantlerinde ekstra bir maliyet yaratmadan

rahatlıkla kullanılabilir. Bu da özellikle Türkiye gibi modifiye asfalt uygulamalarına yeni yeni başlamış olan ve kaynakları kısıtlı olan ülkeler açısından son derece önemli bir avantajı beraberinde getirmektedir.

Polipropilen fiberler özellikle Amerika Birleşik Devletlerinde uzun yıllardan beri bilinen ve çeşitli uygulamalarda asfalt karışımlara kuru ya da ıslak bazda katılan bir katkı malzemesidir. Özellikle Ohio Eyaleti Ulaştırma Departmanı (ODOT) tarafından uzun yıllar boyu esnek üstyapı imalatlarında test edilen polipropilen fiberler gerçekten çok iyi sonuçlar vermiş ve hatta yüksek performanslı asfalt kaplama imalatını konu alan bir standard ODOT tarafından yayınlanmıştır (ODOT 1998). Bu standartta esnek karışımların imalatı, serilmesi ve sıkıştırılması ile ilgili son derece detaylı bilgiler verilmiştir. Ayrıca polipropilen fiberler, plastik endüstrisinin aynı zamanda atık bir ürünü olduğundan dolayı bir anlamda geri kazanım ürünü olarak da değerlendirilebilmektedir. Bunun yanı sıra piyasada mevcut bulunan polimer modifiye edicilerin maliyetleri ile karşılaştırıldığında ise polipropilen fiberler son derece ucuz, bol ve kolay bir şekilde elde edilebilmektedirler. Bu çalışma tüm bu bilgi ve olguların ışığında gerçekleştirilmiştir.

Deneysel Çalışma

Bu çalışmada her yüze 50 vuruş yapılan standard Marshall numuneleri kullanılmıştır. Çalışma boyunca asfalt agregaya karışımına polipropilen fiberler kuru şekilde eklenmişlerdir. Polipropilen fiberlerin erime sıcaklığı 160°C olduğundan dolayı agregaya ve bitümün karıştırılması sırasında fiberler homojen bir şekilde erimiş ve karışım içerisine dağılmışlardır. Marshall numuneleri üzerinde standard stabilite ve akma deneylerinin yanı sıra indirek çekme deneyleri yapılarak asfalt numunelerinin yorulma ömürleri hesaplanmıştır.

Deneylerde Kullanılan Malzemeler

ODOT tarafından yayınlanan standarda göre asfalt kaplamaların modifikasyonunda kullanılacak olan polipropilen fiberlerin fiziksel özellikleri Tablo 1'deki gibi olmalıdır.

Tablo 1. Polipropilen fiberlerin Ohio Eyaleti Ulaştırma Departmanı'na göre sahip olması gereken fiziksel özellikler (ODOT 1998).

Özellik	Değer	Standard
Denye, gr/denye	4±1	ASTM D-1577
Uzunluk, mm	10±2	-
Çekme mukavemeti (minimum), Mpa	276	ASTM D-638
Özgül ağırlık, kg/m ³	910±4	ASTM D-792
Erime sıcaklığı, °C	160	-

Yapılan laboratuvar deneyleri boyunca yerli bir üreticiden temin edilmiş olan polipropilen fiberler kullanılmıştır. Bu fiberlerin fiziksel özellikleri ise Tablo 2'de verilmektedir.

Laboratuar çalışmalarında ise kalker bazlı agrega ve 60/70 penetrasyon bitüm kullanılmıştır. Kullanılan agregaların ve bitümün bazı fiziksel özellikleri Tablo 3, 4 ve 5’de belirtilmiştir.

Tablo 2. Laboratuar deneylerinde kullanılan polipropilen fiberlerin fiziksel özellikleri.

Özellik	Değer	Standard
Safılık, %	100%	-
Renk	Saydam	-
Uzunluk , mm	3 - 50	-
Erime sıcaklığı, °C	160	-
Özgül ağırlık, kg/m ³	910	ASTM D-792
Yanma noktası, °C	590	
Kırılma geçiş sıcaklığı, °C	-18	
% 40’lık NaOH solüsyonunda 20°C’da 1000 saat kaldıktan sonra mukavemetin yüzdesi cinsinden alkali rezistansı	99.5	-
Su emme, %	0.01-0.02	ASTM D-570
20°C ve %65 bağıl nemlilikte nem muhafazası	< 0.1%	-
Kopma dayanımı, MPa	31-41	ASTM D-638
Uzama, %	≥ 33	ASTM D-638
Kopmada uzama, %	100-600	ASTM D-638
Çekme dayanımı, MPa	300-327	ASTM D-638
Basınç dayanımı, Mpa	37-55	ASTM D-695
Eğilme mukavemeti, Mpa	41-55	ASTM D-790
Çekme modülü, Mpa	1137-1551	ASTM D-638
Eğilme modülü, 23 °C, Mpa	1172-1723	ASTM D-790
Sertlik, Rockwell	R80-R102	ASTM D-785
Isıl genleşme katsayısı, lineer, m/m/°C	0.031-0.039	ASTM D-696

Tablo 3. Deneylerde kullanılan kalker bazlı kaba agreganın fiziksel özellikleri.

Özellik	Değer	Standard
Hacim özgül ağırlık, kg/m ³	2695	ASTM C 127-80
Zahiri özgül ağırlık, kg/m ³	2715	ASTM C 127-80
Su emme, %	0.29	ASTM C 127-80

Tablo 4. Deneylerde kullanılan kalker bazlı ince agreganın fiziksel özellikleri.

Özellik	Değer	Standard
Hacim özgül ağırlık, kg/m ³	2682	ASTM C 127-80
Zahiri özgül ağırlık, kg/m ³	2534	ASTM C 127-80
Su emme, %	1.43	ASTM C 127-80

Tablo 5. Deneylerde kullanılan bitümün fiziksel özellikleri.

Özellik	Değer	Standard
Penetrasyon, 25°C, 1/10 mm	63.5	ASTM D 5-73
Penetrasyon İndisi	+ 1.2	-
Düktilite, 25°C, cm	> 100	ASTM D 113-79
Isınma kaybı, %	0.06	ASTM D 6-80
Özgül ağırlık, 25°C, kg/m ³	1036	ASTM D 70-76
Yumuşama noktası, °C	57.2	ASTM D 36-76
Parlama noktası, °C	230	ASTM D 92-78
Yanma noktası, °C	270	ASTM D 92-78

Deneylerde kullanılan kalker bazlı agreganın gradasyonu ise Karayolları Genel Müdürlüğü'nün Tip 3 aşınma tabakası limitlerine göre seçilmiştir. Bu değerler Tablo 6'da görülebilir.

Tablo 6. Deneylerde kullanılan Tip 3 aşınma tabakasının gradasyonu.

Elek boyutu, mm	Gradasyon limitleri, %	% Geçen	% Kalan
12.7	100	100	0
9.52	87-100	93.5	6.5
4.76	66-82	74	19.5
2.00	47-64	55.5	18.5
0.42	24-36	30	25.5
0.177	13-22	17.5	12.5
0.074	4-10	7	10.5
Tava	-	-	7

Her yüze 50 vuruş yapılarak hazırlanan Marshall numuneleri üzerinde yapılan analizler sonucu optimum bitüm içeriği %5.5 (agreganın ağırlıkça yüzdesi) olarak belirlenmiştir. Polipropilen fiber katkılı numunelerde %5.5 bitüm oranı kullanılarak hazırlanmış ve bu numunelere sırasıyla %0.3, %0.5 ve %1 oranında fiber eklenmiştir (agreganın ağırlıkça yüzdesi). Polipropilen katkılı numuneler üzerinde de stabilite ve akma deneyleri yapılmış, değişik katkı oranlarındaki numunelerinde optimum bitüm içerikleri belirlenmiş ve son olarak da bu numunelerin mekanistik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yorulma deneyleri yapılmıştır.

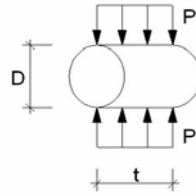
Marshall Numuneleri Üzerinde Yapılan Deneyler

Marshall numuneleri üzerinde yapılan deneyler sonucunda stabilite ve akma değerleri elde edilmiştir. Ayrıca standard bir Marshall dizaynı için gereken tüm numune parametreleri de hesaplanmıştır. %3.5 bitüm içeriğinden başlayarak %6.5'a kadar %0.5 artışlarla her bir yüzde değeri için 3'er tane olmak üzere toplam 84 adet Marshall numunesi test edilmiştir (4 seri). Bu 84 numune içerisinde %0.3, %0.5 ve %1 oranında polipropilen fiber katkılı numune serileri de bulunmaktadır. Yapılan detaylı analizler sonucu polipropilen fiber eklenerek hazırlanan Marshall numunelerinin optimum bitüm içeriğinin de %5.5 civarında olduğu görülmüştür. Yalnız polipropilen katkılı numunelerin stabilite, akma, birim ağırlık,

yüzde hava boşluğu, mineral agregadaki boşluk oranı (VMA) ve asfaltla dolu boşluk (V_f) değerlerinde büyük farklılıklar gözlemlenmiştir.

Yorulma, bir malzemenin, bir veya daha fazla noktada, dış etkenlerle yeterli sayıda değişken gerilme ve deformasyonlara maruz kaldığında, malzemede ilerlemiş yerel kalıcı yapısal değişikliklerin meydana gelmesi ve malzemede çatlakların oluşması veya tamamen kırılmasıyla neticelenen olaya verilen genel bir tanımlamadır (ASTM 1963). Genellikle malzemenin maruz kaldığı tekerrür eden gerilmeler malzemenin ilk dayanımının oldukça altındadır. Bir malzemenin yorulma ömrü malzeme özellikleri ve davranışının yanında, gerilme seviyelerine, yükleme sürelerine, yük tekerrürleri arasındaki dinlenme sürelerine de bağlıdır. Esnek kaplamalarda kaplamanın ömrü çoğu zaman aşınma veya binder tabakasında malzemenin çekme gerilmeleri altında yorulması neticesinde yüzeyde timsah sırtı olarak tabir edilen çatlakların oluşması ile son bulmaktadır. Bu sebeple asfalt betonunun yorulma özellikleri büyük önem arz etmektedir. Laboratuarda yapılan yorulma deneylerinde genellikle sabit gerilme veya sabit birim deformasyonlar kullanılmaktadır. Yorulma deneyi laboratuarda farklı düzeneklerle ve değişik numune tipleri üzerinde yapılmaktadır. En yaygın olarak kullanılan yöntem giriş elemanlarının tekerrürlü yük altında eğilmeye maruz bırakılmasıdır. Diğer bir yöntem ise endirek yorulma testi olarak anılan, silindir şeklindeki numuneler üzerinde yük tekerrürlü dolaylı çekme deneyidir. Bu tip deney, Marshall numuneleri ve mevcut yollardan alınan silindir karot numunelerinin test edilmesine olanak sağlamaktadır (ASTM 1963).

Endirek yorulma (çekme) deneyi stabilize malzemeler için sıklıkla kullanılan bir deney yöntemidir. Bu test seksenlerden önceki yıllarda özellikle beton numuneler üzerinde yapılmakta iken son yıllarda asfalt numuneler üzerinde de uygulanmaya başlanmıştır. Endirek yorulma testinde silindir numunelere Şekil.1'de gösterildiği gibi silindirin daire eksenini doğrultusunda çizgi halinde tekerrürlü yükleme yapılmaktadır. Uygulanan yük altında silindir eksenine dik, yatay yönde oluşan gerilmeler, esneklik modülü ve birim çekme gerilmeleri hesaplanabilmektedir. Yorulma ömrü, esneklik modülünün ilk değerlerin belirli bir oranına kadar azalması, ki bu değer genellikle %50 olarak kabul edilir (Bonnaure ve diğ. 1980) veya numunede ilk çatlağın oluşması için gerekli yük tekerrür sayısı ile belirlenmektedir (ASTM 1963).



Şekil 1. Marshall numunelerinin endirek yorulma testinde yükleme paterni.

Endirek yorulma testinde çekme gerilmesi, esneklik modülü ve birim çekme deformasyonu aşağıdaki denklemlerle hesaplanmaktadır (Wallace ve Monisimith 1980, ELE-UMATTA 1994)

$$\sigma_T = \frac{2 \times P}{\pi \times t \times D} \quad (1)$$

$$S_m = \frac{P \times (\mu + 0.273)}{(H \times t)} \quad (2)$$

$$\varepsilon = \frac{H}{D} \quad (3)$$

Yukarıdaki eşitliklerde σ_T çekme gerilmesi (N), S_m esneklik modülü (Mpa), ε toplam birim deformasyon, P uygulanan düşey yükün maksimum değeri (N), t numunenin kalınlığı (mm), D numunenin çapı (mm), H yükleme esnasında oluşan toplam yatay deformasyon (mm) ve μ Poisson oranı'dır.

UMATTA test cihazı, hazırlanmış olan Marshall numunesinin hem esneklik modülünü, hem de kalıcı ve elastik birim deformasyonlarını bulmaya yarayan bir deney sistemidir. Sistem tamamen otomatik bir şekilde çalışmakta ve bağlı olduğu bilgisayar ve UMAT adı verilen bir paket program tarafından kontrol edilmektedir. Uygulanacak yük seviyesi, yük tekrür sayısı, her yük vuruşunda maksimum yüke ulaşma süresi gibi parametreler test başlangıcında sisteme girdi olarak verilmektedir. Deney sırasında belirli aralıklarla test parametreleri ile birlikte numunedeki elastik ve kalıcı yanal deformasyonlar kaydedilmekte, çekme gerilmesi, birim deformasyonlar ve elastik modül değerleri hesaplanmaktadır. Deney ısı kontrollü bir ünite içerisinde yürütülmekte, numunenin iç ve yüzey sıcaklığı da sürekli kaydedilmektedir. Test düzeneği ve yükleme prosedürü ile ilgili bilgiler literatürde detaylı bir şekilde anlatılmaktadır (Wallace ve Monisimith 1980, ELE-UMATTA 1994).

Yorulma çatlaklarının (tımsah sırtı ya da kümes teli şeklindeki çatlaklar) oluşumunun laboratuvar ortamında modellenmesi ve polipropilen fiber katkısının bu çatlakların oluşumundaki etkisinin incelenebilmesi açısından endirek yorulma deneyleri gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada daha önceden optimum bitüm içeriğinde hazırlanmış polipropilen katkılı ve katkısız Marshall numunelerine endirek yorulma deneyleri uygulanmış ve oluşan yanal deformasyonlar LVDT'ler yardımıyla ölçümlenmiştir. Endirek yorulma deneyini sonlandırma kriteri olarak numune yüzeyinde gözle görülür çatlakların oluşması belirlenmiştir. Endirek yorulma deneyleri sıcaklık kontrollü bir ünite içerisinde gerçekleştirilmiş ve bu sıcaklık değeri gerçek arazi koşullarını laboratuvar ortamında simüle edebilmek amacıyla 50°C olarak seçilmiştir. Poisson oranı sisteme 0.35 olarak girilmiş, her yük tekrüründe maksimum 1000 N kuvvet, 500 ms vuruş süresi, 100 ms maksimum yüke ulaşma süresi uygulanmıştır. Tüm yorulma deneyleri aynı parametreler kullanılarak yapılmıştır. Bu parametreler, kontrol(katkısız) ve polipropilen fiber katkılı asfalt betonunun yüksek sıcaklıklarda, yavaş ve ağır taşıt trafiği altında yorulma davranışlarını göreceli olarak laboratuvar test ortamında mukayese etmek üzere seçilmiştir. UMATTA test cihazı ile gerçekleştirilen yorulma testinde, yük tekrürü ile malzemenin davranışını karakterize eden elastik deformasyon, kalıcı deformasyon ve esneklik modülü değerlerinin test süresince değişimi gözlenebilmekte ve UMAT yazılımı bu değişimleri veri toplama sistemi aracılığıyla kişisel bir bilgisayara kaydetmektedir.

Deneylerin Sonuçları

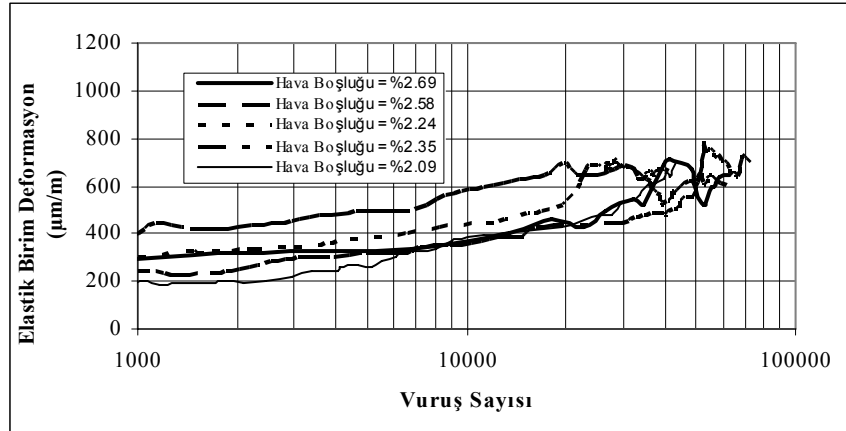
Yapılan deneylerin sonuçları Tablo 7 ve Şekil 2'den Şekil 5'e kadar olan grafiklerle verilmiştir. Yapılan deneyler sonucunda fiber katkılı numunelerin birim ağırlıklarının

katkısız numunelerden az olduğu gözlemlenmiştir. Polipropilen fiberlerin yüzde ağırlıkları arttıkça hava boşluklarının da arttığı görülmüştür. Bu özellik sıcak iklimlerde hizmet edecek esnek kaplamalarda oluşabilecek kusmalara karşı bir çözüm olarak önerilebilir. Fakat polipropilen katkılı ve katkısız numeler arasındaki en belirgin fark ise stabilite değerlerindeki %29 artıştır. Ayrıca akma değerlerinde ise %31'lik bir azalma söz konusudur. Tüm bu değerler, kontrol, %0.30, %0.50 ve % 1 polipropilen fiber katkılı numuneler göz önüne alındığında Tablo 7'de yer almaktadır. Tablo 7'de verilmekte olan değerler optimum bitüm içeriği olan %5.5 için geçerli olup her bir rakam 3'er adet standard Marshall numunesinin ortalama değerleridir.

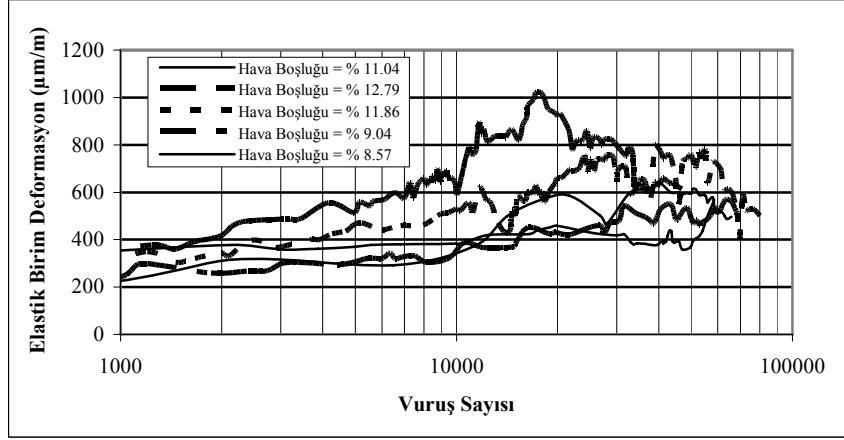
Tablo 7. Standard Marshall numunelerinin bazı fiziksel özellikleri.

Polipropilen katkısı, (agreganın ağırlıkça)	0 %	%0.30	%0.50	%1
Birim Ağırlık (g/cm ³)	2.477	2.358	2.312	2.276
Hava boşluğu (%)	3.14	7.56	8.97	10.44
Stabilite (kg)	1722	1946	2133	2227
Akma (mm)	3.57	2.72	2.61	2.45
Marshall Oranı	482	715	817	909

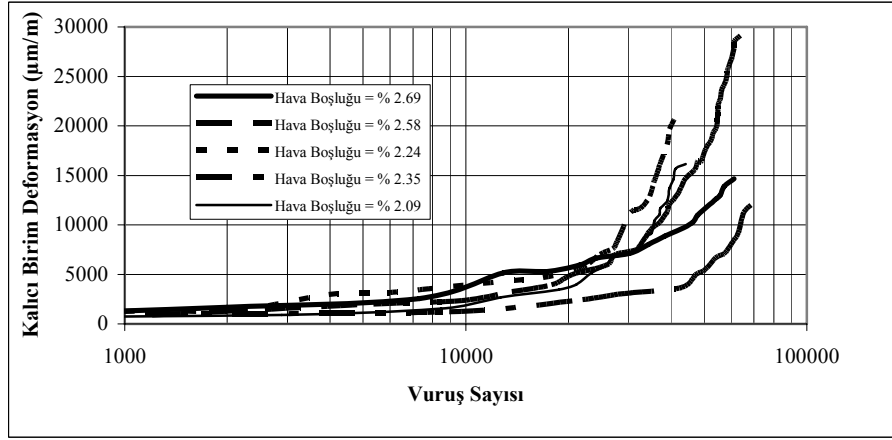
Şekil 2-5 arasındaki dört adet şekilde yer alan grafikler ise gerilme kontrollü indirek yorulma deneyleri yapılarak elde edilmiş olan ve % 1 polipropilen katkılı 3'er adet standard Marshall numunesinin ortalama test değerleridir. İncelenen numuneler tamamiyle farklı yorulma ömrü davranışları göstermişlerdir. Bu şekillerin incelenmesinden görülmektedir ki polipropilen katkılı Marshall numunelerin yorulma ömürleri daha uzundur. Asfalt numunelerin yüzeyinde gözle görülebilir ilk çatlak oluştuğunda deneyler



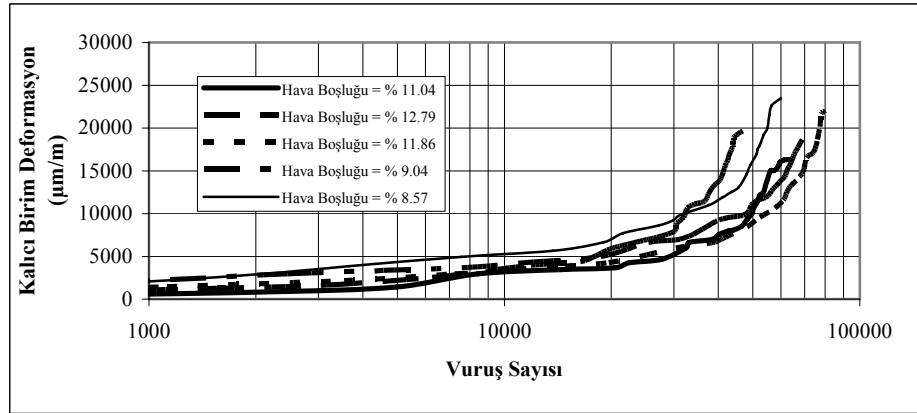
Şekil 2. Kontrol numunelerinin elastik birim deformasyon değerlerinin vuruş sayısı ile değişimi.



Şekil 3. Polipropilen fiber katkıli numunelerin elastik birim deformasyon değerlerinin vuruş sayısı ile değişimi.



Şekil 4. Kontrol numunelerinin kalıcı birim deformasyon değerlerinin vuruş sayısı ile değişimi.



Şekil 5. Polipropilen fiber katkıli numunelerin kalıcı birim deformasyon değerlerinin vuruş sayısı ile değişimi.

sona erdirilmiştir. Kalıcı birim deformasyonların incelenmesinden şu sonuca varılmıştır ki kalıcı birim deformasyon artışı belirli bir vuruş sayısına kadar neredeyse doğrusal bir şekilde artarken numune yüzeyinde mikro çatlaklar oluşmaya başladığı andan itibaren son

derece hızlı bir şekilde artmaya başlamaktadır (Tapkın 1998). Numune yüzeyinde ilk gözle görülebilir çatlakın oluşması kriteri göz önüne alındığında polipropilen fiber katkılı numunelerinin yorulma ömürlerinin ortalama olarak %24 oranında artmış olduğu görülmektedir.

Sonuçlar ve Öneriler

Yapılan Marshall dizaynları ve endirek yorulma deneyleri sonucu göstermiştir ki karışımlara eklenen polipropilen fiberler asfaltın özelliklerini önemli oranda değiştirmişlerdir. Karışıma eklenen polipropilen fiber oranının artmasıyla beraber Marshall stabilite değerlerindeki artış %1 oranında katkıya gelindiğinde %29'a çıkmıştır. Akma değerleri ise %31 oranında azalmıştır. Yorulma ömürleri ise bu iki parametreye doğrudan bağlı bir şekilde ortalama %24 artmıştır. Polipropilen fiberlerin farklı özgül ağırlık ve de fiziko-kimyasal özelliklere sahip olmalarından dolayı asfalt betonunda önemli fiziksel ve kimyasal değişikliklere yol açtığı son derece bariz bir gerçektir. Bu çalışmada elde edilen sonuçların ışığında asfalt-agrega karışımlara kuru bazda polipropilen ilave edilmesi, mekanistik özellikler göz önüne alındığında karışımlar üzerinde son derece pozitif bir etkiye sebep olmuştur. Bunun yanısıra polipropilen fiber-bitüm pastasının farklı elasto-plastik davranışlar göstermesi ve bağlayıcı özelliklerinin katkısız numunelerden değişik olması da ayrıca incelenmesi gereken bir konudur. Bu sebeple polipropilen fiberlerin direkt olarak bitüme eklenmesi ve modifikasyonun bitümlü bağlayıcı bazında yapılarak daha farklı katkı oranlarında yeni deneyler yapılması bundan sonraki çalışmalara uygun bir baz teşkil edebilir.

Kaynaklar

ASTM (1963) A guide for fatigue testing and the statistical analysis of fatigue data American Society for Testing and Materials, STP No.91.

Bonnaure F., Gravois A., Udron J. (1980) A new method for predicting the fatigue life of bituminous mixes. Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, Vol. 49, pp. 499-524.

ELE-UMATTA (1994) Universal materials testing apparatus for asphalt and unbound specimens. ELE, Reference and Operating Manual.

King G. et al. (1999) Additives in asphalt. Journal of the Association of Paving Technologists, Vol. 68, pp. 32-69.

Noumowe A. (2005) Mechanical properties and microstructure of high strength concrete containing polypropylene fibers exposed to temperatures up to 200 °C. Cement and Concrete Research Vol. 35, No. 11, pp. 2192-2198.

ODOT ITEM 400HS (1998) Standard specification for asphalt concrete-high stress using polypropylene fibers. Ohio Department of Transportation Construction and Materials Specifications.

Song P. S., Hwang S., Sheu B.C. (2005) Strength properties of nylon and polypropylene-fiber-reinforced concretes. Cement and Concrete Research, Vol. 35, No. 2, pp.1546-1550.

Tapkın S. (1998) Improved asphalt aggregate mix properties by Portland cement modification. Master Thesis. Middle East Technical University, Ankara.

Terrel R., Walter J. (1992) Modified asphalt pavement materials: The European experience. Journal of the Association of Paving Technologists, Vol. 61, pp. 482-494.

Wallace K., Monismith C. L. (1980) Diametral modulus testing on nonlinear pavement materials. Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, Vol. 49, pp. 633-652.

Yıldırım Y. (2007) Polymer modified asphalt binders. Construction and Building Materials, Vol. 21, No. 1, pp. 66-72.

Zorluk Derecesi Yüksek Bir Ulaşım Projesi Demiryolu Boğaz Tüp Geçişi

Haluk İbrahim Özmen
Ulaştırma Bakanlığı
DLH Marmaray Bölge Müdürlüğü
0.216.3454070
hozmen@superonline.com

Öz

İstanbul ulaşımına uzun vadeli bir soluk getirecek Marmaray projesinin zamanında tamamlanması büyük önem taşımaktadır. Demiryolu Boğaz Tüp Geçişi, bu projenin 1. aşamasını oluşturmakta olup 13.3 km lik bir güzergahı kapsamaktadır. Güzergahın 1.387 km lik kısmı batırma tüp tünel olarak planlanmıştır. Dünyada 150 den fazla inşa edilmiş ve edilmekte olan batırma tüp tünellerle kıyaslandığında bazı özellikler bu projeyi diğerlerinden daha farklı kılmaktadır. Sismik, batımetrik, navigasyon ile hidrolik ve hidrolojik özellikler ve koşullar projenin gerçekleştirilmesinde belirgin güçlükler ortaya koymaktadır. Bitirildiğinde enleri benzerlerine göre daha fazla olan bir tüp tünel projesi Türkiye de gerçekleştirilmiş olacaktır. Bu bildiride Demiryolu Boğaz Tüp Geçişi projesinin bu özelliklerinin dünyadaki diğer örnekleri ile karşılaştırılarak zorluk derecesinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Giriş

76 km uzunluğunda bir güzergah üzerinde inşa edilecek Marmaray projesi üç farklı aşamadan meydana gelen önemli bir ulaşım projesidir. Projenin birinci aşaması yüzeysel geçiş, delme tüneller, batırma tüp tünel, açta kapa istasyon yapılarından oluşmaktadır. 13.3 km lik güzergaha bakıldığında mühendislik yönüyle, ilginç yapım tekniği ve coğrafik koşullar açısından deniz içinde kalan 1.387 km lik güzergah bu projenin en önemli ve zor bölümünü oluşturmaktadır.

Tüp tünelin inşa edileceği güzergahta deniz dibi topografyasına bakıldığında en derin yerde 58 m derinlik nedeniyle, projenin benzerleri içinde en derin yerde inşa edilecek bir örnek olduğu görülecektir.

Bilindiği üzere İstanbul boğazında çift tabakalı bir akıntı söz konusu olup üst tabakada akıntı Karadeniz'den Marmara'ya altta ise ters yöndedir. Genel olarak değerlendirildiğinde 6 knota kadar değişik hızlarda tabakalı akıntı söz konusudur.

İstanbul boğazı deniz trafiği açısından dünyanı en hareketli geçiş yollarından birisidir. Boğazda aynı anda çift yönlü uluslararası trafik olduğu gibi, İstanbul kent içi ulaşımına hizmet veren deniz araçları da proje sahasının bulunduğu kesimi etkilemektedir.

Proje güzergahının deniz içinde yer alan kesiminin Kuzey Anadolu Fay Hattına (KAF) olan ortalama mesafesi yaklaşık 16 km dir. Aktif ve önemli bir fay hattı olan KAF ta önümüzdeki süreçte 7.5 büyüklüğünde bir depremin beklentisi de projenin inşaatında önemli bir unsur olarak yerini almıştır.

Bu çalışmada boğaz demiryolu boğaz tüp geçişi projesi kapsamında inşa edilecek batırma tüp tünelin proje sahası ile ilgili topografik ,hidrolik, hidrolojik, navigasyon ve sismik koşulları dünyadaki diğer benzer projelerle karşılaştırılarak ele alınmış ve bu özelliklerin batırma tüp tünel ile ilgili aktivitelere etkisi değerlendirilerek projenin zorluk derecesi ile ilgili bir sonuca ulaşılmıştır.

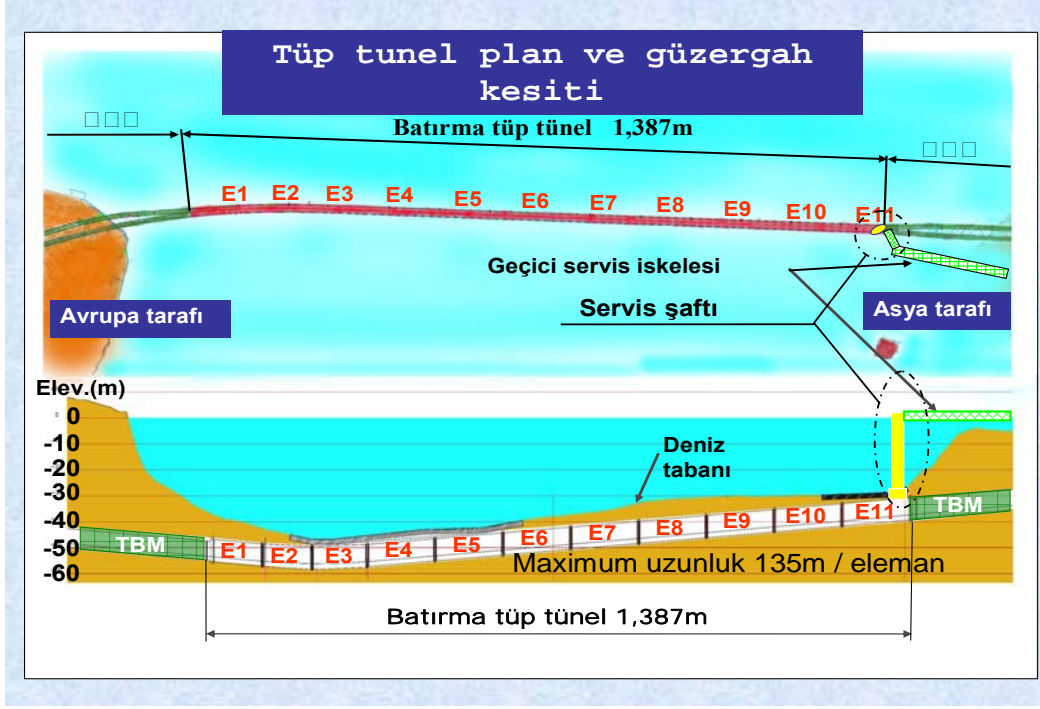
Boğaz Demiryolu Tüp Geçişi



Şekil 1 Marmaray proje güzergahı.

76 km. lik Marmaray Projesi güzergahının 13 3 km lik bölümünü oluşturan Demiryolu Boğaz Tüp Geçişinin 9.6 km. si delme tünel, 2.013 km. si aç kapa yapılar ve yüzeysel geçiş, 1.387 km. si de batırma tüp tünel den oluşmaktadır.

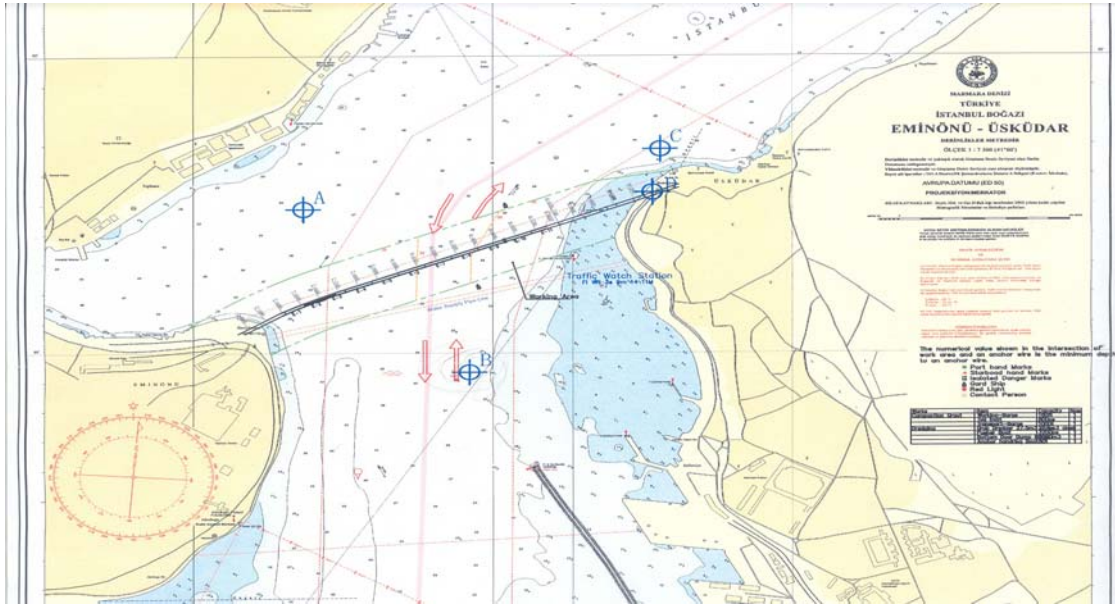
Projenin deniz içinde kalan güzergahı batırma tüp tünel olarak tasarlanmıştır. Güzergahın bu bölümü Avrupa yakasında Sarayburnu ile Asya tarafında Üsküdar salacak arasında yer almaktadır. Batırma tüp tüneller 8.75m yüksekliğinde 15.30m genişliğinde 11 adet tüp elemandan oluşmaktadır. Bunların uzunlukları 2*95m., 1*110 ve 8*135m. şeklinde tasarlanmıştır. Tüp tünel elemanlarının kesitleri çift gözlü dikdörtgen tünel şeklindedir.



Şekil 2 Batırma tüp tüneli.

2.1 Proje sahası fiziksel koşullar

2.1.1 Batımetrik özellikler



Şekil 3 Proje güzergahının deniz içindeki bölümü.

Batırma tüp tüneli güzergahına bakıldığında güzergahın yer aldığı deniz tabanında tabii derinliklerin 26.00 m ile 47 m arasında değiştiği görülmektedir. Tüplerin oturacağı kanal tabanında ise kazı kotları 43.97 m ile 60.46m arasında değişmektedir. kazı taban kotu üzerine tüp eleman temel tabakası görevini yerine getirecek anroşman malzeme serilecektir. Kazı kesitleri dikkate alındığında güzergahın en derin yerinde derinlik 60.46 m ye ulaşmaktadır.

Tablo.1 Batırma tp tunel güzergahında derinlikler.

Eleman no	uzunluk	Deniz taban kotu (başta)	Deniz taban kotu (sonda)	Kazı taban kotu(başta)	Kazıtaban kotu(sonda)
1	98.5	37.87	43.3	57.56	59.40
2	98.5	43.3	46.94	59.40	60.46
3	110	46.94	45.97	60.46	59.61
4	135	45.97	43.60	59.61	57.82
5	135	43.60	41.24	57.82	57.23
6	135	41.24	37.53	57.23	55.00
7	135	37.53	33.07	55.00	50.66
8	135	33.07	30.85	50.66	48.12
9	135	30.85	30.40	48.12	46.18
10	135	30.40	30.33	46.18	43.97
11	135	30.33	26.13	43.97	41.36

Akıntı koşulları

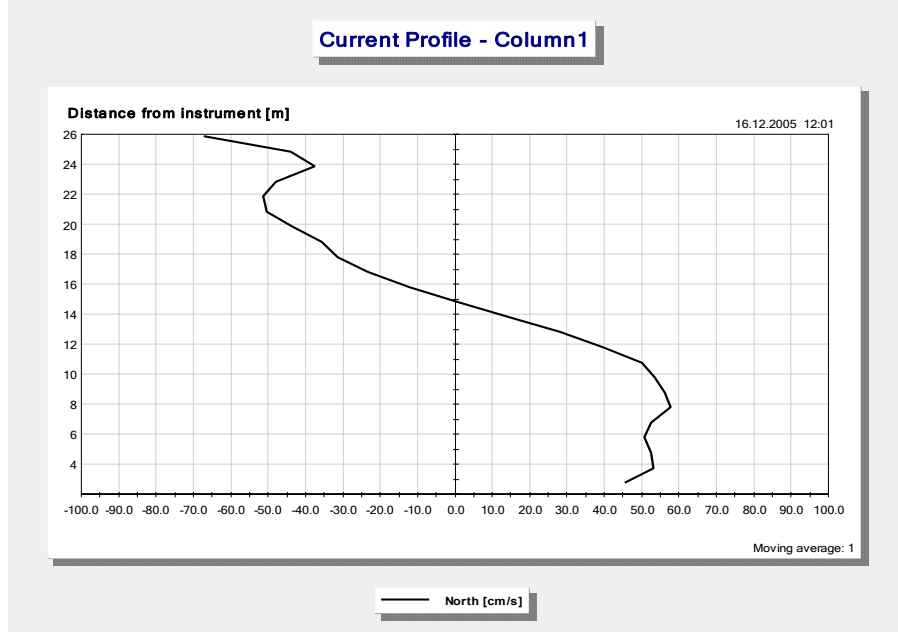
Geçmişte yapılan ölçümler sonucu boğazda akıntı koşullarının oldukça güçlü olduğunu ve akıntının tabakalı bir karakter gösterdiğini ortaya koymuştur. Bununla birlikte işe ait sözleşme koşullarında güzergahı karakterize edecek nitelikte üç ayrı sabit noktaya yerleştirilecek kayıt cihazları ile deniz dibine doğru akım profilini belirlemeye yönelik öngörülen bir yıllık ölçümler yapılmış ve bu ölçümlerden elde edilen verilerden yararlanarak bir model geliştirilmiş ve bu modelden güvenilir akıntı tahminleri yapılmıştır.

Bir yıllık periyotta ölçülen değerler ilişkin örnek bir akıntı profili şekil 7 de verilmiş olup daha önce değişik kurumlar tarafından yapılan çalışma sonuçları ile karşılaştırıldığında sonuçların birbirini doğruladığı görülmüştür. Bugüne kadar yapılan değişik ölçüm çalışmalarında Bogazın değişik bölgelerinde ve farklı derinliklerinde hızların 6 knota değerine kadar yükselebildiği belirlenmiştir.

Sözleşme eki İşveren şartnameleri doğrultusunda hazırlanan kalite planlarında denizdeki tp elemanlarının denizdeki batırılmaları sırasında akıntı hızlarının su yüzeyinden itibaren -15 m. ye kadar 3 knottan, -15 m. den drin yerlerde ise 1.5 knottan az olması öngörülmüştür.



şekil 4 Akıntı ölçüm istasyonları.



Şekil 5 A istasyonu örnek akıntı profili.

Navigasyon koşulları

1936 yılında imzalanan Montrö anlaşması uyarınca İstanbul Boğazı uluslar arası bir su yolu olup proje ile ilgili çalışmalar sırasında trafiğin aksamaması için gerekli önlemlerde alınmaktadır. Boğazdan her yıl binlerce yabancı ve Türk bayraklı gemiler geçiş yapmaktadır. Proje alanının her safhasında geçiş trafiğini etkilenmekte ve bundan dolayı deniz trafiği için geçiş koridorları yeniden belirlenmektedir.

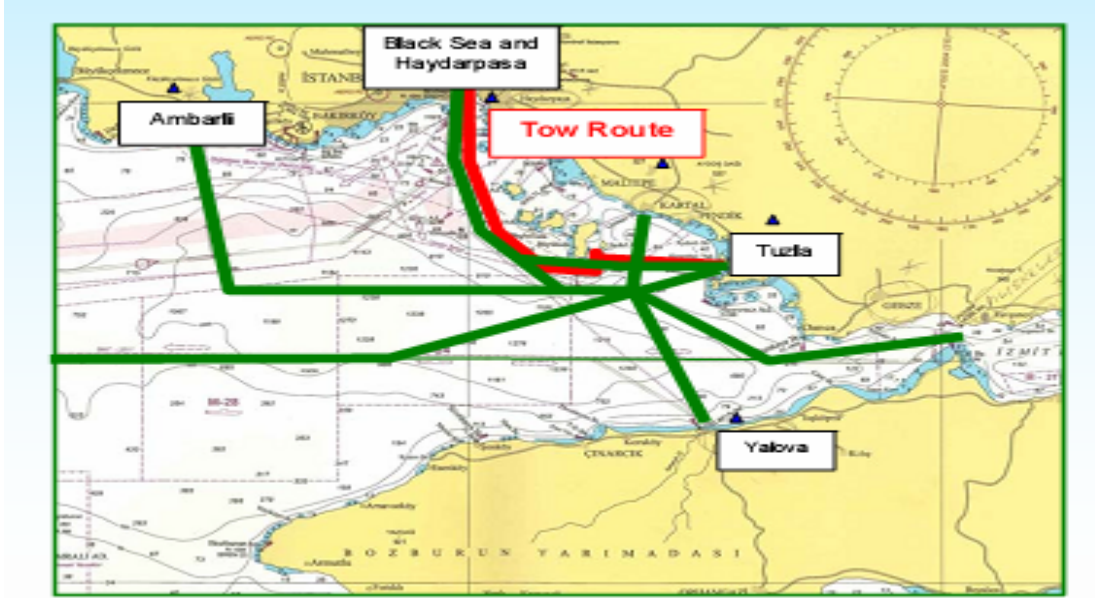
İlgili deniz otoritelerinden alınan verilere göre boğazdan geçiş yapan gemi trafiği tablo 2 de verilmiştir. Bu tablodan görüleceği üzere 11 yıllık döneme ilişkin veriler boğazdan geçen gemi sayısının yıllık yaklaşık 54800 gemi olduğu, bunların %40-45 inin kılavuz olarak geçtiğini ortaya koymaktadır. Şehir içi ve şehirlerarası deniz ulaşımını yapan kurulu İDO Genel Müdürlüğü verileri ile özel deniz ulaşımı birlikleri verilerinden proje güzergahını etkileyecek şekilde 73 feribot seferi bulunduğunu her gün 700 transit geçiş sayısının günlük 700, yıllık ise 255.500 olduğu belirlenmiştir.

Tablo 2 İstanbul boğazından geçen gemi trafiğinin yıllara göre dağılımı.

İSTANBUL BOĞAZI			
Yıl	Toplam geçiş	Pilotlu geçiş	%
1995	46954	17772	37.8
1996	49952	20317	40.6
1997	50942	19752	38.7
1998	49304	18881	38.3
1999	47906	18424	38.4
2000	48078	10209	39.9
2001	42637	17767	41.6
2002	47283	19905	42.1
2003	46939	21175	45.1
2004	54564	22318	40.9
2005	54794	24449	45.0
2006(9aylık)	40988	19913	49.0

Bu trafik nedeniyle güzergah üzerindeki geçiş trafiği için ilerleme aşamalarına bağlı olarak denizcilik otoriteleri tarafından koordinasyon sağlanarak sürekli yeniden düzenlenmekte ve Seyir Hidroğrafi ve Oşinografi Dairesi tarafından dünyadaki tüm denizcilik camiasına duyurulmaktadır

Bu düzenlemeler boğazdan geçişleri zorlaştırmak yanında proje ile ilgili çalışmaların kısıtlı alanlar içinde gerçekleştirilmesinde güçlükler ortaya çıkarmaktadır.



Şekil 6 İstanbul Boğazından geçen ve proje güzergahını etkileyen gemi trafiği.



Şekil 7 proje güzergahını etkileyen şehiriçi ve şehirlerarası ferry trafik güzergahları.

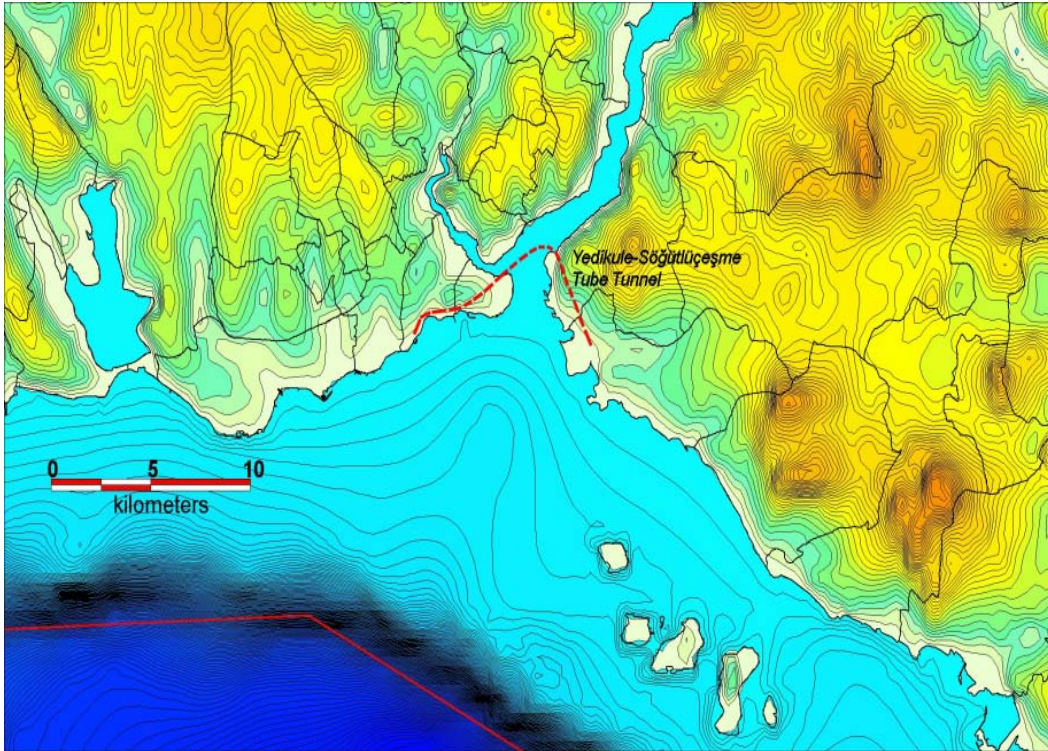
özellikle batırma işlemleri sırasında deniz trafiği nedeniyle ortaya çıkabilecek risklerin önlenmesi amacıyla batırma işleminin gerçekleşeceği günün bir gün öncesinden başlayarak İstanbul Boğazı iki gün boyunca belirli aralıklarla trafiğe kapatılacaktır.

Sismik koşullar

Batırma tüp tünel yaklaşık 20 km güneyden geçen ana Marmara fayına yaklaşık 20 km uzaklıktadır. Proje 100 yıllık işletme ömrü dikkate alınarak ana Marmara fayında meydana gelebilecek 7.5 büyüklüğündeki bir depremten sonra işletme devam edecek şekilde projelendirilmiştir. Depremin önümüzdeki 30 yıl içinde meydana gelme olasılığı %65 olup proje inşaat altında iken büyüklükteki depremle karşılaşma olasılığı da yüksektir

.Bu nedenle proje ile ilgili sözleşmede asgari performans şartları düzenlenirken projenin emniyeti için ağır koşullar dikkate alınmıştır. Bunlardan bazıları sıra ile
1.Yaşamları tehlikeye atmadan yapısal elemanlarda sadece kolay tamiri mümkün hasar,
2. Batırma tüp elemanlarının ve eklerinin su geçirmez kalmasıdır.

Bu koşulların yerine getirilmesi için projelendirme çalışmaları sırasında son 60 yılda yapılmış benzer konum durumdaki batırma tüp tünellerden elde edilmiş deneyimler, güncel analitik metotlar ve en gelişmiş bilgisayar yazılımlar kullanılmıştır.



Şekil 8 batırma tüp tünel güzergahı ve KAF hattının konumu.

Batırma tüp tünel güzergahının zemin koşullarının belirlenmesi için çok detaylı çalışmalar yapılmış ve güzergahın tüp tünelin yerleştirilmesine uygun olduğu, bununla birlikte Asya kıyı şeridinde yakın yerlerde bulunan ve sınırlı bir alana yayılmış olan belirli bazı kum tabakalarının deprem sırasında sıvılaşma olasılığı bulunduğu belirlenmiştir. Bu nedenle güçlü akıntı koşulları altında tüp elemanlarının altındaki zemin

tabakaları, sivilaşma riskine karşı özel donanımlı deniz ekipmanları kullanılarak iyileştirilmiştir.

Dünyadaki Örnekler

Dünyada Batırma tüp tünel tasarımı ve inşaatı teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak inşa edilmiş servis ve ulaşım amaçlı 150 ye yakın batırma tüp tünel inşa edilmiş olup bunların birçoğu coğrafik ve çevresel koşullardaki özellik nedeniyle tasarımları sırasında inşaat ve işletme dönemlerinde karşılaşılabilecek bazı önemli etkiler dikkate alınacak şekilde projelendirilmiştir.

Dünyada uygulanmış ve inşaat altındaki yaklaşık 110 adet ulaşım amaçlı batırma tüp tünel projesinden 26 sı Amerika da, 22 si Hollanda da, 19 u Japonya da 7 si Almanya, 6 sı Hong Kong da 5 adedi Fransa, 3 er adedi Danimarka ve Belçika da kalan 20 adedi ise diğer ülkelerde bulunmaktadır.

Ulaşım amaçlı inşa edilmiş olan yada inşa altındaki batırma tüp tünellerden çevresel ve coğrafik özellikleri nedeniyle gerek tasarım ve gerekse inşa döneminde özel önlemler alınmış olanlardan bazıları Tablo 4 de gösterilmiştir. Tablo 4 de verilen projelerden bir kısmının sismik aktivitesi yoğun bölgelerde inşa edilmiş oldukları bundan dolayı uygun olmayan zemin koşulları nedeniyle özel yöntemlerle zemin iyileştirilmesi için uygulama yapıldığı, Bir kısım projenin inşa edildikleri coğrafyadan kaynaklanan koşullar nedeniyle (Liman sahası ,akıntı koşullarının elverişsiz olması, sedimantasyon problemi, nehir ağzı vb.) tasarım ve inşaat dönemlerinde özel önlemler alınmış olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 3 de verilmiş olan örnek projeler dünyanın değişik coğrafyasında yer alan farklı ülkelerdeki uygulamalardır. Seçilen örneklerde projenin tasarımı ve uygulanması döneminde ilginç özellikleri ve uygulama sırasındaki karşılaşılan zorluklar dikkate alınarak önemli detaylar verilmiştir. Bunlardan en dikkat çekenleri sırasıyla;

Virginia USA da 1957 de inşa edilmiş olan Hampton Roads Bridge suni iki ada arasında ulaşımı sağlamak üzere planlanmış güçlü akıntı ve dalga tesirlerine maruz bir coğrafyada inşa edilmiştir. dalga tesirlerinin çok güçlü olması nedeniyle adaların denize bakan kıyıları özel koruyucu taş tabakası kullanılarak tahkim edilmiştir.

Vancouver, Canada da 1959 yılında inşa edilmiş olan Deas Island tüneli geniş bir nehir altında planlanmış bu nedenle tünel örtü stabilitesi laboratuvar modellemesi ile kontrol edilmiş ve deprem bölgesi olması nedeniyle tasarımda deprem yükleri dike alınarak planlanmıştır.

Yine Virginia USA da Chesapeake Bay Bridge tüneli bulunduğu coğrafya nedeniyle yapım sırasında şiddetli fırtınaya maruz kalmış ve deniz platformlarından biri yıkılmış ve fırtına bir tüp elemanın yerleştirildiği kanalda 4m kaymasına neden olmuştur.

Bugüne kadar inşa edilmiş en derin ve en uzun batırma tüp tünel olan BART tüneli 1970 yılında hizmete alınmış olup deprem bakımından aktif bir bölgede yer almaktadır. San Andreas fayına 22km Hayward fayına 10 km mesafededir. Sivilaşma potansiyeli bulunan bir zemin üzerinde inşa edilmiştir.

Tablo 3 Dünyanın değişik ülkelerinde uygulanmış batırma tüp tünelleri.

Proje Adı	Ülke	Eleman Sayısı	Uzunluk	Toplam Uzunluk	Yükseklik	Genişlik	Batırma Derinliği	Riskler					
								Sismik	Navigasyon	Cografik	Akıntı	Zemin	
Oakland-Alameda	California USA,1928	12	61.9	742	11,30	daire	742	✓					
Bankhead Tunnel	Alabama USA,1940	7	90.8-78	610	10,40	10,40	25,00			✓	✓		
Hampton Roads Bridge Tunnel No.1	Virginia USA,1957	23	91,5	2091	11,25	11,25	37,00			✓	✓		
Deas Island	Canada,1959	6	104,9	629	7,16	23,80	22,00	✓		✓			
Chesapeake Bay Bridge Tunnel	Virginia USA,1964	19-18	91,4	1750-1661	11,25	11,25	31,4--32,1			✓	✓		
Benelux Tunnel	Netherland (1967)	8	93	744	7,84	23,90	24,00				✓		
Tingstad Tunnel	Sweden1968	5	93,5-80	454	7,3	29,9	16				✓		
J.F.Kennedy Tunnel	Antwerp Belgium1968	5	99-115	510	10,1	47,85	25			✓	✓		
Bay Area Rapid Transit Tunnel(Bart)	California USA,1970	58	83,2-111,6	5826	6.5	14,6	40,5	✓					✓
63rd Streettunnel	New York USA,1973	4	114,3	2*229	11,2	117	30			✓	✓		
Hong Kong Mass Transit Tunnel	Hong Kong (1979)	14	100	1400	6,5	13,1	24,24			✓	✓		
Keiyo Line Daiba Tunnel	Tokyo port Japan,1980	7	96,6	672	8,05-8,6	12,2 17,53	23,9	✓	✓				
Kaohsiung Croo Harbour Tunnel	Kaohsiung Taiwan,1984	6	120	720	9,35	24,4	23	✓		✓			✓
Goldborgaund Tunnel	Denmark,1982	2	230	460	7,6	20,6	13.8						
EasternHarbour Crossing	HongKong 1989	15	122-128 126,5	1859	9,5	35	27		✓	✓		✓	
Tokyo Port Seaside Road Tunnel	Tokyo,Japan	11	120-125,2	1328,8	10	32,2	29,2	✓					
Marmaray Boğaz Tube Tunnel	İstanbul Türkiye	11	135-110-98,5	1387	8,6	15,3	60,46	✓	✓	✓	✓	✓	✓

New York 63. Cadde Tüneli 1973 yılında hizmete alınmış olup çok güçlü akıntılar olan bir bölgede (yaklaşık 5,2 knot) inşa edilmiştir.

Hong Kong da 1979 yılında hizmete alınan Mass transit tüneli güçlü akıntılar ve deniz tesirlerinin bulunduğu bir bölgede inşa edilmiştir. İnşa sırasında tayfuna maruz kalmış ve tunel 5m yüksekliğinde dalgalara göre tasarlanmıştır.

Daiba Tüneli 1980 yılında işletmeye alınmış olup şiddetli depremlerin meydana geldiği bir bölge olması nedeniyle tasarım esnasında , yoğun bir deniz trafiği olan bölgede inşa edilmesi nedeniyle de inşa çalışmaları sırasında özel önlemler gerekmiştir.

1988 yılında Danimarka da hizmete girmiş olan Guldborgsund tüneline imal edilmiş olan tüp elemanların boyu bugüne kadar inşa edilmiş en uzun elamanlardır. Uzunlukları nedeniyle düşey olarak sehim yapma riski dikkate alınarak yüzdürme ve batırma sırasında dinamik dengelemesi bilgisayar kontrolünde gerçekleştirilmiştir.

Örnekler içinde en dikkat çeken projelerden birisi de Türkiye de inşası süren Boğaz Demiryolu Tüp Geçişi Projesi kapsamındaki batırma tüp tüneldir. Tablo 4. deki değerlendirmeden de görüleceği üzere beş ana önemli kriterdeki özellikleri, bunlar sıra ile deprensellik, navigasyon, coğrafya, akıntı ve zemin olmak üzere barındıran ve yapım aşamasında bu özellikler nedeniyle özel önlemler alınan ve alınmaya devam eden bu proje dünyadaki benzerleri içinde zorluk derecesi daha çok olan bir örnek olarak belirmektedir.

Sonuçlar

Günümüzde gelişen mühendislik bilgi ve teknolojisi ile ilginç projeler hayata geçirilerek tamamlanmaktadır. 20. yüzyılın başından itibaren batırma tüp tünellerde bu gelişmeden yararlanılarak inşa edilmeye devam edilmektedir. Dünyanın önemli bir su geçiş yolu olan İstanbul Boğazında, gerek tasarımda ve gerekse yapım aşamasındaki özel önlemler alınmasını gerektiren, güçlükleri benzerlerine göre daha fazla olan böyle bir projenin hayata geçirilmesi ile evrensel anlamda mühendislik teknolojisi ve bilimine ilave kazanımlar sağlanacaktır. Ayrıca Avrupa ve Asya demiryolu ağını kesintisiz birbirine bağlayacak olan bu proje, insanoğlunun teknolojide sınır tanımadığının bir göstergesi olarak mühendislik tarihinde yerini alacaktır.

Kaynaklar

Güler,Erol;Erdik , Mustafa;Erol Orhan;Çetin ; Önder (1985) Marmaray Projesi Boğaz Batırma Tüp Tüneli Zemin Ve Sismik Konuları Hakkında Bilgi Notu,T.C Ulaştırma Bakanlığı Demiryolları,Limanlar Ve Havameydanları İnşaatı(DLH) Genel Müdürlüğü.

Rasmussen And Grantz Walter ,(1997) International Tunnelling Association Working Group “Immersed And Floating Tunnels” State-of-the-art Report, Chapter 9:Catalogue Of Immersed Tunnel , second edition ,Nuffield Press Ltd., Great Britain

Marmaray'da Yük Taşımacılığı Ve Çok Modlu Sistemle Entegrasyonu

Dr. Metin Çancı

Okan Üniversitesi, Akfırat Beldesi, Formula 1 Yanı, Tuzla / İSTANBUL
Tel: (0216) 677 16 30, Faks: (0216) 677 16 47
E-Posta: metin.canci@okan.edu.tr

Doç. Dr. Metin Türkay

Koç Üniversitesi, Rumelifeneri Yolu, Sarıyer 34450 İSTANBUL
Tel (0212) 338 15 86, Faks: (0212) 338 15 48
E-Posta: mturkay@ku.edu.tr

Özet

Kombine yük taşımacılığı yük taşıma zincirinde genellikle karayolu ve demiryolu olmak üzere bir veya daha fazla değişik taşıma türünün birleştirilmesidir. Bu çalışma İstanbul lojistiğinde yük taşımacılığının, kombine ve çok modlu taşımacılık uygulamasıyla karayoluna olan bağımlılığını azaltarak yük taşımacılığında demiryolu kullanımının arttırılması için yeni bir yaklaşım önermeyi amaçlamaktadır. Ro-La kullanımıyla İstanbul'dan geçen ağır vasıta trafiğinin demiryoluna kaydırılması amaçlanmaktadır. Öncelikli olarak yolcu taşımacılığı için kullanılacak olan Marmaray projesinin hayata geçmesiyle İstanbul'da taşımacılık konusuna yaklaşımda ciddi değişiklikler olması beklenmektedir. Marmaray altyapısı yolcu taşımacılığı yapılmadığı zamanlarda (her gün 24:00-06:00) arası atılacak ve sistem verimli olarak kullanılamayacaktır. Altyapısı yük taşımacılığına da uygun olan standartlarda projelendirilip inşa edilen Marmaray sistemi atıl kaldığı sürenin önemli bir bölümünde Ro-La sisteminin hayata geçirilmesiyle İstanbul'da transit TIR ve kamyon geçişlerinin olumsuz etkilerini azaltılmasında etkin olacağı görülmüştür. Yurt dışında halihazırda işletmede olan Ro-La sistemleri detaylı olarak incelenerek Marmaray sisteminde Ro-La kullanımına yönelik sistem tasarımı ve sefer çizelgesi oluşturulmasına yönelik olarak yapılan bu çalışmada öncelikle olarak sistem tasarım ve işletme parametreleri belirlenmiştir. Yapılan incelemeler iki farklı Ro-La sisteminin Marmaray için uygun olacağını göstermiştir: Fransız ve Alman sistemleri. Bu sistemler için elde edilen parametreleri içeren tesis tasarımı ve çizelgelemesine yönelik eniyileme modeli geliştirilmiştir. Bu modellerin çözümü ve yapılan analizler sonucunda Marmaray sistemini kullanılarak günde yaklaşık olarak 3.000 TIR veya kamyonun karşılıklı geçiş için kullanılabileceği görülmüştür.

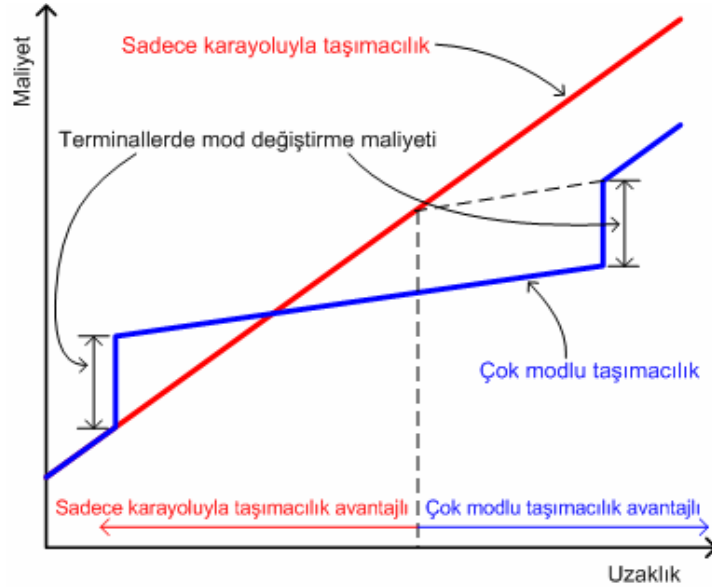
Anahtar Sözcükler: Çok modlu taşımacılık, Ro-La, Sistem tasarımı, Planlama ve çizelgeleme.

Giriş

Çok modlu taşımacılık “yük veya insan taşımacılığının kesintisiz olarak tek seyahatte birden fazla taşımacılık modunun kullanılması” olarak tanımlanmıştır (Jones, Cassady ve Bowden, 2000). Sanayi devrimiyle birlikte hammaddelerin, ara ürünlerin ve son ürünlerin bir yerden başka bir yere taşınmasına olan ihtiyaç giderek artmıştır. Endüstrilerin uzmanlaşmasıyla birlikte ise kıtalar, ülkeler ve bölgeler arası taşımacılık endüstriyel tedarik zincirinin kaçınılmaz bir parçası olmuştur.

Çok modlu taşımacılık (ÇMT) en az iki ya da daha fazla taşıma türünün (karayolu, demiryolu, denizyolu ya da havayolu) tek bir taşımacılık zincirinde birleştirilmesidir. Çok modlu taşımacılığın getirdiği faydalar ekonomik, çevresel ve operasyonel boyuttadır ve bu taşımacılığın önemi uluslararası ve şehirlerarası gibi uzun mesafe ulaştırma problemlerini içeren lojistik uygulamalarında önem kazanmaktadır.

ÇMT'nin ana fikri değişik taşıma türlerinin entegrasyonu ile farklı coğrafyalarda en ekonomik taşıma türünü belirleyerek toplam taşıma maliyetinde enazlama yapmaktır. Şekil 1'deki maliyet-uzaklık analizinde görüldüğü gibi tek modlu taşımacılık bazı uzaklıklarda ekonomik olarak avantaj sağlamasına rağmen, farklı uzaklıklarda birden fazla taşıma türünün entegre olarak kullanıldığı durumlar avantajlı olmaktadır.



Şekil 1 Tek modlu ve çok modlu taşımacılığın uzaklık-maliyet analizi.

Çevresel olarak ise bazı taşıma modları taşınan birim yük için daha az CO2 emisyonuna ve gürültü kirliliğine yol açmaktadır. Ayrıca modlararası taşımacılığın entegrasyonu ile yüklerin transferinde elleçleme azaltılarak operasyonel verimlilik sağlanır. Bunun dolaylı bir etkisi de yüklere olan zararın azaltılarak sigorta maliyet hesaplarında kullanılan risklerin azaltılmasıdır.

Eşyaların bir yerden başka bir yere taşınırken genelde coğrafi engeller sebebiyle birden fazla taşıma modunun kullanılması gerekir. Örneğin birbirinden okyanusla ayrılmış olan kıtalararası eşya taşımacılığı için denizyolunun kullanılması kaçınılmazdır. Ayrıca uzun mesafeler arasında karadan eşya taşımacılığı için demiryolu en ekonomik taşıma

modu olarak kabul edilir. Endüstrileşmenin başından itibaren 1970’li yıllara kadar taşımacılıkta temel prensip eşyaların bir yerden başka bir yere taşınmasına odaklanmıştır (McKenzie, North ve Smith, 1989). Bunun sonucu olarak taşıma modlarının değiştiği terminallerde eşyaların bir taşıma modundan diğerine aktarılması amacıyla paketlerin indirilmesi, açılması ve aktarılacak taşıma moduna uygun olarak tekrar paketlenmesi için büyük altyapı yatırımları yapılmıştır. Konteynerlerin 1970’li yılların ortasında standartlaşmaya başlamasıyla birlikte taşımacılıkta eşyaların bir yerden taşınması felsefesi yerini konteynerlerin bir yerden diğerine taşınmasına bırakmıştır. Bu standartlaşmayla birlikte 2000’li yılların başında kıtalararası yük taşımacılığının yaklaşık yüzde 95’i konteynerlerle yapılır hale gelmiştir (Donavan, 2000).

Konteynerlerin yoğun sirkülasyonu sonucu olarak iki önemli problem ortaya çıkmıştır:

1. konteynerlerle taşınan kargo için hangi modların kullanılacağına belirlenmesi ve buna göre altyapının oluşturulması,
2. konteynerlerin bir taşıma modundan diğerine taşınırken harcanan zaman ve yapılan masrafların enazlanması.

Modern taşımacılıkta esas amaç kargonun bir yerden diğerine taşınması yerine eşyanın bir moddan diğerine aktarılması haline gelmiştir. Bu amaca yönelik üstteki paragrafta belirttiğimiz iki problemin çözülmesi gerekmektedir.

ÇMT sistemlerinde yapılan araştırmalar stratejik ve operasyonel olmak üzere iki seviyede karşılaşılan problemlerin çözümüne yoğunlanmıştır. Stratejik seviye problemler tesis tasarımı ve yerleşimi, ve filo büyüklüğünün belirlenmesine yoğunlaşmıştır (Macharis ve Bontekoning, 2004). Stratejik seviyede yapılan çalışmalar filo büyüklüğünü belirlemek üzere yapılan merkezi planlamanın toplam maliyeti düşürdüğünü göstermiştir (Spasic, 1990; Walker, 1992; Morlok ve Spasic, 1994; Morlok et al., 1995). Bu çalışmalar filo büyüklüğünün belirlenmesinde sefer çizelgelerinin de belirlenmesi gerektiğine işaret etmişler ve problemin çözümünün zorluğunu göz önüne alarak basitleştirilmiş modeller üzerinden çözüm önerileri getirmişlerdir. Stratejik seviyede sınıflandırabileceğimiz önemli bir problem tesis tasarımıdır. Tesis tasarımı amaç tesiste gerçekleştirilecek olan aktiviteler için uygun yerlerin operasyonların, en etkin yapılmasına imkan verecek bir şekilde belirlenmesidir (Nahmias, 2004). Tesis tasarımı konusunda ilk çalışmalar arasında Armour ve Buffa (1963) tarafından geliştirilen yaklaşım küçük problemler için başarılı sonuçlar elde etmiştir. Daha sonra yapılan diğer çalışmalarla tesis tasarımı konusunda analitik yöntemlerle birlikte eniyileme yaklaşımları geliştirilmiştir (Francis ve White, 1974; Francis v.d., 1992). Çok modlu taşıma sistemlerinde tesis tasarımı problemi Taylor et al. (2002) tarafından çalışılmış ve tesis içerisinde araçların boş olarak katetdiği mesafeyi en azlayacak tesis tasarımı belirlenmeye çalışılmıştır.

Operasyonel seviyede ise yapılan çalışmalar daha çok sefer çizelgelerinin belirlenmesine odaklanmıştır (Newman ve Yano, 2000a, 2000b). Bu çalışmalarda merkezi ve dağınık sefer planlamaları karşılaştırılmış ve merkezi planlamanın daha iyi sonuçlar vermesine rağmen çözümünün zorluğuna dikkat çekilmiştir. Bu çalışmaların diğer bir sonucu olarak ise birden fazla terminal olması durumunda bu terminallerden birisinin merkezi bir konuma getirilmesinin getireceği ekonomik avantajlar

belirlenmiştir. Operasyonel seviyede ayrıca araç yükleme ve boşaltma platformlarında olabilecek ekipman kısıtlarının ekonomik kayıpları incelenmiştir (Justice, 1996).

Bu iki problemin çok modlu taşımacılığın doğası gereği birbirine entegre olarak çözülmesi gerekmektedir. Çok modlu taşımacılığın yeni bir kavram olması sebebiyle literatürde bu problemleri entegre bir şekilde inceleyen model ve çözüm yöntemi bulunamamıştır. Bu projede önce tesis yerleşimi ve tasarımına yönelik modelleme çalışmaları yapılmış ve modelleme çalışmalarına çizelgeleme ile devam edilmiştir. Projede daha sonra bu iki modelin entegrasyonuna ve bu entegre model için çözüm algoritması geliştirilmesine yoğunlaşmıştır. Projenin son aşamasında ise Marmaray uygulamasıyla projede geliştirilen olan yaklaşımın uygulanabilirliği gösterilmiştir. Marmaray sistemi için yapılan çalışmalar sonucunda günde yaklaşık olarak 3.000 TIR veya kamyonun karşılıklı geçiş için kullanılabileceği görülmüştür.

Ro-La Sistemleri

Çok modlu taşıma sistemlerinden en yaygın olanı Ro-La'dır. Ro-La, Rollande Landstrasse kelimelerinden türetilmiş olup yürüyen yol anlamındadır ve karayolu araçlarını vagon üzerinde taşıyan özel tren sistemidir. Genellikle tarifeli ve düzenli hizmet anlayışı bulunmaktadır. Çok modlu taşıma İngiltere, Avusturya, Fransa, Almanya, Macaristan gibi ülkelerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bazı Avrupa ülkelerindeki uygulamalarla 2004 yılında taşınan yük miktarları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1 Ro-Lo Uygulamalarından Örnekler (Kaynak: <http://www.uirr.com/>).

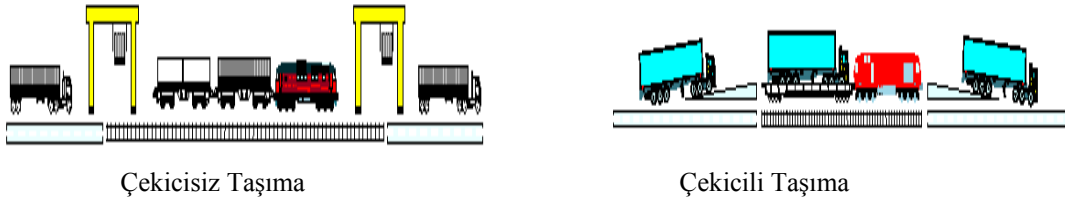
İşletmeci Kuruluş	Ülke	2004 yılında taşınan yük (grosston)	
		Ulusal	Uluslararası
Kombiverkehr	Almanya	4.295.957	9.778.064
Cemat	İtalya	3.588.678	5.117.306
Ökombi	Avusturya	3.247.544	3.518.083
Hupac	İsviçre	585.120	5.127.835
CNC	Fransa	4.275.469	780.372
Novatrans	Fransa	2.530.067	1.055.138
Hupac-NL	Hollanda	1.127.909	1.357.115
Ralpin	İsviçre	-	2.205.340
T.R.W.	Belçika	38.299	1.621.192
Hungarokombi	Macaristan	-	1.352.916
Adria-Kombi	Slovenya	143.124	910.760
Conliner	Hollanda	-	1.026.911
Alpe Adria	İtalya	344.649	433.798
Combiberia	İspanya	-	250.909
Bohemiakombi	Çek Cumhuriyeti	-	233.140
Kombi Dan	Danimarka	14.876	136.309
Rocombi	Romanya	-	109.971
Crokombi	Hırvatistan	-	39.341

Asya ve Avrupa arasında köprü olan İstanbul, jeopolitik konumundan dolayı uluslararası, ulusal ve bölgesel yük hareketlerinin merkezinde yer almaktadır. Bu yük hareketlerinin %93'lük bölümü karayolu taşımacılığıyla gerçekleştirilmektedir (Kaynak: T.C. Ulaştırma Bakanlığı). Bu hareketler İstanbul Metropolen Bölgesi'nde ciddi

ulaşım yoğunluğuna, dolayısıyla sosyal, ekonomik ve çevresel sorunlara sebep olmaktadır.

Ro-La sistemlerinin işletilmesiyle ilgili stratejik problemlerden en önemlisi tesis yeri seçimi, ve yükleme ve boşaltma platformlarının sayısının belirlenmesidir. Operasyonel problemlerden en önemlisi ise Ro-La seferlerinin çizelgelerini oluşturmaektir. Başarılı bir Ro-La işletmesi için stratejik ve oprasyonel bu iki problemin entegrasyonu şarttır. Bu alışmada Marmaray Ro-La sistemindeki stratejik ve oprasyonel problemlere dayanarak çok modlu taşımacılık sistemleri için modeller ve çözüm yöntemleri geliştirmek hedeflenmiştir.

MT ekicisiz ve ekicili olarak yapılabilir. ekicisiz taşımacılık konteynerlerle, ‘swap body’lerle ve yarı rmorklarla ‘semi-treyler’ gerçekleştirilir. ekicili taşımacılıkta ise yüklü TIR ya da mafsallı araç demir yoluyla özel alçak zeminli, ufak tekerlekli vagonlar üzerinde taşınır (şekil 2).



şekil 2 ekicisiz ve ekicili taşıma sistemleri.

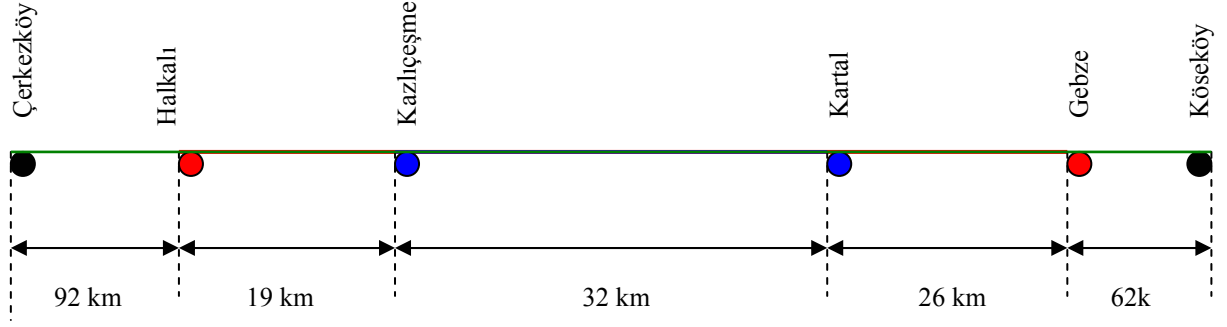
Ro-La trenleri genel olarak Avrupa’da yaygın kullanılış şekliyle 20 TIR (30 kamyon) taşıyabilmektedir. TIRların vagonlara yüklenmesi (20 TIR için) 30 dakika, boşaltılması 20 dakikadır. Vagonların boyları 20 m, genişliği 2,6 m’dir. Yüklü vagon yüksekliliği 4,1 m’dir ve 44 tona kadar yükleme yapılabilir.

Marmaray Sistemi

Ro-La kullanımıyla İstanbul’dan geçen ağır vasıta trafiğinin demiryoluna kaydırılması amaçlanmaktadır. Marmaray Projesi bu amaca ulaşmak için gerekli altyapıyı sunmaktadır (Kaynak: T.C. Ulaştırma Bakanlığı Marmaray Projesi-<http://www.marmaray.com.tr/>). Marmaray Projesi şu anda dünyadaki en büyük ulaşım altyapı projelerinden birisidir. Proje, Avrupa yakasında bulunan Halkalı ile Asya yakasında bulunan Gebze ilçelerini kesintisiz, modern ve yüksek kapasiteli bir banliyö demiryolu sistemiyle bağlayacak olan İstanbul’daki mevcut banliyö demiryolu sisteminin iyileştirilmesine dayanmaktadır. İstanbul Boğazı’nın her iki yakasındaki demiryolu hatları, İstanbul Boğazı’nın altından geçecek olan bir demiryolu tünel bağlantısı ile birbirine bağlanacaktır. Marmaray’daki banliyö sistemi günün büyük bir bölümünde (06:00-24:00) yolcu taşımacılığı yaparak Marmaray’ın etkin bir şekilde kullanılmasını sağlarken, geri kalan zamanda yolcu talebi olmaması sebebiyle atıl kalacaktır. Bu atıl kapasiteyi etkin bir şekilde kullanmak için 24:00-06:00 saatleri arasında Marmaray’da Ro-La taşımacılığı yapılması planlanmaktadır. Marmaray’da Ro-La trenlerinin işletilmesiyle birlikte Türkiye’de ilk defa Ro-La sisteminin kullanımına geçilebilecek ve İstanbul’dan transit geçen ve İstanbul’a gelen-giden yüklerin taşınmasında daha az CO₂ emisyonuna, gürültü kirliliğine sebep olan demiryolu taşımacılığı kullanılabilir.

Marmaray'dan Ro-La Trenlerinin İşletim Model Kriterleri

İstanbul'dan transit geçiş yapan TIR araçlarının, İstanbul'a gelen ve giden araçların (Halkalı ve Gebze arasındaki) Ro-La prensibiyle Marmaray'dan geçirilmesi amaçlanmaktadır. Ro-La treni kullanımı Marmaray projesi ile hayata geçirildiğinde Türkiye'de yük taşımacılığında bir ilk gerçekleşmiş olacaktır.



Şekil 3 Marmaray Ro-La sistemi güzergahı.

Marmaray üzerindeki işletmeler üç ayrı başlangıç ve bitiş güzergahları olmak üzere tasarlanmaktadır (Şekil 3).

Yeşil Hat Çerkezköy ile Köseköy arası hattır. Toplam uzunluğu 231 km'dir. Bu hatta uluslar arası yabancı plakalı TIRların mecburi olarak İstanbul geçişinin Ro-La demiryolu ile yapılması zorunlu hale getirilmelidir. Ayrıca uluslar arası taşıma yapan Türk TIRları için de yeşil hat planlanmalıdır. Günlük 500 yerli ve yabancı TIR transit olarak geçmekte olduğu bilinmektedir.

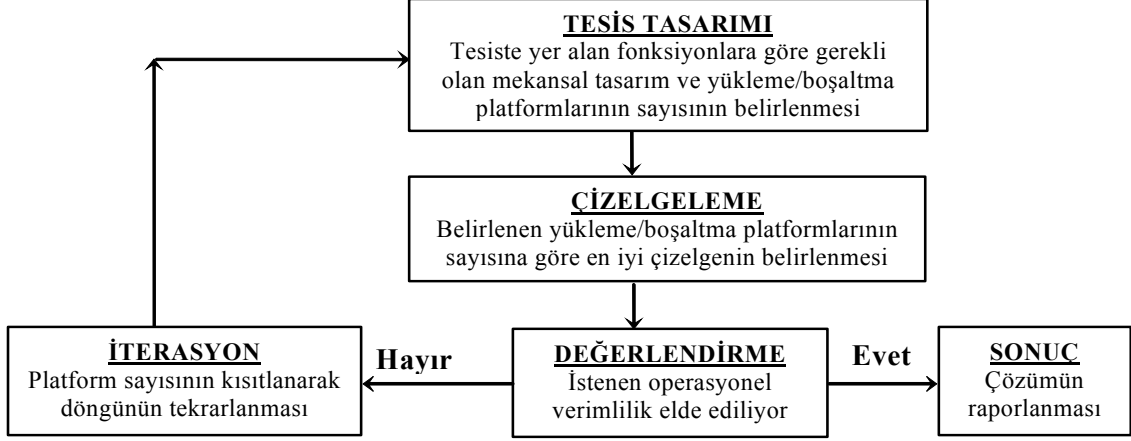
Kırmızı Hat Halkalı ile Gebze arası planlanmakta olan hattır ve tüm uzunluğu 77 km'dir. Şehirler arası İstanbul varış veya İstanbul'dan Anadolu'ya gidecek ağır vasıtalı araçlar için başlangıç ve bitiş noktası olarak planlanan güzergahtır. Günlük 7.000 ağır vasıta aracın bu güzergahtan geçirilmesi planlanmaktadır. Gece boyunca Ro-La trenine olan talebin düzenli olacağı varsayılmaktadır.

Mavi Hat Kazlıçeşme ile Kartal arasında planlanan hattır. 32 km uzunluğundadır. İstanbul şehir içi dağıtımda kullanılan kamyon ve kamyonetlerin Ro-La ile geçirilmesi planlanmaktadır. 2.000 araçlık bir talebin olduğu bilinmektedir.

Ro-La uzun mesafeli taşımalarda daha iyi sonuçlar vermektedir. Alman Ro-La sistemlerinde 200 km'den uzun mesafeler için tercih edilirliliği artmaktadır. Planlanan Yeşil Hat için (Köseköy-Çerkezköy arası) toplam mesafe toplamda 231 km'dir ve Ro-La taşımacılığı taşımacılara daha iyi sonuçlar sunacaktır.

Çözüm Yöntemi ve Sonuçlar

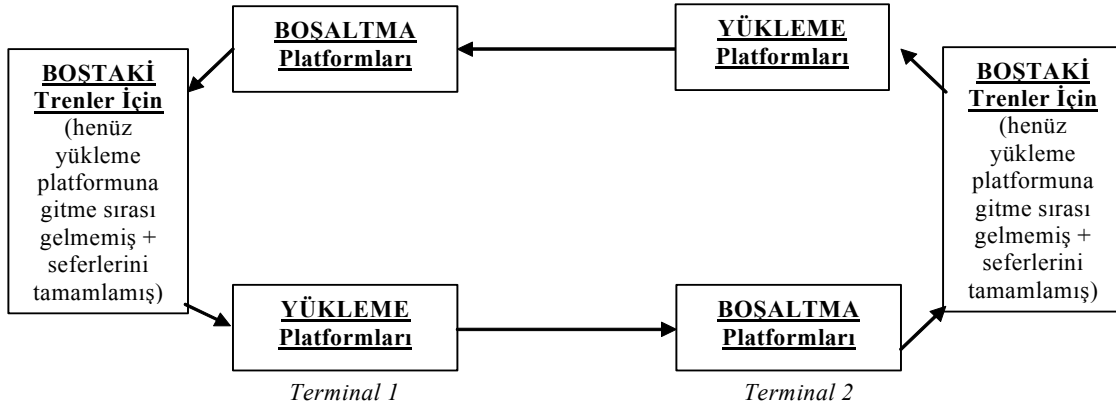
Çok modlu taşıma sistemlerinde tesis yerleşimi ve tasarımının çizelgeleme problemleriyle entegrasyonunu sağlamak amacıyla Şekil 4'te verilen yöntem uygulanmıştır.



Şekil 4 Entegre problemi çözmek amacıyla kullanılacak olan yöntemin akış şeması.

Problemin çözümü amacıyla tesis tasarımı ve çizelgeleme problemleri ayrı ayrı iteratif bir yaklaşımla çözülecek ve tesis tasarımı probleminin çıktısı olan yükleme/boşaltma platformlarının sayısı çizelgeleme problemine girdi olarak kabul edilecektir. Çizelgeleme probleminin çözümü değerlendirilerek sistemin verimliliği her gün için taşınan araç sayısının belirlenmesiyle ölçülecektir. Sistemin verimliliği istenen seviyelerdeyse, yani kesintisiz olarak operasyon limitleri içerisinde sefer yapılabiliriyorsa, elde edilen sonuç kabul edilecektir. Aksi takdirde yükleme/boşaltma platformları sayısında kısıtlamaya gidilerek tesis tasarımı problemi yeniden çözülecektir. Yükleme/boşaltma platformlarının sayısı eğer kesintisiz olarak operasyon limitleri içerisinde sefer yapılabiliriyorsa fakat yükleme/boşaltma platformlarında gereksiz bekleme oluyorsa azaltılacaktır. Operasyon limitleri içerisinde sefer yapılabilecekken bir trenin hazır olmaması durumunda ise platform sayısı artırılmıştır.

ÇMT modelinin iki terminal arasında gerçekleşecek olan karşılıklı seferlerin çizelgesini belirlemek amacıyla oluşturulacak model aşağıdaki şemayı temel alacaktır.



Şekil 5 Çizelgeleme modelinde kullanılacak ÇMT sistemi şeması.

Bu projede tesisi tasarımı ve sefer çizelgelemesi modelleri Yöneylem Araştırması metotları kullanılarak geliştirilmiş ve ÇMT problemlerine çözüm getirebilmek için entegre edilmiştir. Entegre edilmiş model için sezgisel ve/veya tam çözüm öneren çözüm yöntemleri geliştirilecektir. Son olarak da bu çözüm yöntemlerinin performansı Marmaray’da uygulanmıştır.

Geliştirilen eniyileme modeli iki farklı sistem (Fransız ve Alman sistemleri) için oluşturulmuştur. Model parametreleri Tablo 2’de verilmiştir. Bu verilerle elde edilen taşıma kapasiteleri yine Tablo 2’de özetlenmiştir.

Tablo 2 Fransız ve Alman Ro-La Sistem parametreleri ve Marmaray için çözümleri.

Parametre	Değer	
	Fransız	Alman
İşletme Süresi	24:00-06:00	24:00-06:00
Her sefer için vagon sayısı	26	22
Ortalama Hız (km/saat)	120	100
Tasarım sefer sayısı	240	200
Tasarım sefer aralığı (dk.)	3	3
Tasarım kapasitesi (adet)	6.240	4.400
Operasyon kapasitesi	3.120	2.200

Tablo 2’den de görüldüğü gibi yapılan ilk analizler sonucunda Marmaray için Fransız sisteminin daha yüksek bir kapasite sunacağı görülmüştür. Halen tasarım ve çizelgelemeye yönelik detaylı çalışmalar devam etmektedir.

Marmaray’da Ro-La işletme süresi yolcu taşımacılığının yapılmayacağı 24:00-06:00 saatleri arası olarak planlanmaktadır. Ro-La taşıma çizelgeleri Marmaray’ın yük ve yolcu taşımacılığı sistemlerinin aksamadan sürebilmesi için gerekli bakım ve onarım çalışmaları göz önünde bulundurularak hesaplanmaktadır.

Marmaray’da Ro-La sistemi için uygun işletim modeli çizelgelemesi gerekli depolama, terminal tesis tasarımları ile entegre bir şekilde planlanmaktadır.

Sonuç

Asya ve Avrupa kıtaları arasında köprü olan İstanbul, jeopolitik konumundan dolayı uluslararası, ulusal ve bölgesel yük hareketlerinin merkezinde yer almaktadır. %93’lük oranla bu yük hareketleri karayolu taşımacılığıyla gerçekleştirilmekte olup bu hareketler İstanbul’da doğrudan ulaşım yoğunluğuna, dolayısıyla sosyal, ekonomik ve çevresel sorunlara sebep olmaktadır.

Marmaray üzerinde kombine taşımacılık uygulanarak İstanbul açısından ulaşımında yük taşımacılığında kaynaklanan sorunlar kısmen elimine edilebilecektir. Marmaray’da Ro-La trenlerinin işletilmesiyle birlikte Türkiye’de ilk defa düzenli ve tarifeli (shuttle) Ro-La sistemi kullanımına geçilecek ve İstanbul’dan transit geçen ve İstanbul’a gelen-giden yüklerin taşınmasında daha az CO₂ emisyonuna, gürültü kirliliğine sebep olan demiryolu taşımacılığı kullanılacaktır.

Kombine taşımacılığın entegrasyonu ile yüklerin transferinde elleçleme azaltılarak operasyonel verimlilik sağlamak mümkün olabilecektir. Böylelikle yüklere olan zarar azaltılarak sigorta maliyet hesaplarında kullanılan riskler azaltılabilecektir. Marmaray sistemini kullanarak günde yaklaşık olarak 3.000 TIR veya kamyonun karşılıklı geçiş için kullanılabilmesi görülmüştür.

Teşekkür Bu çalışmaya 106E208 numaralı projeye destek sağlayan TÜBİTAK'a teşekkür ederiz. Bu çalışmada yer alan Koç Üniversitesi Endüstri Mühendisliği'nden Doç.Dr. Ceyda Oğuz ve Araş.Gör. Güven Kaya ile İstanbul Metropolitan Planlama ve Kentsel Tasarım Merkezi'nden Şule Atalay'a katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Armour, J.M. ve E.S. Buffa, A. (1963) Heuristic Algorithm and Simulation Approach to Relative Allocation of Facilities, Management Science, 9, 294-309.

Donovan, A. (2000) Intermodal transportation in historical perspective, Transportation Law Journal, Haziran sayısı.

Francis, R.L. ve J.A. White (1974) Facility Layout and Location: An Analytical Approach, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

Francis, R.L., L.F. McGinnis ve J.A. White (1998) Facility Layout and Location: An Analytical Approach, 2nd ed, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

Jones, W.B., C.R. Cassady ve R.O. Bowden (2000) Developing a standard definition of intermodal transportation. Department of Industrial Engineering, Mississippi State University, 2000 (aynı tanım Bowden, R.O., Developing a standard definition of intermodal transportation, Transportation Law Journal, Haziran sayısı).

Justice, E.D. (1996) Optimization of chassis reallocation in doublestack container transportation systems (rail cars, scheduling). Ph.D. thesis, University of Arkansas, 1996.

Macharis, C. ve Y.M. Bontekoning (2004) Opportunities for OR in intermodal freight transport research: a review, Eur. J. Oper. Res., 153, 400-416.

McKenzie, D.R., M.C. North ve D.S. Smith (1989) Intermodal Transportation – The Whole Story, Simmons-Boardman Books, Inc., Omaha, NE.

Morlok, E.K., J.P. Sammon, L.N. Spasovic ve L.K. Nozick (1995) Improving productivity in intermodal rail-truck transportation. In: Harker, P. (Ed.), The Service Productivity and Quality Challenge, pp. 407–434.

Nahmias, S. (2004) Production and Operations Analysis, 5th ed, McGraw-Hill/Irwin, New York.

Newman, A.M. ve C.A. Yano (2000a) Centralized and decentralized train scheduling for intermodal operations, IIE Transactions, 32, 743–754.

Newman, A.M. ve C.A. Yano (2000b) Scheduling direct and indirect trains and containers in an intermodal setting, Transportation Science 34 (3), 256–270.

Spasovic, L.N. (1990) Planning intermodal drayage network operations, Ph.D. Dissertation University of Pennsylvania, UMI Dissertation Service, Michigan.

Spasovic, L.N. ve E.K. Morlok (1993) Using Marginal Costs to evaluate drayage rates in rail-truck intermodal service, Transportation Research 1383, 8–16.

Taylor, G.D., F. Broadstreet, T.S. Meinert ve J.S., Usher (2002) An analysis of intermodal ramp selection methods, Transportation Research Part E, 38, 117–134.

Walker, W.T. (1992) Network economics of scale in short haul truckload operations. Journal of Transportation Economics and Policy XXVI (1), 3–17.

Metro İstasyonlarının Mimari Açıdan Değerlendirilmesi

Gülen Çağdaş, Gülay Pektaş Moğulkoç

İTÜ Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü

Taşkılla Taksim İstanbul

0 212 293 13 00 / 2394, 2399

cagdas@itu.edu.tr

Öz

Büyük kentlerdeki ulaşım sorununa çözüm olması beklenen metro sistemlerinden istenilen performansın elde edilebilmesi ve istasyonların fonksiyonel olarak doğru ve verimli bir şekilde işleyebilmesi için istasyonlardaki yaya hareketlerinin analizi yapılarak kullanıcıya ve işletmeye uygun tasarımların yapılması gerekmektedir.

Bu bildiri, derlenmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen uzman sistem önerisi, kapalı metro istasyonlarındaki yaya hareketinin analizini ve sirkülasyon sisteminin değerlendirilmesini yaparak istasyonunun boşalma süresini tahmin etmek üzere tüm işlemlerin bilgisayar tarafından yapıldığı değerlendirme amaçlı bir modeldir.

Oluşturulan model ile, ülkemizde uygulamaya yeni geçilen metro sistemlerine gerekli olan tasarım verilerinin belirlenerek, metro istasyonlarından istenen performansların sağlanması amaçlanmıştır. Yolcuların izdihama yol açmayacak şekilde istasyonları boşaltmaları metro istasyon tasarımlarından beklenen önemli bir özelliktir. Bu nedenle kapalı metro istasyonlarının sirkülasyon sistemleri incelenerek analiz edilmiş ve bu sistemi kullanan yolcu davranışları gözlemlenmiştir.

Model, tanımlama, tahmin ve değerlendirme aşamalarından oluşmaktadır. Tanımlama aşamasında, istasyon planları ve sirkülasyon ağları matrisler şeklinde temsil edilmiş, uzman sistemin arayüz ve bilgi edinme birimleri kullanılarak bilgi tabanı ve olgu tabanı oluşturulmuştur. Önerilen modelin tahmin aşamasında uzman sistemin kural tabanında belirlenen kurallar ve çıkarsama mekanizmasının kullandığı mantıksal ve matematiksel işlemler ile istasyondaki yolcu hareketleri, sirkülasyon sistemini temsil ettiği varsayılan hücreler arasındaki akımlar olarak analiz edilmiştir. Modelin değerlendirme aşamasında, analiz sonuçları yorumlanarak, belirlenen kriterlere göre sistemin performansları değerlendirilmiştir.

Bu amaçla, Aksaray Hafif Metro İstasyonu'nda yapılan alan çalışmasında yolcu hareketlerinin özellikleri incelenmiş ve elde edilen veriler ile istasyondaki yolcu hareketlerinin benzetimi yapılmış, gelen yolcuların vagon kapılarından çıkış turnikelerine olan hareket örüntüleri belirlenerek istasyonun sirkülasyon açısından performansı değerlendirilmiş ve sistemdeki darboğazlar tespit edilmiştir. Yolcu çıkışlarının en yoğun olduğu durumlarda, yolcuların istasyonu boşaltma süresi tahmin edilerek maksimum yolcu kapasitesi belirlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Metro istasyonları, İstasyonların değerlendirilmesi, Yolcu hareketlerinin analizi, Uzman sistem, Benzetim modeli

Metro İstasyonu Değerlendirme Modeli

Bildiri kapsamında sunulan model, kapalı metro istasyonlarındaki yaya hareketinin analizini ve sirkülasyon sisteminin değerlendirmesini yaparak istasyonun boşalma süresini tahmin etmek üzere, tüm işlemlerin bilgisayar tarafından yapıldığı değerlendirme amaçlı bir uzman sistemdir (Pektaş, 1997). Model, kapalı metro istasyonlarının tek düzeyli orta peron tipi için geliştirilmiştir. Orta peronlu istasyonların maksimum iki hat tarafından kullanılması nedeniyle model, bu iki hatta göre düzenlenmiştir. Model, kullanıcının belirleyebileceği hatta öncelik tanır, diğer bir deyişle, istasyonun boşalması sırasında ilk gelen metronun peronun hangi tarafına yanaşacağını kullanıcıya sorarak belirler ve yaya akımını başlatır. Gelen metro dizisi peron uzunluğuna göre maksimum dört vagonlu olabilmektedir. Model, her iki hat için de gelen metro dizisinin kaç vagonlu olduğunu kullanıcının belirlemesine olanak tanımaktadır. Geliştirilen model, hem istasyonun sirkülasyon sisteminin özelliklerine ilişkin fiziksel parametreleri, hem de yayaların davranışsal parametrelerini içermektedir. Yayaların tercih edebilecekleri düşey sirkülasyon elemanları ve çıkış turnikeleriyle ilgili bilgiler, alan çalışmasından elde edilen veriler doğrultusunda modele aktarılmıştır. Gelen yolcuların istasyonu boşaltmaları süresince her periyotta sirkülasyon sistemindeki yerleri, model tarafından belirlenebilmektedir. Ayrıca her periyot için hücrelerdeki yaya kapasitesi ve buna bağlı olarak sistemdeki darboğazlar tanımlanabilmektedir.

Kapalı metro istasyonlarının sirkülasyon sistemlerinin değerlendirilmesine yönelik oluşturulan model, tanımlama, tahmin ve değerlendirme aşamalarından oluşmaktadır. Modelin tanımlama aşaması, uzman sistemin bilgi tabanını oluşturan pasif tanımlama aşaması ve uzman sistemin olgu tabanını oluşturan aktif tanımlama aşaması olarak ayrılmaktadır. Modelin pasif tanımlama aşamasında, metro istasyonu kat planlarının bilgisayar ortamında tanımlanabilmesi için istasyon planlarını temsil eden matrisler oluşturulmuştur. Matrisler bilgisayar ortamında hücre denilen birimlerle tanımlanmıştır. Bu matrisler ile istasyonun sirkülasyon sistemini oluşturan, farklı yaya hareket özellikleri gösteren yatay ve düşey sirkülasyon elemanları ayrı ayrı tanımlanabilmektedir. İstasyon kat planlarının pasif tanımını oluşturan bilgiler, modelin analiz ve sentez aşaması için yeterli olmamaktadır. Bu nedenle, uzman sistemin kural tabanı ve çıkarsama mekanizması ile yeni bilgilerin üretilerek tahmin ve değerlendirme aşamasına veri teşkil edecek olgu tabanının oluşturulması gerekmektedir (Çağdaş, 1986). Bu amaçla geliştirilen alt programlar:

- KOMZEM ve KOMPER Alt Programları: Planı tanımlayan matris hücrelerinin yolcu çıkış yönüne doğru, komşuluk ilişkilerine göre kodlanmasını sağlayan alt programdır.
- KAPZEM ve KAPPER Alt Programları: Planı oluşturan hücrelerin her birinin maksimum yolcu kapasitesini hesaplayan alt programlardır. Farklı sirkülasyon elemanlarını temsil eden hücrelerin özelliklerine göre belirlenen kurallar doğrultusunda program matristeki hücre kapasitelerini hesaplayabilmektedir.
- ILISZEM ve ILISPER Alt Programları: Planı oluşturan hücrelerin yolcu çıkış yönünde oluşacak akım için birbirleriyle olan ilişkilerini tanımlayan alt programdır. İlişki matrisinin satır sayısı toplam hücre sayısı kadardır. Her hücrenin maksimum dört hücreyle ilişkisi olabileceğinden sütun sayısı dörde eşittir. Ayrıca akımı gerçekleştiren alt programa yardımcı olmak üzere, çıkış yönüne göre karşıt yönde yardımcı ilişki matrisleri de oluşturulmuştur.
- BAGZEM ve BAGPER Alt Programları: Planı oluşturan matris hücreleri arasındaki yolcu (bağ) geçiş kapasitelerini ve hücrenin bağ geçiş süresini hesaplayarak ilgili

matrisleri oluşturan alt programdır. Hücreler arası bağ geçiş süreleri hesaplandıktan sonra, sirkülasyon sisteminin statik ağ modeli, zaman faktörü göz önüne alınarak analiz aşamasına veri teşkil eden dinamik ağ modeli haline dönüştürülür. Dinamik ağ modellerinde yolcuların bir hücreden diğer bir hücreye kabul edilen bir periyotluk zaman birimi içinde hareket ettikleri varsayılır.

Uzman sistemin tanımlama aşamasında bilgi tabanının kullanılarak olgu tabanının oluşturulması sürecinde elde edilen veriler şunlardır:

- İstasyonun giriş katındaki ve peron katındaki toplam hücre sayısı,
- Her hücrenin kod numarası,
- Sirkülasyon, peron, düşey sirkülasyon ve çıkış hücrelerinin maksimum kapasiteleri,
- Her sirkülasyon hücresine en yakın çıkış hücresi,
- Her hücrenin çıkış akımı yönünde ilişkili olduğu hücre sayısı ve bu hücrelerin kod numaraları,
- Her hücrenin ilişkili olduğu hücreler arasındaki bağ geçiş kapasiteleri,
- İlişkili hücreler arasındaki bağ geçiş süreleri.

Uzman sistemin tahmin aşamasında kullanılacak olan olgu tabanı ve bilgi tabanı böylece elde edilmiş olmaktadır. Tahmin aşamasında, istasyonun sirkülasyon sistemini temsil ettiği varsayılan hücreler arasında oluşan yaya akımı, uzman sistemin bilgi ve olgu tabanının çıkarsama mekanizması tarafından, tanımlanan kurallar çerçevesinde analiz edilmiştir. Bu amaçla, AKIMZEM ve AKIMPER Alt Programları geliştirilmiştir; bu altprogramlar gelen yolcuların vagon kapısından başlayarak çıkış turnikelerinden geçişle sonlanan istasyon içindeki akımların analizini yaparlar. Modelin tahmin aşamasında, perona gelen metro hattına, metro dizilerinin vagon sayısına ve metroların geliş aralıklarına bağlı olarak elde edilen sonuçlar şunlardır:

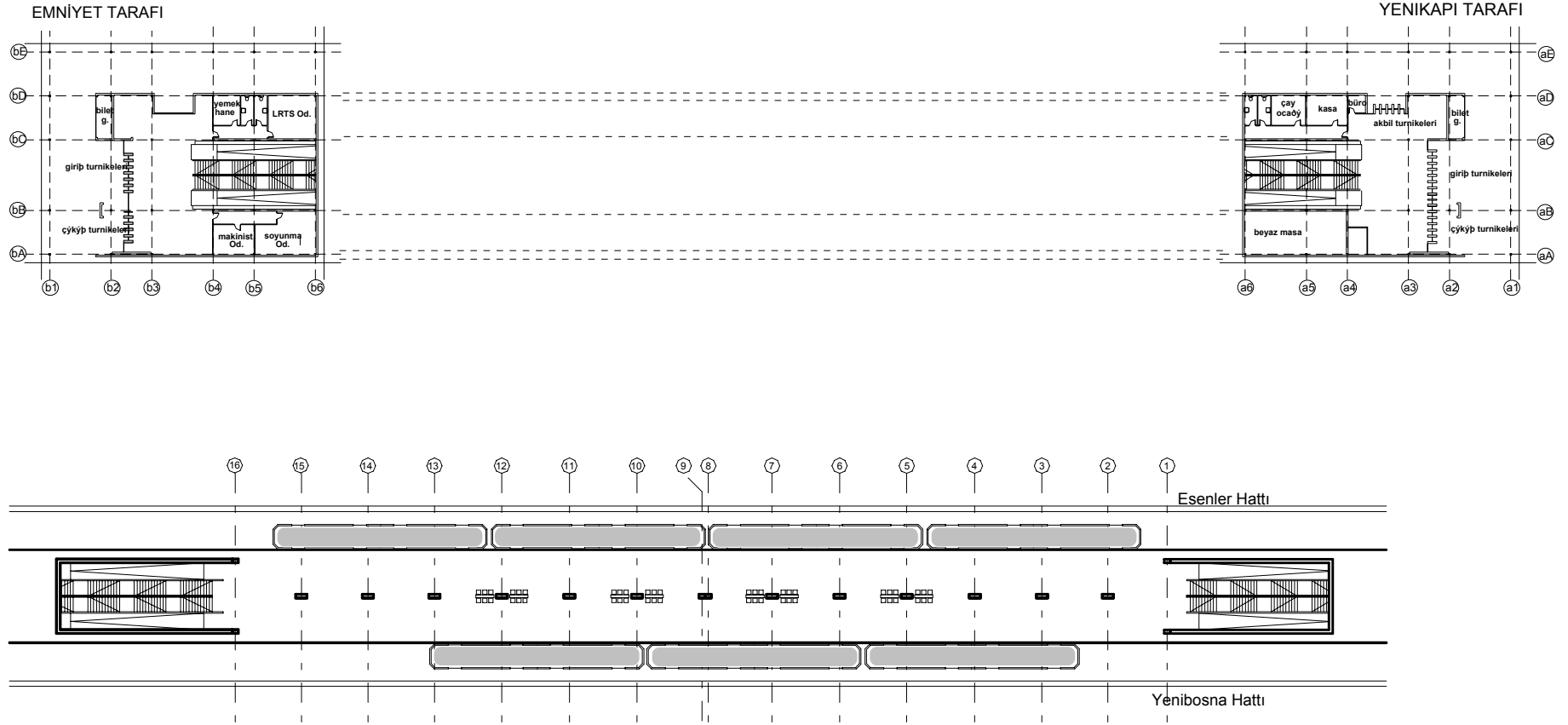
- İstasyonun boşalma süresince her periyot için yolcu akımını oluşturan hareketlerin izlenmesi,
- Her periyottaki hücrelerin yolcu kapasitelerinin belirlenmesi,
- Yolcuların hücrede bekleme sürelerinin hesaplanması,
- Sirkülasyon sisteminde darboğazları meydana getiren hücrelerin tespit edilmesi,
- İstasyonun toplam boşalma süresinin tahmin edilmesidir.

Alan Çalışması

Metro istasyonlarının değerlendirilmesi amacıyla kullanılacak modele veri oluşturulması ve modelin denenmesi için İstanbul Hafif Metro Sistemindeki istasyonlardan biri olan Aksaray İstasyonu alan çalışması için seçilmiştir. Seçim kriterleri şöyle sıralanabilmektedir:

- Kapalı metro istasyonu olması,
- Gerekli sirkülasyon donanımlarının tümünün bulunması,
- Yoğun yolcu sirkülasyonunun olması.

Aksaray İstasyonu, kapalı metro istasyonlarının temel mekanlarından olan giriş katı, düşey sirkülasyon elemanları ve peron katından oluşmaktadır. Bazı kapalı metro istasyonlarında mevcut olan istasyon lobisi (konkors katı) Aksaray İstasyonu'nda bulunmamaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Aksaray Hafif Metro İstasyonu planları.

Aksaray Hafif Metro İstasyonu'ndaki Yolcu Hareketlerinin Analizi

Aksaray İstasyon'undaki yolcu hareketlerinin analizi için, kronometre ile ölçümler yapılarak ve video kaydedicisi ile yolcu hareketleri tespit edilerek yaya sirkülasyonuna ait veriler elde edilmiştir. Öncelikle, istasyondaki yaya hareketlerinin en yoğun olduğu doruk saatler belirlenmiştir. Doruk saatler, işletmenin yaptığı yolcu istatistiklerine (Anon, 1995) ve yapılan 15 günlük gözlemlere göre seçilmiştir. İstasyondaki yolcu sirkülasyonun gün içinde en yoğun olduğu yarım saatlik periyotlar; metro ile gelen yolcu sirkülasyonu için 8.15-8.45 ve metro ile giden yolcu sirkülasyonu için 18.20-18.50 olarak kabul edilmiştir. İstasyonda bulunan yolcular, giden yolcu ve gelen yolcu olarak iki grupta incelenmiştir.

Giden Yolcu Hareketlerinin Analizi:

Aksaray İstasyonu'ndan giden yolcuların istasyon içindeki hareketleri şu şekilde sınıflandırılabilir:

1. Bilet turnikelerinden geçme,
2. Düşey sirkülasyon elemanlarına yürüme,
3. Düşey sirkülasyon elemanlarını kullanma,
4. Peron katında bekleme,
5. Metroya binme.

Metroyu kullanmak üzere Aksaray İstasyonu'na gelen yolcuların istasyon içindeki hareketleri giriş turnikelerinden geçmeleri ile başlamaktadır. Yolcuların giriş turnikelerinden geçiş süreleri, manyetik kart ve akbil turnikelerinde farklılaşmaktadır. Yolcuların turnikelerden geçiş sürelerini tespit etmek üzere manyetik kart turnikeleri ve akbil turnikeleri için, video çekimlerinden her gün 30 yolcu olmak üzere 150 yolcunun geçiş süreleri ölçülmüştür. Manyetik kart geçişlerinde en hızlı geçiş 1.08 saniye ve en yavaş geçiş 16.89 saniyedir. Genel olarak turnikelerden geçiş süresi 1 ile 4 saniye arasındadır. Geçişlerdeki en yoğun periyot 2-3 saniye arasındadır. Geçiş süreleri ölçülen 150 yolcunun 41 tanesi 1-2 saniyede, 46 tanesi 2-3 saniyede, 26 tanesi 3-4 saniyede, 11 tanesi 4-5 saniyede manyetik kart turnikelerinden geçmişlerdir. Bir kişinin manyetik kart turnikesinden ortalama geçiş süresi, 3.43 saniyedir.

Akbil turnikelerinden ise en hızlı geçiş 0.91 saniye, en yavaş geçiş 6.72 saniyedir. Bu turnikelerden genel olarak geçiş süresi 1 ile 4 saniye arasındadır. Akbil turnikelerinden geçişlerdeki en yoğun periyot 2-3 saniyede 73 kişi olarak gerçekleşmiştir. Geçiş zamanları ölçülen 150 yolcudan 30 yolcu 3-4 saniyede, 32 yolcu 1-2 saniyede, 10 yolcu 4-5 saniyede turnikelerden geçmişlerdir. Akbil turnikelerinden bir yolcunun ortalama geçiş süresi 2,67 saniyedir. 1 saniye ile 4 saniye arasında akbil turnikelerini kullanan 150 kişinin % 90'ı akbil turnikelerinden geçerken, aynı süre içerisinde manyetik kart turnikelerini kullanan 150 kişinin ancak % 75'i geçebilmektedir.

Giden yolcular peron kotuna inmek için mekanik merdivenleri veya normal merdivenleri kullanmaktadırlar. Yolcuların düşey sirkülasyon elemanlarındaki hareketlerinin analizleri, istasyondaki Yenikapı yönündeki merdivenleri kullananlar arasında yapılmıştır. Yolcuların hangi tip merdiveni tercih ettiklerini belirlemek için, video kayıtlarından 4.5 dakika süreyle sayım yapılmıştır. Toplam 1469 yolcudan 997'si mekanik merdiveni, 472'si normal merdiveni kullanmışlardır. Ayrıca istasyonda, belirlenen en yoğun periyotta (18.20-18.50) normal merdiven ve mekanik merdiveni kullanan yolcuların sayımları yapılmıştır. Yarım saatlik sürede 2210 yolcunun 1494 tanesi mekanik merdiveni, 716 tanesi normal merdiveni

kullanarak perona inmişlerdir. Aksaray Metro İstasyonu'nda akşam doruk saatlerde giden yolcuların % 68'i mekanik merdiveni, %32'si de normal merdiveni tercih etmektedirler. Yolcuların normal merdivenlerden iniş süresini saptamak için, her gün 15 kişi olmak üzere toplam 75 kişinin merdivenlerden iniş süreleri ölçülmüştür. Yolcuların merdivenden indikleri en hızlı süre 6.08 saniye, en yavaş süre 29.60 saniyedir. Ölçüm yapılan 75 kişi arasından 3 kişinin 5-10 saniyede, 20 kişinin 10-15 saniyede, 29 kişinin 15-20 saniyede, 18 kişinin 20-25 saniyede, 4 kişinin 25-30 saniyede merdivenlerden indikleri gözlenmiştir. Giden yolcuların normal merdivenden ortalama iniş süresi 17.46 saniye olarak belirlenmiştir. Giden yolcuların giriş turnikelerinden metroya binmelerine kadar geçen süreler ölçülerek, istasyonda geçirilen toplam sirkülasyon zamanı tespit edilmeye çalışılmıştır. Hafta içi beş gün süreyle belirlenen doruk saatler içinde toplam 28 yolcunun toplam sirkülasyon süreleri ölçülmüştür (Tablo1).

Tablo 1. Giden yolcuların sirkülasyon süresi (giriş turnikeleri-vagon kapıları).

Tarih	Kullanılan Giriş Turnikesi		Kullanılan Düşey Sir.		Gidilen Hat		Vagon Kapı No.	Süre (Dakika)
	Manyetik K	Akbil	Mek. Mer.	Nor. Mer.	Esenler	Yenibosna		
12.08.1996 Pazartesi							1 V - 3 K	0.47.63
							1 V - 4 K	1.16.44
							1 V - 4 K	1.03.32
							3 V - 3 K	1.21.91
13.08.1996 Salı							1 V - 1 K	0.41.93
							1 V - 3 K	0.35.90
							1 V - 1 K	0.57.69
							3 V - 1 K	1.05.69
							1 V - 3 K	0.50.42
						2 V - 1 K	0.54.55	
14.08.1996 Çarşamba							1 V - 3 K	0.41.46
							1 V - 3 K	0.47.59
							2 V - 1 K	0.55.84
							1 V - 1 K	0.31.83
							3 V - 1 K	1.02.45
						2 V - 1 K	1.06.74	
15.08.1996 Perşembe							1 V - 1 K	0.45.58
							1 V - 1 K	0.59.30
							1 V - 2 K	0.37.79
							1 V - 3 K	1.10.69
							3 V - 2 K	1.27.37
						3 V - 2 K	1.07.37	
16.08.1996 Cuma							1 V - 3 K	0.32.95
							1 V - 1 K	0.51.91
							1 V - 1 K	0.48.79
							2 V - 1 K	0.41.68
							1 V - 1 K	0.58.93
						2 V - 3 K	1.13.25	

Gelen Yolcu Hareketlerinin Analizi:

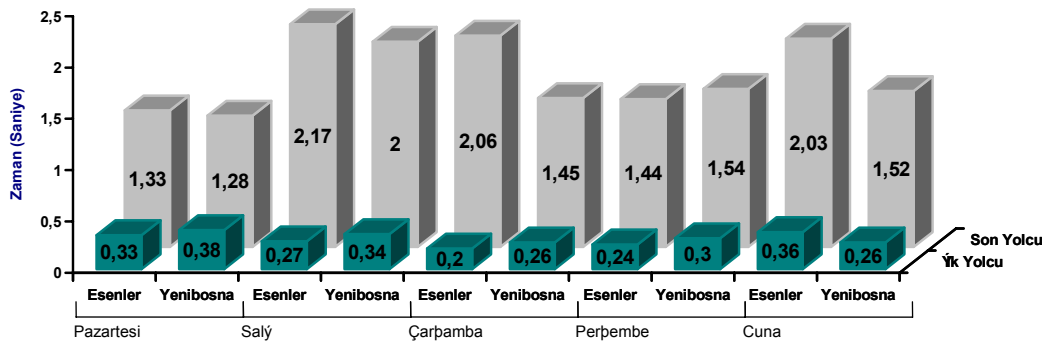
Aksaray İstasyonu'na metro ile gelen yolcuların hareketleri şu şekilde sınıflandırılabilir:

1. Metrodan iniş,
2. Düşey sirkülasyon elemanlarına kadar yürüme,
3. Düşey sirkülasyon elemanlarını kullanma,
4. Çıkış turnikelerine kadar yürüme,
5. Çıkış turnikelerinden geçiş.

Yolcuların çıkış turnikelerinden geçiş sürelerini saptamak amacıyla beşer gün boyunca her gün 30 yolcu olmak üzere, yolcuların çıkış turnikelerinden geçiş süreleri ölçülmüştür. Çıkış turnikelerinden en hızlı geçiş 0.88 saniye, en yavaş geçiş ise 4.04 saniyedir. Genel olarak turnikelerden geçiş süresi 1 ile 2 saniye arasındadır. Geçiş süreleri ölçülen 150 kişiden 102 kişinin 1-2 saniyede, 39 kişinin 2-3 saniyede, 7 kişinin 3-4 saniyede turnikelerden geçtikleri belirlenmiştir. Bir kişinin bir turnikeden ortalama geçiş süresi 1.86 saniyedir. Yolcuların çıkış turnikelerinden ortalama geçiş süreleri belirlendikten sonra, bir çıkış turnikesinden geçen yolcu sayısı belirlenmiştir. Bu tespitler için, video kayıtlarından, belirlenen turnikelerden 1 dakika süre boyunca geçen yolcu sayısı tespit edilmiştir.

İstasyona gelen yolcuların zemin kotuna çıkmak için kullandıkları düşey sirkülasyon araçları mekanik merdiven ve normal merdivendir. Yaya sirkülasyonunun çıkış anında çok yoğun olması nedeniyle yolcular, giden yolcular için ayrılan normal merdiveni de kullanmaktadırlar. Bu sebeple, gelen yolcular için ayrılan normal merdivende gelen ve giden yolcu sirkülasyonu karışmaktadır. Kullandıkları düşey sirkülasyon araçlarına göre her gün bir seferde gelen yolcuların sayımı yapılmıştır. İstasyona gelen toplam 2103 yolcunun, 994'ü mekanik merdiveni, 542'sinin normal merdiveni ve 567'sinin giriş yönündeki normal merdiveni kullandığı ölçülmüştür. Yolcuların normal merdivenden çıkış sürelerini tespit etmek için, her gün 15 yolcu olmak üzere 5 gün boyunca toplam 75 yolcunun merdivenden çıkış süreleri ölçülmüştür. Yolcuların normal merdivenden en hızlı çıkış zamanı 15.23 saniye, en yavaş çıkış zamanı ise 42.88 saniyedir.

Gelen yolcuların istasyonu boşaltma süresini belirlemek ve yolcuların bekleme sürelerini tespit etmek için, metrodan çıkan ilk yolcunun ve son yolcunun vagon kapısından çıkış turnikesinden geçene kadar harcadıkları süreler ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları Şekil 2'de gösterilen üç boyutlu grafikte verilmiştir.



Şekil 2. Vagondan çıkan ilk yolcuların ve son yolcuların istasyonu boşaltma süreleri.

Modelin Uygulanması

Geliştirilen kuramsal modelle elde edilen sonuçların geçerliliğinin tespit edilmesi amacıyla model, Aksaray Hafif Metro İstasyonu verilerine uygulanmıştır. İstasyonun genel özellikleri ve yapılan alan çalışmasının ayrıntıları önceki bölümde anlatılmıştır. İstasyonun peron kotu ve giriş kotu farklı mimari özellikler gösterdiğinden ayrı ayrı ele alınarak modellenmiştir.

Tanımlama aşamasında, istasyonda yolcuların kullandıkları yatay ve düşey sirkülasyon elemanları (vagon kapıları, peron, düşey sirkülasyon elemanları, sirkülasyon holü, çıkış turnikeleri) tanımlanarak tanım matrisleri oluşturulmuştur. Uzman sistemin daha önce açıklanan alt programları ile komşuluk ilişkilerini kodlayan kod matrisleri; hücrelerin maksimum kapasitesini belirleyen kapasite matrisleri; hücrelerin çıkış yönünde oluşacak akım için birbirleriyle olan ilişkilerini tanımlayan ilişki matrisleri, planı oluşturan hücrelerin yolcu geçiş kapasitelerini oluşturan bağ geçiş kapasite matrisleri ve bunların sürelerini hesaplayan bağ geçiş süreleri matrisleri oluşturulmuştur.

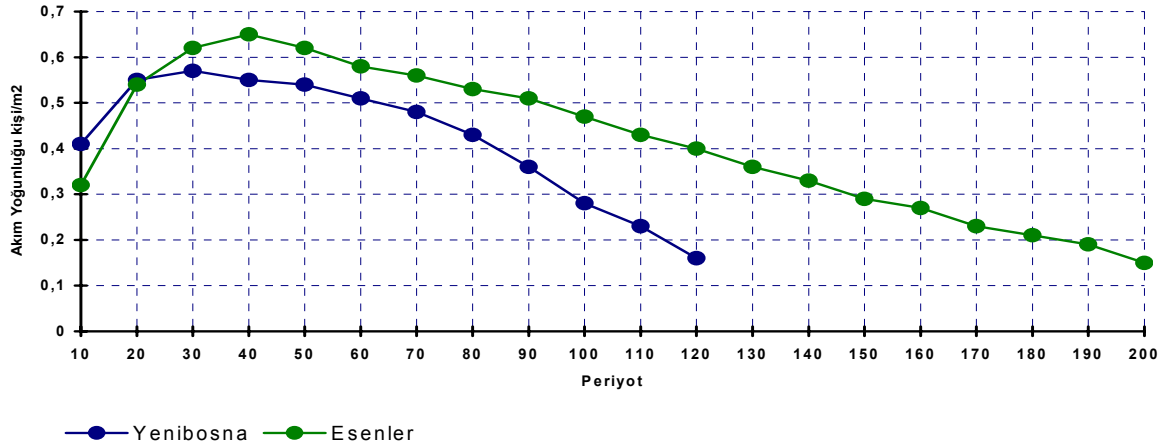
Uzman sistemin tahmin modeli, yolcu hareketlerinin benzetimini yaparak akımı gerçekleştirir ve yolcuların istasyonu boşaltma süresini hesaplar. Aksaray Hafif Metro İstasyonu için yapılan uygulamada, program 3 vagon dizili Esenler ve Yenibosna hatları için çalıştırılmıştır. Esenler hattından gelen 433 yolcu istasyonu 366 periyotta (183 saniyede), Yenibosna hattından gelen 330 yolcu, 289 periyotta (145 saniyede) boşaltmıştır. Modelin uygulamasından elde edilen sonuçlar, Fruin'in "Servis Düzey" lerine göre yorumlanmıştır.

Fruin, akım yoğunluğunun en az olduğu Servis Düzeyi A'dan akım yoğunluğunun en fazla olduğu Servis Düzeyi F'e kadar çeşitli akım yoğunluğu kabulleri yapmıştır. Tablo 2'de Fruin'in merdivenlerdeki servis düzeylerine göre kabul ettiği akım yoğunlukları görülmektedir. Tümünüyle serbest bir şekilde oluşan akım, Fruin tarafından Servis Düzeyi A olarak tanımlanmıştır. Bu düzeyde yayalar arasında dokunma yoktur, bireyler kendi yürüme hızlarını seçebilirler, daha yavaş yürüyebilirler ve farklı yönlerdeki insanlar birbirlerini rahatlıkla geçebilirler. Böyle bir akımda yoğunluk saniyede 0.3 kişi/m² 'nin altındadır. Akım yoğunluğunun saniyede 1.4 kişi/m² olması, Fruin tarafından Servis Düzeyi E olarak tanımlanır. Sirkülasyon bütün yayalar için sınırlanmıştır ve kişiler doğal hızlarının altında yürümek zorundadırlar, akım aralıklı olarak durmaktadır.

Tablo 2. Fruin'in servis düzeyi tanımlamaları (Fruin, 1971).

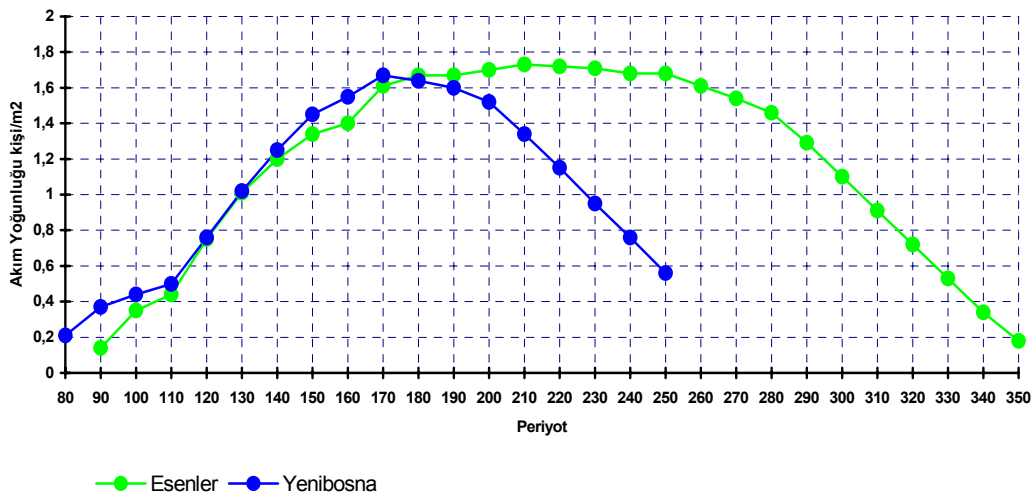
Servis Düzeyi	Akım Yoğunluğu kişi/m (dak.)	Ortalama Hız (metre/dakika)	Tanımlama
A	16.4	30.5	Serbest akım
B	16.4-23.0	30.5-32.2	Tek yönlü akım, serbest sirkülasyon, karşı yönde akımlar için küçük çarpışmalar.
C	23.0-32.8	32.2-30.5	Diğer yayaların geçişi nedeniyle, hızda küçük sınırlamalar, karşı yöndeki akımlar için zorluklar.
D	32.8-42.6	30.5-27.7	Birçok yaya için sınırlanmış sirkülasyon, karşı yöndeki akımlar için önemli zorluklar.
E	42.6-55.8	27.7-20.6	Bütün yayalar için sınırlanmış sirkülasyon, aralıklı durmalar, karşı yöndeki akımlar için ciddi zorluklar.
F	55.8-0.0	20.6-0.0	Akım tamamen bozulmuştur ve akımda birçok kere durma oluşmaktadır.

Geliştirilen modelden elde edilen akım matrislerine göre her periyottaki peron ve zemin kattaki akım yoğunlukları Şekil 3 ve Şekil 4’de gösterilmiştir. Akım yoğunlukları, peron katı ve zemin kat için yolcuların kullanabilecekleri bütün alana göre hesaplanmıştır. İstasyona Esenler hattından gelen yolcuların, 39. periyotta mekanik merdivene, 55. periyotta normal merdivene, Yenibosna hattından gelen yolcuların ise 27. periyotta mekanik merdivene 110. periyotta normal merdivene ulaştıkları saptanmıştır. Mekanik merdivenin geçiş süresi 44 periyot (22 saniye), normal merdivenin geçiş süresi 54 periyot (27 saniye) olarak tespit edildiği için, Esenler hattında 83. periyotta, Yenibosna hattında 71. periyotta yolcular zemin kotuna çıkmışlardır.



Şekil 3. Aksaray Hafif Metro İstasyonu peron katı sirkülasyon hücrelerindeki akım yoğunluğu.

Şekil 3’deki grafik, uygulama yapılan her iki hat için peron katındaki akım yoğunluklarını göstermektedir. Akım yoğunluklarının en fazla olduğu periyot Yenibosna hattı için 40. periyot, Esenler hattı için 30. periyottur. Bu periyotlardaki servis düzeyleri Fruin’in Servis Düzeyi C akım şartlarına uymaktadır.

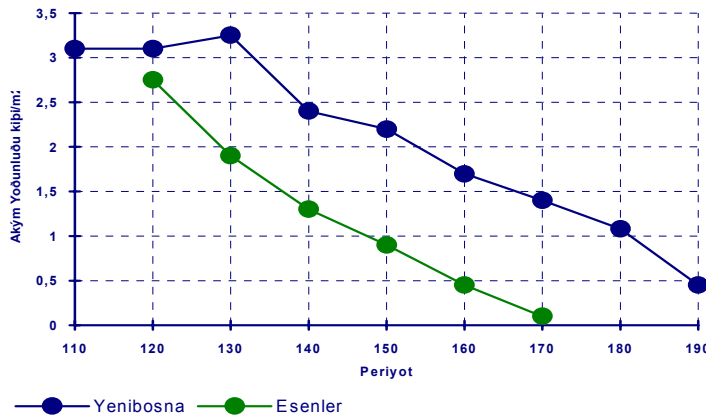


Şekil 4. Aksaray Hafif Metro İstasyonu zemin kat sirkülasyon hücrelerindeki akım yoğunluğu.

Şekil 4'deki grafik, uygulaması yapılan her iki hat için zemin katındaki yolcu akım yoğunluklarını göstermektedir. Zemin kattaki en fazla yoğunluk Esenler hattı için 210. periyotta, Yenibosna hattı için 170. periyotta oluşmaktadır. Zemin katta bu periyotlardaki akım, Fruin'in servis düzeyi C akım şartlarına uymaktadır. Grafikte 110-120. periyotlar arasında görülen akım yoğunluğundaki hızlı artış, normal merdiveni kullanan yolcuların zemin kotuna ulaşmasından kaynaklanmaktadır.

Peron katı ve zemin kat için her periyot için gösterilen akım yoğunlukları yolcuların kullanabilecekleri bütün alan dikkate alınarak hesaplanmıştır. Ancak, yolcular istasyondan çıkış sırasında, kendi buldukları noktadan amaçlarına uygun en yakın rotayı izleyip ayrılan alanın belirli bölümlerini kullanmaktadırlar. Bu nedenle, yolcuların kullandıkları alanlardaki akım yoğunlukları ve servis düzeyleri değişmektedir.

Yapılan uygulamalarda, açıklanan merdiven tercih kabulleri ile Esenler hattından gelen 433 yolcunun 339'u mekanik merdiveni, 84'ü çıkış için ayrılan normal merdiveni, 7'si iniş için ayrılan normal merdiveni; Yenibosna hattından gelen 335 yolcunun ise, 194'ü mekanik merdiveni, 120'si çıkış için ayrılan normal merdiveni, 6'sı iniş için ayrılan normal merdiveni kullanmışlardır. Hatlara göre değişen mekanik merdiveni ve normal merdiveni kullanan yolcu sayıları, öncelikle tercih edilen mekanik merdivenin gelen metro hattına yakınlığı veya uzaklığı ile açıklanmaktadır.



Şekil 5. Aksaray Hafif Metro İstasyonu normal merdivenlerdeki akım yoğunluğu.

Şekil 5.'de periyotlara göre çıkış yönüne ayrılmış normal merdivenlerdeki yolcu akım yoğunlukları gösterilmiştir. Yoğunluğun en fazla olduğu periyotlar Esenler hattı için 120. periyottur. Bu periyotta akım yoğunluğu 2.75 kişi/m²'dir ve servis düzeyi E akım şartlarına uygundur. Yenibosna hattı için 130. periyotta normal merdivenin kapasitesinin tümüyle dolu olduğu 3.25 kişi/m²'lik akım yoğunluğu servis düzeyi F'e karşılık gelir. Normal merdivenlerdeki akım yoğunluğunun 2 kişi/m² olduğu Esenler hattı için 130. periyot, Yenibosna hattı için 150-160. periyotlar arası akım hızı 0.5 m/sn olarak kabul edilmektedir. Akım yoğunluğunun 2 kişi/m²'den fazla olduğu periyotlarda akım hızı düşmektedir.

Esenler hattından gelen 433 yolcu için yapılan uygulamada, mekanik merdiven önündeki hücrelerde 200-257. periyotlar arasında darboğaz oluşarak, mekanik merdivendeki akımın engellendiği görülmüştür. Yenibosna hattından gelen 330 yolcu için yapılan uygulamada ise, normal merdiveni kullanan yolcuların sayısı daha fazla olduğu için, darboğaz normal merdiven önündeki hücrelerde oluşmuştur. Darboğazların oluşma nedenleri, düşey

sirkülasyon elemanları ile çıkış turnikeleri arasındaki alanın yolcu sayısına göre yetersiz kalması ve çıkış turnikelerinin sayısının az olması ile açıklanabilir.

İstanbul Hafif Metro sisteminde, sistem metro sefer aralıklarının 2,5 dakikaya kadar düşmesine izin vermektedir. Bir sonraki metro dizisinin 2,5 dakika sonra gelebileceği düşünülerek, istasyonun 150 saniyede boşaltılması, istenen performans değeridir. Gelen 4 vagonlu metro dizisinin bütünüyle dolu olduğu izdiham durumunda (gelen yolcu sayısı 1216) Aksaray Hafif Metro İstasyonu'nun sirkülasyon sisteminin yeterli olmadığı görülmüştür.

Sonuçlar

Mevcut metro istasyonlarının mimari açıdan değerlendirilebilmesi amacıyla geliştirilen uzman sistem modeli, tasarım önerilerine ait sirkülasyon sisteminin performansının yolcu hareketleri açısından ölçülmesi için kullanılabilir. Yolcu çıkışlarının en yoğun olduğu durumlarda, yolcuların istasyonu boşaltma süresi tahmin edilerek maksimum yolcu kapasitesi belirlenebilecektir.

Bir istasyonda yapılan gözlemlerden elde edilen yolcu hareket verilerinin kullanılarak mevcut istasyonların değerlendirilmesi için geliştirilen bilgisayar modeli, diğer metro istasyonlarının da değerlendirilmesinde kullanılabilir özelliklere sahip bir uzman sistemdir. Modelin kullanılmasıyla metro istasyonları, daha tasarım sürecinde iken değerlendirilebilecek ve böylece kullanım sürecinde ortaya çıkabilecek olası hatalardan kaçınılabilecektir. İstasyonlardaki yaya hareketlerini etkileyen giriş holleri ve platformların boyutları, düşey sirkülasyon elemanlarının sayıları, tipleri, boyutları, konumları ve ulaşılma mesafeleri, turnike sayı ve konumları gibi önemli tasarım parametreleri tasarım sürecinde değerlendirilerek, performansı yüksek istasyon tasarımları geliştirilebilecektir.

Model izdiham koşulları için uygulanmamıştır. Bilgisayar modeli aracılığıyla istasyonda izdiham koşullarının simülasyonu gerçekleştirilerek, istasyonun performansının ölçülmesi amaçlanmaktadır.

Kaynaklar

Anon, (1995), İstanbul Ulaşım Sanayii ve Ticaret A.Ş. rapor ve istatistikleri, İstanbul.

Çağdaş, G., (1986), Binalarda Boşalma Sürecinin Analizi ve Benzetimi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Bina Bilgisi Programı, İstanbul.

Fruin, J.J., (1971), Pedestrian Planning and Design, Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners, Inc. New York.

Pektaş, G., (1997), Metro İstasyonlarında Yolcu Sirkülasyonunun Değerlendirilmesi İçin Bir Uzman Sistem Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Bina Bilgisi Programı, (Tez danışmanı: G. Çağdaş), İstanbul.

Kamu Ulaşım Yatırımlarının Gayrimenkul Değerleri Üzerine Etkisinin Modellenmesi: İzmir Metrosu Örneği

Araş. Gör. Uğur Yankaya, Doç. Dr. H. Murat Çelik

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi,
Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Urla – İZMİR.
Tel: (0232) 750 70 70
uguryankaya@iyte.edu.tr, muratcelik@iyte.edu.tr

Öz

Raylı sistem toplu taşıma yatırımlarının kentsel alanlara ekonomik açıdan pozitif getirileri olmaktadır. Ulaşım yatırımının neden olduğu erişilebilirlik düzeyindeki düzelme, ulaşım maliyetinde ve seyahat zamanında azalmayı getirecektir. Yer seçimi teorisi, kamu ulaşım altyapısındaki bir yatırımın gayrimenkul değerleri üzerine kapitalize olacağını söylemektedir. Bu çalışmada, artan erişilebilirlik düzeyinin konut fiyatlarının üzerinde etkisinin olup olmadığı araştırılmaktadır. Hedonik Fiyat Modeli, İzmir Metrosu örneğinde, ulaşım yatırımının konut fiyatlarına olan etkisinin ölçülmesinde kullanılmıştır. Model farklı fonksiyonel formlar altında uygulanmıştır. Model sonuçları kent ekonomisinde teorik savları doğrulamaktadır. Sonuçlar metronun etki alanı içinde yer alan konut yerleşim birimlerinin piyasadaki satış fiyatlarını arttırdığını göstermektedir. Metro istasyonuna yakınlık, konut fiyatlarının istatistiksel olarak anlamlı bir belirleyici faktördür.

Anahtar Kelimeler: Hedonik Fiyat Modeli, Ulaşım Yatırımlarının Ekonomik Etki Analizi, Erişilebilirlik, İzmir Metrosu, Konut Piyasası, Kent Ekonomisi.

Giriş

Kamu ulaşım yatırımlarının en önemli amaçlarından biri, kentteki mobilite ve erişilebilirlik düzeyini arttırmaktır. Bunun yanında, ulaşım sistemi altyapısındaki yatırım, kentsel alanlara pek çok ekonomik fayda (benefits) getirecektir. Seyahat zaman tasarruflarında artış, transit istasyonları etrafındaki kentsel gelişim (transit oriented development), istihdam ve gelir de büyüme, ev ile iş arasında azalan seyahat zamanı, artan erişilebilirlik düzeyi, ulaşım (veya transit) yatırımları ile ilgili ekonomik etkilerdir. Bu yüzden son yıllarda, ulaşım sistemlerinde ki yatırımın ekonomik etkilerini ölçmek, karar verme sürecinde giderek artan öneme sahiptir (Cambridge Systematics Inc., 1998). Transit projelerinin ekonomik etkilerinin ölçülmesi planlama pratiğinin ana konusudur. Önemli kamu yatırımlarından biri olan ulaşım yatırımları, bir toplumun refahı ve kalkınması açısından önemli rol oynarlar. Bu yüzden olası etkilerin tamamı fayda – maliyet analizleri içinde yer almalıdır. Bu tür kamu ulaşım yatırımlarının

etkileri; arazi kullanım, gelir, istihdam, yoğunluk ve parasal değerlerde meydana gelen değişimler açısından yoğun olarak incelenmiştir (Yankaya ve Çelik, 2005). Yer seçimi teorisine göre, “Ulaşım altyapısına yönelik herhangi bir yatırımın, kısa dönemli bir kısmi denge içinde arsa değerlerine kapitalize olacağı” (Alonso, 1964; Muth, 1969; Mills, 1972) yönündeki teorik sav, farklı ampirik çalışmalarda farklı teknikler kullanılarak analiz edilmiştir. Ancak, gelişmekte olan ülkelerde bu konular ile ilgili ampirik çalışma eksikliği bulunmaktadır. Konum (location), bir gayrimenkul’ün seçiminde önemli rol oynar. Bir kentsel alan içinde istihdam, rekreasyon alanları gibi farklı noktalara erişilebilirlik (accessibility) düzeyi, yer seçimin önemli faktörlerinden biridir. Fiziksel erişilebilirlik, farklı konumlardaki alanlara seyahat zamanı ve maliyeti ile tanımlanır. Ulaşım yatırım kararı, gayri-menkul’ün konumunun erişilebilirlik düzeyini etkiler.

Gayri-menkul piyasalarında ulaşım yatırımın yararları parasal (monetary) olarak değerlendirilir. Ulaşım yatırımdan kaynaklanan erişilebilirlik düzeyindeki artış ve kentsel bölgenin geri kalan kısmı ile iyi kurulan bağlantı nedeni ile yatırım bir değer yaratacaktır. Bu hizmetten yararlanan arsaların firma ve konut birimleri için çekiciliği artacaktır. Bu yatırımların etkileri; sanayi, ticaret, ofis veya konut birimlerinin satış veya kira fiyatlarındaki değişimler üzerinden ölçülebilir. Bu etkiler kısa ve uzun dönemli periyotlar alınarak incelenmektedir. Kamu ulaşım yatırımı hafif raylı hızlı transit, metro, otoyol gibi ulaşım yatırımı olabilir. Buna dönük literatürün gözden geçirilmesi çok büyük yer tutacağından ve çalışma alanımızın özelliklerinden kaynaklanan sınırlamalardan dolayı, tartışma sadece raylı sistem yatırımlarının konut değerleri üzerine olan etkisini inceleyen çalışmalar içindeki literatür ele alınmıştır. Bu literatür genelde gelişmiş ülkelerin kentlerine aitti. Ülkemizde sağlıklı veri tabanlarının oluşturulamaması ve kamu sektörünün kararlarının hesap vermekten uzak kurgulanması kent planlamayı daha çok fiziksel planlama ile sınırlandırmıştır (Çelik, 2003).

Bu çalışmanın amacı; İzmir Metrosu örneğinde raylı transit yatırımın konut fiyatları üzerindeki etkisini, hedonik fiyat modeli kullanarak modellemektir. Bu bağlamda kent ekonomisinin bilinen bir teorik savı gelişmekte olan bir ülkenin kent dinamiği perspektifinden sınanacaktır. Bir gayrimenkulün fiyatı iki parçadan oluşur. Bunlardan biri arsanın değeri, diğeri arsa üzerindeki binanın kendi değeridir (Du ve Mullye, 2007). Bu yüzden konut fiyatları üzerinde metro dışında etkisi olduğunu düşündüğümüz değişkenlerin parametreleri de hesaplanmıştır. Bu parametrelerin karar verme sürecinde, gayrimenkul yatırımcılarına özel ve kamu sektöründe karar vericilerin ve akademisyenlerin fayda-maliyet analizlerinde yararlı olacağı düşünülmektedir. Böylece ülkemizdeki bu alana yönelik bilgi boşluğu doldurulması amaçlanmaktadır. Çalışmanın bir sonraki bölümünde teorik çerçeve ve raylı transit yatırımların gayrimenkul değerleri üzerindeki etkisine yönelik, mevcut literatür tartışılacaktır. Daha sonraki bölümlerde çalışma alanı ve kullanılan veri açıklanacaktır. 4. bölümünde kullanılan yöntem açıklanıp, son bölümde çalışmanın sonuçları sunulmuştur.

Teorik Çerçeve ve Literatür Taraması

Kent ekonomisinde bir arsanın konumu ve arsa rantı arasındaki ilişki 20. yy başlarından itibaren tartışılmaktadır. Ulaşım kent ekonomisinde teorik çalışmalarda önemli rol oynar. Kent ekonomisinin ilk modelleme çalışmaları, tek merkezli bir kentin modellemesine yöneliktir. Tek merkezli kent varsayımına göre bütün istihdam kentin merkezinde yer alacaktır. Buna göre, ev ile iş arasında gidip gelme zamanında ki değişim, kent rantı eğrisinin önemli bir belirleyicisidir. İstihdam merkezde olduğuna göre, merkeze yaklaştıkça rant artmaktadır. Merkezde ulaşım maliyeti düşük olduğundan rant en yüksektir. Bu durumda farklı arazi kullanım türleri yer seçimi için rekabet etmektedirler. Konut ve diğer arazi kullanımları faydalarını maksimize edecek şekilde yer seçimi yapmaktadırlar. Alonso (1964), Muth (1969) ve Mills'in (1972) modelleri tek merkezli (monocentric) kente yöneliktir. Ulaşım altyapısındaki yatırım ve kentsel rantın arasındaki ilişkiyi anlamamız açısından yararlı modellerdir. Ulaşım altyapısındaki yatırımın ulaşım zamanı maliyetlerinde azalmaya neden olacağı beklenmektedir. Bu teorik çalışmalar "her şeyin sabit olması koşulu" gibi bir denge içinde tanımlanan varsayımlara dayanır. Her ne kadar bugünün şehirleri tek merkezli olmasa da pek çok ampirik çalışma bu teoriyi doğrulamaktadır. Ancak ampirik olarak raylı transit yatırımların gayri menkullerin üzerinde pozitif kapitalizasyon etkisi üzerinde bir uzlaşma yoktur.

Raylı sistemlerin ekonomik gelişmeye yönelik etkileri yerel ve bölgesel düzeyde vuku bulur. Eğer bir transit yatırımı bölgenin üretkenliğini (productivity) artırır veya bölge içinde net ekonomik büyümeye neden olursa bölgesel büyüme gerçekleşir. Örneğin seyahat zamanı tasarrufları, bölge içine yeni firmaları ve işgücünü çekebilir ve firmaların işgücü için girdi maliyetlerinin de azalmasına neden olur. Dolayısıyla bu durum net bölgesel ekonomik bir kazançtır. Diğer yandan yerel etkiler genellikle transit istasyonları etrafında vuku bulur. Bu etkiler kentsel alanlar için artan erişilebilirlik düzeyi ile ilişkilidir (Bollinger ve Ihlanfeldt, 1997). Çalışma kapsamında ulaşım yatırımlarının yerel etkilerine yönelik literatür tartışılacaktır. Bu tartışmaların altında yatan soru; **raylı transit istasyonlarına olan yakınlığın (proximity) gayri-menkul değerlerine pozitif olarak kapitalize olup olmadığıdır.** Bu etkiler kısa ve uzun dönemli periyodlar dikkate alınarak analiz edilebilir. Örneğin, arazi kullanımında meydana gelen değişimleri gözlemlemek ve modellemek için uzun dönemli periyod alınması gerekir. Bu konuda en bilinen çalışmalar; San Francisco da Bay Area Rapid Transit Sisteminin (BART) uzun dönemli etkilerinin analiz çalışması (Cervero ve Landis, 1997), Atlanta da MARTA (Metropolitan Atlanta Rapid Transit Authority)'nın ekonomik gelişme üzerindeki etkileri (Bollinger ve Ihlanfeldt, 1997) ve Washington D.C. ve MARTA örneğinde raylı sistem toplu taşıma yatırımlarının uzun dönemli etkileri analiz çalışmalarıdır. Burada dikkat edilmesi gereken konu, bu etkilerin ne kadarının ulaşım yatırımdan kaynaklandığıdır. Yapılan çalışmalarda sistem etrafındaki gelişmelerin ne kadarının raylı yatırımlardan kaynaklandığının analitik ispatı zordur.

Raylı sistemlerin kentler üzerindeki etkilerini çalışan araştırmacılar, bulgularında farklılaşsa da, incelenen kentsel çevreler belirli benzerlikler taşımaktadır. Birincisi, literatürde yer verilen kentsel alanlar, gelişmiş ülkelerde yer almaktadır ve Kuzey

Amerikan şehirlerinin baskınlığı dikkat çekicidir (Cambridge Systematics Inc., 1998). Bunların başlıcaları San Francisco (Cervero and Landis, 1997; Knight and Trygg, 1977), Los Angeles (Cervero and Duncan, 2002), Atlanta (Bollinger and Ihlanfeldt, 1997; Cervero, 1994), Washington D.C. (Cervero, 1994), Miami (Gatzlaff and Smith, 1993), Toronto (Deweese, 1976; Bajic 1983), ve Portland'dır (Al Mosaind et al, 1993; Chen et al, 1997). Hong Kong (So et al, 1997; Chau and Ng, 1998), Manchester (Forrest et al, 1996), Sheffield (Henneberry, 1998), ve Helsinki (Laakso, 1992) kentleri, raylı sistem yatırımlarının incelendiği diğer gelişmiş ülke kentleridir. Bu baskınlığın en büyük nedeni, şüphesiz ki bu türden yatırımların ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması ve bu yüzden raylı sistem yatırımlarının çoğunlukla zengin gelişmiş ülkelerde görülmesidir. Bunun yanında bu tür yatırım kaynaklı etkilerin izlenmesi ve ölçülmesi, sağlam ve güvenilir kayıtlı tutulmuş datayı gerektirmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde bu konuda ciddi sıkıntılar vardır. Ayrıca ülkemizde emlak sektörünün yeterince kurumsallaşamaması akademik çalışmalar açısından sıkıntılar yaratmaktadır. Raylı sistem ulaşım endüstrisi, artan ölçek ekonomisi ile karakterize olur. Bu nedenle, kısa dönemli karlılığı kırılmalıdır ve kamu sektörü kaynağına gereksinme duyar. Gelişmekte olan ülkelerin kamu sektöründeki düşük sermaye birikimi göz önüne alındığında, raylı sistem gibi pahalı altyapı yatırımları, genellikle elverişli bir finans kaynağı bulunana kadar göz ardı edilerek, ertelenir. Böylelikle kamu sektörü toplu taşıma hizmetini, kısa dönemli yüksek maliyet yerine, kısa dönemde daha düşük maliyetleri olan, otobüs ve minibüs gibi alternatifleri kullanarak sunar ki, bu alternatifler de sabit yada azalan ölçek ekonomileri altında çalışır ve ekonomik verimsizliğe sahiptir. Sonuçta, uzun dönemde toplu taşıma hizmeti çok daha pahalı olarak sunulmuş olur (Yankaya ve Çelik, 2005).

Ampirik çalışmalarda iki tür data seti kullanılmaktadır. Bunlar zaman serisi datası (time series) ve yatay kesit (cross sectional) datadır. Zaman serisi datası yatırım öncesi ve sonrasına ilişkin meydana gelen değişimleri analiz etmeye olanak verir. Bu karşılaştırmalar güvenilir ve kapsamlı datanın toplanmasını gerektirmektedir. Data seti yurtdışında yapılan çalışmalarda, emlak bürolarından, vergi kayıtlarından veya anketler yolu ile toplanabilir. Raylı istasyonlara olan yakınlığın gayrimenkul değerleri üzerinde iki farklı etkisi olabilmektedir: pozitif veya negatif. Pozitif etkiler, raylı sistem kullanıcıların artan erişilebilirlik düzeyinden yararlanma isteklerinden dolayı burada yer seçmeleri için ödemeye razı oldukları değerdir. Bu değer ticari veya yerleşim birimlerinin satış veya kira fiyatlarına yansımaktadır. Bu pozitif etkilerin bulunduğu çalışmaların tersine (Chen ve diğerleri, 1997, So ve diğerleri., 1997 Laakso, 1992), transit istasyonların etrafında meydana gelebilecek gürültü ve suç oranlarında artış bu birimlerin değerlerini negatif yönde etkileyebilir (Hennebery, 1998, Forrest ve diğerleri., 1996). Bu iki zıt etkinin dışında yatırıma atfedilecek gözlemlenebilir bir etkide bulunamayabilir. Dolayısıyla çalışmalarda genellemeye gidilebilmesi çok zordur. Yukarıda da değinildiği gibi çalışmalar Kuzey Amerikan kentleri baskındır. Bu kentlerin dinamikleri ile gelişmekte olan ülkelerin kentlerinin dinamikleri birbirinden farklı olduğu göz ardı edilmemelidir.

Hedonik fiyat modeli kısa dönemli etki çalışmalarında, raylı sistem toplu taşıma yatırımlarından doğan arsa rantı değişikliklerini analiz etmekte kullanılmaktadır. Modelin bağımlı değişkeni gayrimenkullerin piyasadaki satış fiyatıdır. Bağımsız değişkenler konut fiyatında etkisi olduğu düşünülen etkenlerdir. Bunları üç grup altında inceleyebiliriz: Erişilebilirlik değişkenleri, gayrimenkulun kendi nitelikleri ve

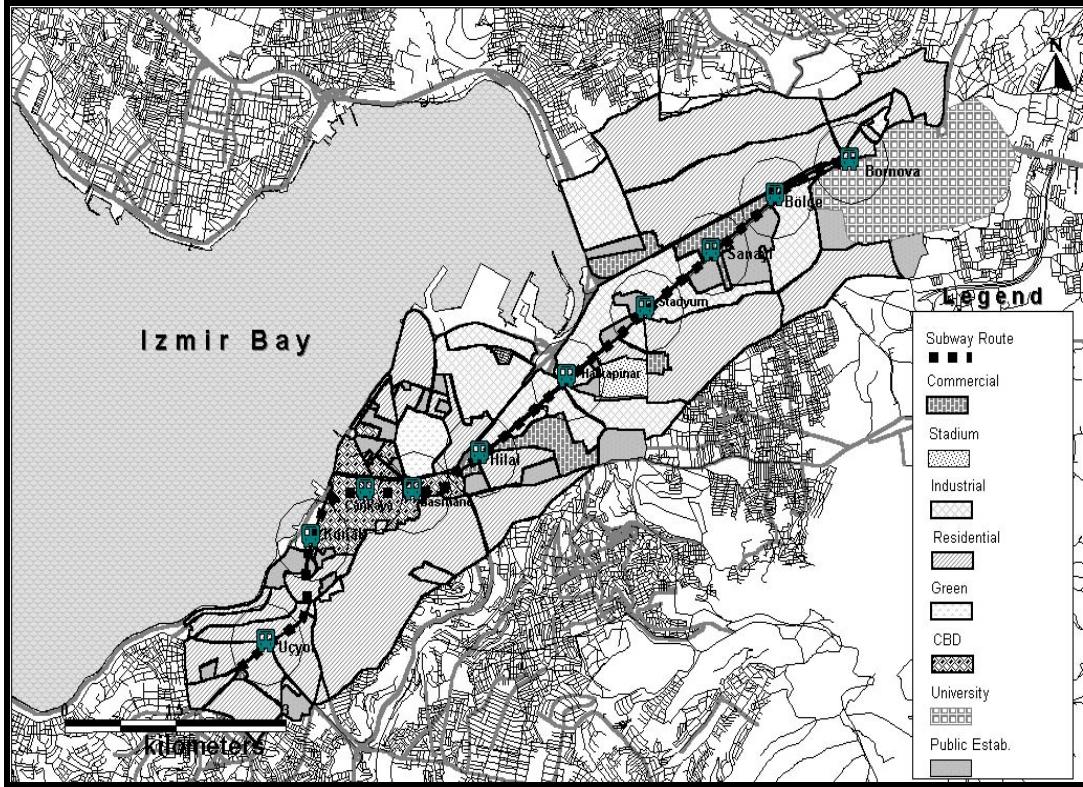
bulunduğu semtin karakteristikleri ile ilgili değişkenler. Erişilebilirlik değişkenlerinin parametre değerleri ve işaretleri ampirik çalışmalarda hipotez kontrolünde kullanılmaktadır. Bu çalışmalardaki en önemli değişken grubudur. Bu değişkenler literatürde farklı şekillerde tanımlanmaktadır. Toplu taşıma hattına veya durağına olan mesafe (km, metre gibi uzunluk ölçüsü birimleri ile), gayri-menkulün raylı sistem istasyonu veya güzergahına göre konumlandığı mesafeyi tarifleyen bir kukla değişken (500 metre içinde olup olmama gibi) veya ilgili durağa erişmek için toplam seyahat zamanıdır. Teoride gayri-menkul değerlerinin mesafe ve seyahat zamanı değişkenleri ile negatif korelasyonlu olduğu ileri sürülmektedir. Teorinin ampirik testi, hesaplanan parametrelerin istatistiklerinin anlamlılık olasılıkları uyarınca yapılmaktadır. Çalışmalarda hedonik modeli farklı fonksiyonel formlar altında çalıştırılmıştır. En çok kullanılan formlar lineer ve log-lineer formlardır. Bazı durumlarda Box – Cox spesifikasyonları da kullanılmıştır.

Genel bir değerlendirme olarak çalışmalarda kullanılan parasal birimler, zaman periyotları, bağımlı değişkenlerdeki spesifikasyonlar ve fonksiyonel formlar farklı olduğu için, çalışmalar arasında parametre ve esneklik karşılaştırmaları yapmak mümkün değildir. Bu bağlamda raylı sistem yatırımlarının kısa dönemli etkileri benzerlik göstermemekte, yerel koşullara bağlı olarak değişim gösterebilmektedir. Ayrıca, gelişmiş ülke kentleri, özellikle Kuzey Amerika şehirleri, kendi aralarında bir takım benzerlik gösterirken, bu durum gelişmekte olan ülkelerin şehirlerinden farklıdır. Gelişmiş ülkelerin şehirleri coğrafik olarak daha yayılmış ve toplu taşıma sistemlerinin de buna bağlı olarak yaygın olması talep edebilir. Oysa, bizim kentlerimiz, bu kentlere kıyasla oldukça kompakt olup daha yüksek yoğunlukla yerleşmiştir. Ülkemiz kentlerinin gelişimi bunların aksine sıçrama yapmaz ve yağ lekesi şeklinde geçişimli olarak gelişir. Bu nedenle, uzun dönemli bir etki bile olsa, raylı sistem yatırımlarının bizim ülkemizde arazi kullanım değişiklikleri yapmasını pek olası görülmemelidir. Bu farklar, kısa dönem etkilerinin değişik bir kentsel ortamda teorinin bir kez daha sınanmasını değerli yapmaktadır (Yankaya ve Çelik, 2005).

Coğrafi Bilgi Sistemleri, raylı toplu taşıma duraklarına olan mesafenin ölçülmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Bunun için dijitalleştirilmiş bir kent haritası üzerinde her bir istasyondan yürüme mesafesi kadar (500 metre) yarıçaplı bir daire çizilir. Bu mesafe kabul edilir yürüme mesafesi olarak tanımlandığından transit yatırımın etki alanı olarak tanımlanmaktadır. Ancak bazı çalışmalarda bu sınırın dışında da etkiler gözlemlenebilir. Bu yüzden bazı çalışmalarda ikinci bir etki alanı da tanımlanmıştır. Raylı transit yatırımlarının yararları konusunda yapılan son çalışmalarda, kentsel ve bölgesel açıdan pek çok getirisinin olduğunun altı çizilmiştir. Hanehalkı perspektifinden raylı transitin, yatırım üzerinde pozitif ekonomik geri dönüş yarattığı bildirilmektedir. Nitelikli raylı transitin yaklaşık kişi başına (per capita) ortalama 100 dolar ilave vergi borcu (tax funding) getirirse de, kişi başına yıllık yaklaşık 450 dolarlık doğrudan tüketici ulaşım maliyeti tasarrufları temin etmektedir. Seyahat maliyetinde tasarruflar sağlamanın yanında konforlu bir ulaşım sağlayarak trafik tıkanıklığının azalmasına da katkı sağlamaktadır (Litman, 2006). Teorinin ampirik testi, hesaplanan parametrelerin istatistiklerinin anlamlılık olasılıkları uyarınca yapılmaktadır. Genelde çalışmalarda kullanılan fonksiyonel formlar, data seti ve türü, parasal birimler ve zaman periyotları farklı olduğu için karşılaştırma yapmak zordur.

Çalışma Alanı ve Data Organizasyonu

Türkiye kentlerinde toplu taşıma genelde otobüs filosu ve minibüsler ile sağlanmaktadır. Toplu taşıma politikasında hem merkezi hem de yerel yönetimlerde raylı sistem ağırlık kazanmaya başlamıştır. Bu servislerin ilk aşama projeleri 2000’li yıllarda büyük metropolitan kentlerimizde tamamlanmış durumdadır. İzmir kentinin mevcut nüfusu 2.8 milyondur. 2010 yılında metropolitan alan içinde 4 milyonluk nüfus projekte edilmiş olup, bu nüfusun %47’si şehir merkezine günlük olarak iş seyahatleri yapması beklenmektedir. İzmir Büyükşehir Belediyesi’nin 1992 yılında hazırladığı raylı sistem master planı dört dış ilçeyi bağlayan 50 km’lik bir metro hattı projekte etmektedir. Bu hat; Narlıdere, Buca, Bornova ve Çiğli ilçelerini birbirlerine ve kent merkezine yer aldığı Konak’a bağlayacaktır. İlk aşamanın yapımı 1993 yılında başlatılmış ve 2000 yılının Ağustos ayında tamamlanmıştır. Bu hattın uzunluğu 11,7 km’dir ve Üçyol’daki yerleşim birimlerini kent merkezine ve Bornova ilçesine bağlamaktadır. Metro güzergahı üzerinde 10 istasyon bulunmaktadır: Üçyol, Konak, Çankaya, Basmane, Hilal, Halkapınar, Stadyum, Sanayi, Bölge ve Bornova. Metro güzergahı kent içinde büyük iş yerlerini, sanayi ve yerleşim birimlerini bağlamaktadır (Şekil 1).



Şekil 1 Mevcut Metro Hattının Çevresinde ki Arazi Kullanım Yapısı.

Büyük konut alanları, emlakçılarla ve gayrimenkul şirketleri ile anketlerin yapıldığı Üçyol ve Bornova bölgelerinde yoğunlaşmaktadır. Bu alanlarda yer alan konutlar apartman tipi çok katlı konutlardır. Çalışmada müstakil konutlar dikkate alınmamıştır. Güzergahın etki alanı içinde kalan toplam nüfus yaklaşık 422 bindir ve mevcut metro hattı 1,435 hektarlık yerleşim birimine hizmet etmektedir. Kuzey Amerika kentleri ile karşılaştırıldığında oldukça yüksek yoğunluktaki bu alanda yerleşim yoğunluğu 300 kişi/hektardır. Bu nüfusun bütünü çok katlı (3-11) apartmanlarda ikame etmektedir. Ayrıca, büyük sanayi, ticaret ve eğitim zonları da metro güzergahından servis almaktadır ve bu bölge içinde yaklaşık olarak 500 hektar sanayi alanı, 257 hektar ticaret alanı (141 hektarı kent merkezinde), 300 hektarı Ege Üniversitesinin Bornova ilçesinde

ki kampüsü, 236 hektarı kamu kurumlarının alanları, 50 hektarı Uluslararası fuar alanı ve bir stadyum alanı mevcuttur (Yankaya ve Çelik, 2005). İzmir metrosu gelişmiş ülkelerin pratiğine göre kısa bir dönemde hizmet vermektedir. Ancak raylı hattın kısa dönem etkilerinin vuku bulması için yeterince uzun bir zamandır. Yatırımın arazi kullanımında değişimler veya hizmet ettiği bölgenin istihdam ve nüfus yapısındaki değişimlerden ziyade kentsel rant eğrisinde değişim yaratması beklenmektedir. Çalışmada kullanılan veri seti Aralık 2003 ve Mart 2004 tarihleri arasında, Türkiye’de gayrimenkul kayıtları ile ilgili güvenilir data kayıtları olmadığı için emlakçılar dan yüz yüze yapılan görüşmeler neticesinde anketlerle toplanmıştır. Gayrimenkul kayıtları için tapu kayıtları yanlış beyanlarda bulunulacağı düşünülerek güvenilir bulunmamıştır. Bunun dışında modele dahil edilecek değişkenleri bu kayıtlardan toplamak mümkün değildir. Modellerin bağımlı değişkeni konutların satın alınmaya yönelik piyasada gerçek değerlerini yansıtan satış fiyatıdır. Literatürde yapılan çalışmalarla kıyaslama yapabilmek için bu fiyatlar Amerikan dolarına dönüştürülmüştür. Dört ay boyunca günlük ortalama döviz kuru, bir Amerikan doları için 1,350,670 TL’dir. Bu kura göre ortalama fiyatlar bütün alan için 37610 dolar, Bornova bölgesi için 43,122 dolar ve Üçyol bölgesi için 31,652 dolardır. Modellerin odak değişkenleri olan mesafe değişkenleri İzmir kentinin dijital haritası kullanılarak coğrafi bilgi sistemi yazılımlarından olan MapInfo yardımı ile hesaplanmıştır. Modeldeki değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1 de sunulmuştur.

Tablo 1 Çalışma Alanının Tanımlayıcı İstatistikleri.

Bütün Alan					
	N	Ortalama	St Sapma	En Az	En Çok
fiyat	360	37610,31	14439,04	8096,15	69921,32
metro	360	535,21	323,99	20,00	1610,00
otobus	360	208,52	119,86	15,00	736,00
büyüklik	360	112,34	23,46	65,00	186,00
yaş	360	16,97	7,25	2,00	35,00
kat	360	6,08	1,56	3,00	11,00
Bornova Bölgesi					
fiyat	187	43121,76	12391,40	22080,00	69921,00
metro	187	696,78	323,92	119,00	1610,00
otobus	187	238,8	119,28	40,00	736,00
büyüklik	187	119,12	23,02	70,00	180,00
yaş	187	13,74	5,04	2,00	34,00
kat	187	6,41	1,41	3,00	10,00
Üçyol Bölgesi					
fiyat	173	31652,85	14155,79	8096,15	69921,00
metro	173	360,56	215,79	20,00	824,00
otobus	173	175,80	111,93	15,00	586,00
büyüklik	173	105,02	21,71	65,00	186,00
yaş	173	20,46	7,64	2,00	35,00
kat	173	3,24	2,06	1,00	8,00

Model

Ulaşım yatırımlarının ekonomik etkilerini analiz etmek için literatürde 12 geleneksel yöntem tanımlanmıştır. Bu teknikler; (1) Çoklu Regresyon ve Ekonometrik Modeller, (2) Kapsamlı Ulaşım Modelleri, (3) Fayda-Maliyet Analizleri, (4) Girdi-Çıktı Analizleri, (5) Ekonomik Tahminleme ve Benzetim Modelleri, (6) İstatistiksel ve İstatistiksel olmayan Karşılaştırmalı Modeller, (7) Etki Grupları Anket Metotları, (8) Fiziksel Durum Analizi, (9) Gayrimenkul Piyasa Analizi, (10) Mali Etki Analizleri, (11) Alan Karşılaştırmaları ve (12) Görüşmeler/Odak Grupları/Anketler'dir. Bu çalışmada kullanılan hedonik fiyat modeli çoklu regresyon ve ekonometrik modellerin bir parçasıdır (Cambridge Systematics Inc., 1998).

Bu çalışmada, çoklu regresyon ve ekonometrik modellerin özel bir formu olan yatay-kesitli (cross-sectional) bir hedonik fiyat modeli kullanılmaktadır. Konut talebi hesaplaması için hedonik fiyat modelin kullanımı, ilk olarak Rosen (1974) tarafından savunulmuştur. Ampirik olarak erişilebilirlikteki değişimin fiyat üzerindeki etkisinin ölçülmesinde hedonik fiyat modeli, en yaygın kullanılan analiz tekniğidir. Model genel olarak, kentsel rantın tespitinde ve özelde ise ulaşım altyapısındaki yatırımın emlak değerleri üzerine etkilerinin modellenmesinde kullanılan istatistiksel bir tekniktir (Wrigley ve Wyatt, 2001). Modele yönelik ilk çalışmalar, fiyat üzerinde kalite faktörünün değişiminin etkisini istatistiksel olarak analiz eden çalışmalardır (Waugh,1929; Court, 1939; Griliches, 1961). Rosen'in teorisinde konutun, farklı özelliklerin bir araya gelmesinden oluşan heterojen bir mal olduğu varsayımı vardır. Heterojen bir malı oluşturan karakteristiklerin her birinin fiyat üzerindeki etkisi tanımlanabilir. Buna göre bileşik bir malın fiyatı, onu oluşturan farklı niteliklerin piyasada verilen fiyatlarının toplamıdır. Dolayısıyla, hedonik fiyat modeli heterojen bir malı oluşturan farklı özelliklerin zahiri fiyatlarını tahmin etmek için kullanılmaktadır. Literatürde, gayrimenkul, otomobil, bilgisayar gibi bir çok alanda uygulanmıştır. Model konut piyasasına uygulandığında, emlak vergilendirme sisteminde bedel beyanları vatandaşa bırakılmadan bu tip regresyon modeli yardımı ile çıkarılabilir ve etkin olarak kullanılabilir. Böylece, bir kamu ulaşım yatırımından doğan rantın belirli şahıslarda toplanması yerine kamuya geri dönüşü sağlanabilecektir. Hedonik fiyat modeline göre, konut değeri; gayri-menkul, semt ve erişilebilirlik nitelikleri gibi üç ana set değişken grubu yardımıyla aşağıdaki formüldeki gibi açıklanabilir:

$$P = f(H, N, L, \beta, \varepsilon) \quad (1)$$

Yukarıdaki denklemde, P gayri-menkulün fiyatını, H gayri-menkul niteliklerini tarifleyen değişkenler vektörü, N mülkiyetin içinde bulunduğu semtin karakteristiklerini tanımlayan değişkenler vektörü, L mülkiyetin konumunu tanımlayan değişkenler vektörü, β hesaplanan parametreler vektörü ve ε rastlantısal hata terimidir. Çalışmalarda genellikle lineer veya log-lineer (üstel) fonksiyonel formlar kullanılmıştır (Henneberry, 1998). Spesifik bir değişkendeki bir birimlik değişiminin fiyat üzerindeki marjinal etkisi, o değişkenle ilgili olarak denklemin kısmi türevi alınarak bulunur. Lineer formda bu türev değişkenin hesaplanan parametresine eşittir.

$$\frac{\partial P}{\partial z_i} = \beta_i \quad (2)$$

Diğer bir deyişle, lineer formda hesaplanan parametre gayri-menkulün spesifik bir niteliğinin ilgili fiyatıdır. Bu lineer bir ölçümdür ve bütün gayri-menkuller için aynı olduğu varsayılmaktadır. Ancak, bazı durumlarda bu lineer varsayım gerçekleşmeyebilir. Önem düzeyi yüksek bir niteliğin, fiyatı marjinde emlakın değeri oranında değiştirmesi beklenebilir. Bu gibi durumlarda, log-lineer ya da üstel form, analizciye ölçümü yapılan niteliğin marjinde fiyat üzerinde ne kadar etkisi olduğunu emlakın kendi değerine bağlı olarak hesaplama imkanı verir.

$$\frac{\partial P}{\partial z_i} = \beta_i P \quad (3)$$

Çalışmamızda biz de, bu iki geleneksel fonksiyonel formu kullanmaktayız: lineer ve log-lineer. Benzer iki semt incelendiği için, semt karakteristiklerini ölçen değişkenler modele dahil edilmeyerek, sadece gayri-menkul ve konumsal değişkenleri içeren iki değişken seti kullanılmıştır. Gayri-menkul'ün niteliklerini ölçen değişkenler üç sürekli değişkeni içermektedir: dairenin büyüklüğü (*büyükük*), binanın yaşı (*yaş*), kat sayısı olarak bina yüksekliği (*kat*), ve üç kukla değişken: dairenin köşe bir binada yer alıp almadığı (*köşe*), dairenin kalorifer sistemine sahip olup olmadığı (*kalorifer*), ortalamanın üzerinde bir mimari kaliteye sahip olup olmadığı (*kalite*). Modele dahil edilen değişkenler aslında data setinin tamamını oluşturmamaktadır. Ancak, ilk analizlerde istatistiksel olarak anlamlı olmayan değişkenler modelden, parametrik verimlilik sağlayabilmek amacıyla çıkarılmış, final modellerde yalnızca anlam düzeyi yüksek değişkenler kullanılmıştır. Modeller iki erişim değişkeni içermektedir: metre biriminden en yakın metro istasyonuna olan yürüme mesafesi (*metro*), ve metro ile rekabet eden geleneksel toplu taşıma aracı olarak, en yakın otobüs durağına olan yürüme mesafesi (*otobüs*). Erişim değişkenlerinin fiyat ile negatif ilişkisi olmasını beklerken, emlak niteliklerini ölçen binanın yaşı (*yaş*) dışında bütün değişkenlerin fiyat ile pozitif ilişkisi olmasını ön sav olarak beklemekteyiz. Sonuç olarak, çalışmada kullanılan modeller aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

Lineer Model:

$$P = \beta_0 + \beta_1 * metro + \beta_2 * otobüs + \beta_3 * büyükük + \beta_4 * yaş + \beta_5 * kat + \beta_6 * köşe + \beta_7 * kalorifer + \beta_8 * kalite \quad (4)$$

Log Lineer Model:

$$\ln P = \beta_0 + \beta_1 * metro + \beta_2 * otobüs + \beta_3 * büyükük + \beta_4 * yaş + \beta_5 * kat + \beta_6 * köşe + \beta_7 * kalorifer + \beta_8 * kalite \quad (5)$$

5. Model Bulguları

Metro istasyonuna olan yakınlığın konut fiyatlarına olan etkisini analiz etmek için; lineer ve log lineer formlar üç alan için (Alan bütünü, Üçyol ve Bornova bölgeleri) hesaplanmıştır. Model sonuçları Tablo 2 ve Tablo 3'de gösterilmektedir. Mesafe değişkeni en yakın metro ve otobüs durağına olan doğrusal mesafedir. Bütün modeller için bu değişken odak değişkenimizdir. Katsayıların işaretleri bizim ön savımızdaki beklentilerimizi doğrulamaktadır. Hesaplanan parametrelerin çoğu % 95 güven aralığında anlamlıdır. Özellikle metro değişkeni beklendiği gibi modellerde fiyat ile negatif korelasyonlu ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu sonuç; konut fiyatlarının hafif raylı istasyondan artan mesafe ile konut fiyatının azalacağı tezini desteklemektedir.

Tablo 2 de özetlenen lineer modele göre, değerin en önemli belirleyicisi daire büyüklüğüdür. Lineer modele göre, daire büyüklüğünde ilave her bir m² lik birim, fiyatta yaklaşık olarak 250 veya 300 dolarlık bir artış yaratmaktadır. Dairelerin yaşı, fiyat ile negatif ilişkilidir. Bina yaşında meydana gelecek bir yıllık artış fiyatı yaklaşık olarak 195 \$ azaltmaktadır. Ancak, bu değişken bölge denklemlerinde anlamlı değildir. Yüksek katlı binalarda yer alan apartman daireleri daha yüksek fiyatlıdır. Aynı şekilde yapı adası köşesinde konumlanan binalarda yer alan daireler diğerlerine göre 3151 dolar daha yüksektir. Ayrıca, yüksek kaliteli malzemeler fiyatı 5507 ve kalorifer tesisatı fiyatı 4684 dolar yükseltmektedir.

Tablo 2 Lineer Model Sonuçları.

Bağımlı Değişken: Konut Satış Fiyatı						
Bütün Alan			Bornova Bölgesi		Üçyol Bölgesi	
Değişkenler	beta	t	beta	t	beta	t
sabit	-6435	-1,86	13054	2,71	632,16	0,13*
metro	-4,76	-3,24	-5,19	-3,27	-18,70	-6,17
otobüs	-1,80	-0,46*	-6,79	-1,50*	-12,42	-2,22
büyükölük	297,98	13,76	267,44	9,81	252,98	8,78
yaş	-195,42	-2,95	-177	-1,66*	-47,31	-0,60*
kat	1759,55	5,53	-128,49	-0,33*	1810,22	4,04
köşe	3151,04	3,45	1977,52	1,76	2112,82	1,78
kalorifer	4684,26	4,39	4450,96	3,77	4379,38	2,88
kalite	5506,69	5,79	6381,12	5,73	4255,59	3,35
N (örnek sayısı)	360		187		173	
R ²	0,70		0,73		0,75	
Farklı Varyans için white Test	0,0020		0,0128		0,188	

* 0,05 de istatistiksel olarak anlamsızdır.

Çalışmanın ana bulgusu, en yakın metro istasyonuna olan yürüme mesafesinin fiyat ile negatif ilişkisi ve bu ilişkinin bütün denklemlerde yüksek anlam düzeyine sahip olduğudur. Metro istasyonundan ilave her bir metre uzaklık fiyatı bütün alan içinde 4,76 dolar, Bornova bölgesinde 5,19 dolar ve Üçyol bölgesinde 18,70 dolar etkilemektedir. Bir başka deyişle tüm nitelikleri aynı, fakat metro istasyonuna 100 metre daha yakın bir apartman dairesi tüm alanda 476 dolar, Bornova'da 519 dolar ve Üçyolda 1870 dolar daha pahalıdır. Bornova bölgesi ve bütün alanda bu duyarlılık birbirine yakın olurken, Üçyol bölgesindeki gayri-menkuller mesafeye dört kat daha fazla duyarlılık göstermektedir. Bu durumun iki açıklaması mümkün olabilir. Birincisi, gözlemlerin % 68'i bir istasyondan 575 metre içinde konumlanmışken, bütün alan için bu durum 855 metredir, ve Bornova bölgesi için 1020 metreye çıkmaktadır. Başka bir ifade ile, Üçyol bölgesi mekansal konfüğürasyon olarak, metro istasyonu etrafında daha toplanmış yani daha kompaktır. Bir diğer olası açıklama ise Üçyol bölgesindeki metro kullanımı diğer alanlarına göre, daha yüksek olabileceğidir. Otobüs durağına olan mesafe değişkeninin işareti bütün eşitliklerde negatiftir. Otobüs ulaşımı daha eski olmasına rağmen, gayri-menkul değerleri üzerinde Üçyol bölgesi dışında, anlamlı bir etki göstermemektedir. Erişim değişkenleriyle ilişkili bu bulgular log-lineer model tarafından doğrulanmaktadır ve burada bir kez daha belirtmeye gerek yoktur. Tablo 3 de log-lineer model sonuçlarına yer verilmiştir. Modelin uyumunu gösteren determinasyon katsayısı (R²) istatistiği 0,70

ve 0,75 arasında değişmektedir. Bu daha önceki çalışmalara göre karşılaştırıldığında yüksek bir değerdir (Yankaya ve Çelik, 2005).

Tablo 3 Log Lineer Model Sonuçları.

Log-Linear Model						
Bağımlı Değişken: Konut Satış Fiyatının Logaritması						
Bütün Alan			Bornova Bölgesi		Üçyol Bölgesi	
Değişkenler	beta	t	beta	t	beta	t
sabit	9,1868	87,88	9,8478	90,99	9,3953	62,29
metro	-0,0001	-2,66	-0,0001	-3,74	-0,0005	-6,00
otobüs	-5,86	-0,51*	-0,0001	-1,13*	-0,0005	-3,09
büyükük	0,0084	12,96	0,0066	10,92	0,0081	8,76
yaş	-0,0062	-3,14	-0,0028	-1,18*	-0,0026	-1,04*
kat	0,0547	5,7	-0,0012	-0,14*	0,0429	2,98
köşe	0,0997	3,62	0,0348	1,38*	0,0872	2,29
kalorifer	0,1152	3,58	0,1030	3,87	0,1420	2,9
kalite	0,1466	5,11	0,1555	6,21	0,1313	3,22
N (Örneksayı)	360		187		173	
R ²	0.70		0,75		0,74	
Farklı Varyans için white Test	0,012		0,050		0,818	

- 0,05 de istatistiksel olarak anlamsızdır.

Sonuç

Model sonuçları kısa dönemli bir kentsel kısmi denge içinde, kamu ulaşım yatırımının arsa değerlerine kapitalize olduğu teorik savını, İzmir kenti örneğinde doğrulanmaktadır. Ayrıca, metro istasyonlarının pozitif etkileri negatif etkilerinden güçlüdür. Gayrimenkul değerleri üzerinde otobüs ulaşımının anlamlı bir etkisi bulunamamıştır. Ülkemizde emlak sektörünün henüz yeterince kurumsallaşamaması, toplu taşıma sisteminin etkilerine yönelik yapılacak öncesi ve sonrası analiz çalışmalarını engellemektedir. Ekonomik etki analiz çalışmaları, kamu yatırımlarının ekonomik değerlendirilmesine yönelik karar verme sürecinde, vergi politikalarının belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Raylı transit yatırımları ülkemizde gelişmiş ülkelere nazaran yeni yatırımlar olduğu için, istihdam, nüfus, arazi kullanım ve yoğunluk gibi uzun dönemde oluşacak değişimleri ölçmek gelecekte önemli olacaktır. Bu çalışmayla ülkemiz kentlerinde de hedonik fiyat modelinin, emlak vergilerinin değer belirlenmesinde ve rant artışlarının kamuya geri dönüşünün sağlanmasında etkili bir araç olarak kullanılabileceği görülmektedir.

Kaynaklar

Al-Mosaind M. A., Dueker K. J. and Strathman J. G. (1993) Light Rail Transit Stations and Property Values: A Hedonic Price Approach. Transportation Research Record, no: 1400: pp. 90-94.

Alonso W. (1964) Location and Land Use: Toward a General Theory of Land Rent. Harvard University Press, Cambridge, MA.

Bajic V. (1983) The Effects of a New Subway Line on Housing Prices in Metropolitan Toronto. Urban Studies, vol. 20, pp. 147-158.

Bollinger R. C. and Ihlanfeldt (1997) The Impact of Rapid Rail Transit on Economic Development: The Case of Atlanta's MARTA, Journal of Urban Economics, 42: 179-204.

Cambridge Systematics Inc., (1998) TCRP Report 35: Economic Impact Analysis of Transit Investment: Guidebook for Practitioners, National Academy Press, Washington, D.C.

Çelik, H. M. (2003) Türk Planlama Sisteminin Dünya Planlama Teorisi İçindeki Yeri ve Açmazları, Planlama, no: 3-4, pp.93-106.

Cervero R. (1994) Rail Transit and Joint Development: Land Impacts in Washington, D.C. and Atlanta, APA Journal, Winter: 83-93.

Cervero R. and Landis J. (1997) Twenty Years of the Bay Area Rapid Transit System: Land Use and Development Impacts, Transportation Research A, 31(4): 309-33.

Cervero R. and Duncan M. (2002) Land Value Impacts of Rail Transit Services in Los Angeles County Report, prepared for National Association of Realtors Urban Land Institute.

Chau K. W. and Ng F. F. (1998) The Effects of Improvement in Public Transportation Capacity on Residential Price Gradient in Hong Kong, Journal of Property Valuation and Investment, vol: 16, no: 4, pp. 397-410.

Chen H., Rufolo A. and Dueker K. J. (1997) Measuring the Impact of Light Rail Systems on Single Family Home Values: A Hedonic Approach with GIS Application, Discussion Paper 97-3, Center for Urban Studies, Portland State University, Portland, Oregon.

Court, A. T. (1939) Hedonic Price Indexes with Automative Examples in the Dynamics of Automobile Demand, General Motors, New York.

Deweese, D. N. (1976) The Effect of a Subway on Residential Property Values in Toronto, Journal of Urban Economics, vol: 3, pp. 357-369.

- Du, H. And Mulley, C. (2007) The short term land value impacts of urban rail transit: Quantitative evidence from Sunderland, U.K., Land Use Policy,
- Forrest D., Glen J. and Ward R. (1996) The Impact of a Light Rail System on the Structure of House Prices, Journal of Transport Economics and Policy, vol: 30, no: 1, pp: 15-29.
- Gatzlaff D. H. and Smith M. T. (1993) The Impact of the Miami Metrorail on the Value of Residences Near Station Locations, Land Economics, vol: 69, no:1, pp. 54-66.
- Griliches, Z. (1961) Hedonic Price Indexes for Automobiles: An Econometric Analysis of Quality Change, The Price Statistics of the Federal Government, 73.
- Henneberry J. (1998) Transport Investment and House Prices, Journal of Property Valuation and Investment, vol: 16, no: 2, pp: 144-158.
- Laakso S. (1992) Public Transport Investment and Residential Property Values in Helsinki, Scandinavian Housing and Planning Research, vol: 9, pp. 217-229.
- Litman, T. (2007) Evaluating rail transit benefits: A comment, Transport Policy.
- Knight R. and Trygg L. (1977) Evidence of Land Use Impacts of Rapid Transit Systems, Transportation, vol: 6, pp: 231-247.
- Mills. E. S. (1972) Studies in the Structure of the Urban Economy, Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Muth R. (1969) Cities and Housing, University of Chicago Press, Chicago, IL.
- So H. M., Tse R. Y. C. and Ganesan S. (1997) Estimating the Influence of Transport on House Prices: Evidence from Hong Kong, Journal of Property Valuation and Investment, vol: 15, no: 1, pp: 40-47.
- Rosen S. (1974) Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition, Journal of Political Economy, vol: 82, no: 1, pp: 34-55.
- Waugh, F. V. (1929) Quality as Determinant of Vegetable Prices, Columbia University Press, New York.
- Wrigley, M. and Wyatt, P. (2001) Transport Policy and Property Value, RICS Cutting Edge Conference.
- Yankaya, U ve Çelik, M. (2005) İzmir metrosunun konut fiyatları üzerindeki etkilerinin hedonik fiyat yöntemi ile modellenmesi, D.E.U İ.İ.B.F. Dergisi, cilt: 20, sayı:2, pp: 61-79.

“Hızlı Tren” “Sürat Demiryolu”na Karşı!

Erhan Öncü

Ulaşım-Art Ltd., Şair Nedim S. 5/8 A.Ayrancı 06690 Ankara

Tel: (312) 442 62 71

erhan@u-art.com

Öz

Bildiride Ankara-İstanbul koridorundaki iki “hızlı demiryolu” projesi incelenmektedir. Otuz yıl önce başlanan ancak sonradan “uyumaya bırakılan” “Arifiye-Sincan Sürat Demiryolu Projesi” ile mevcut hattın iyileştirilmesi olarak başlanan, sonunda mevcut demiryolunun yanında iki yeni yüksek standartlı hat inşasıyla Eskişehir-Ankara kesimi işletme aşamasına gelmiş bulunan “Hızlı Tren Projesi” değerlendirilmektedir.

Bitirilmesine izin verilmeyen Ayaş Tünelinin de yer aldığı “Sürat Demiryolu Projesi”, bu koridorda daha önce Alman, Fransız, Japon ve Türk firmalarının hazırladığı projeler, ekonomik ve mali etütlerde yer alan bilgilere dayanılarak değerlendirilmektedir. Mevcut demiryolu koridorunda yapımı devam eden ve ilk günden bu yana teknik özellikleri ve buna bağlı olarak maliyeti büyük ölçüde değişerek yükselen “Hızlı Tren” projesi de TCDD tarafından hazırlanmış raporlardaki verilerle incelenmektedir.

Güncel gelişmeler “Hızlı Tren Projesi” ile “Sürat Demiryolu Projesi”ni karşı karşıya getirmiştir. Bugünkü yönetimin büyük desteğine mahzar olan “Hızlı Tren Projesi”nin, otuz yıldır inşaatı “devam eden” ve yapılan büyük harcamalara rağmen ulusal bir hayal kırıklığına dönüşen “Sürat Demiryolu Projesini” tarihe gömmesi ve “Sürat Demiryolu Projesi”nin “fişinin çekilmesi” beklenmektedir.

Bildiride, her iki projenin resmi belgelerine dayanılarak gelişmeleri değerlendirilmekte; riskleri, maliyetler ve talep tahminleri yeniden ele alınmaktadır. Bildirinin sonuç bölümünde, hem “Hızlı Tren Projesi”nin “Sürat Demiryolu Projesi”ni “öldürmesi” ve hem de her iki projenin de birlikte yer alması senaryoların olası sonuçları değerlendirilmekte; Ankara-İstanbul koridoru demiryolu taşımacılığı konusunda bir strateji ve eylem planı önerilmektedir.

Anahtar sözcükler: Ankara-İstanbul Demiryolu Rehabilitasyonu, Sürat Demiryolu, Hızlı Tren, Ayaş Tüneli, Arifiye-Sincan Demiryolu, yüksek hızlı tren.

Giriş

Ellilerden bu yana bilinçli bir şekilde gelişmesi engellenen ve çağın gerisinde kalan ülkemiz demiryollarının en önemli projesi olarak 1976 yılında yapımına başlanan ancak daha sonra gerekli kaynaklar ayrılmadığından “Arifiye-Sincan Demiryolu” “uyumaya” terk edilmiştir. Diğer yandan mevcut demiryolunun “ıslahı” için başlanan bir proje biçim değiştirerek mevcut demiryolu koridorunda çift hatlı yüksek hızlı yeni bir demiryolu hattı inşasına dönüşmüş ve günümüzdeki “Hızlı Tren” projesi ortaya

çıkıştır. Kamuoyunda iki projenin birbirinden farklı iki proje olduğu anlaşılamamış, bu iki projenin özelliklerinin ne olduğu, farkları, daha da önemlisi birbirlerini nasıl etkilediği, son dönemde önem verilen Hızlı Tren Projesinin Sürat Demiryolu Projesinin sonunu getirip getirmediği netlik kazanmamıştır.

Bu çalışma sırasında Sürat Demiryolu Projesi ile Hızlı Tren Projelerinin daha önce yapılmış etütlerindeki veriler ve güncel gelişmelerden elde edilen bilgilere dayanan bir değerlendirme yapılmıştır. Ulaştırma Bakanlığı DLH Genel Müdürlüğü Demiryolu Proje Dairesi tarafından yaptırılmış Sürat Demiryolu Projesi konusunda yapılmış eski etütler ve projeler, Hızlı Tren Projesi için TCDD tarafından hazırlanmış çeşitli etütler ve güncel maliyetlerin yanı sıra yeni yapılan ihalelerdeki birim fiyatlardan yararlanılmıştır.

Ankara-İstanbul koridorunda üç ayrı demiryolu hattı ve projesi bulunmaktadır. Bu demiryolu projeleri;

- 576 km uzunluğunda Ankara-Sincan-Polatlı-Eskişehir-Köseköy-Arifiye'den geçen mevcut tek hatlı demiryolu (**Mevcut Hat**),
- 1976 yılında yapımına başlanan ve iki kenti daha kısa bir güzergahla bağlamayı amaçlayan ve üzerindeki Ayaş tüneli ile hatırlanan Arifiye-Sincan Demiryolu Projesi (**Sürat Hattı**) ve
- yapımına 2003 yılında mevcut hattın iyileştirilmesi amacıyla başlanan ve uygulama içinde mevcut hatla aynı koridorda, ona paralel olarak iki yeni hattın inşasına dönüşen Ankara-İstanbul Hızlı Tren Projesi (**Hızlı Tren**)

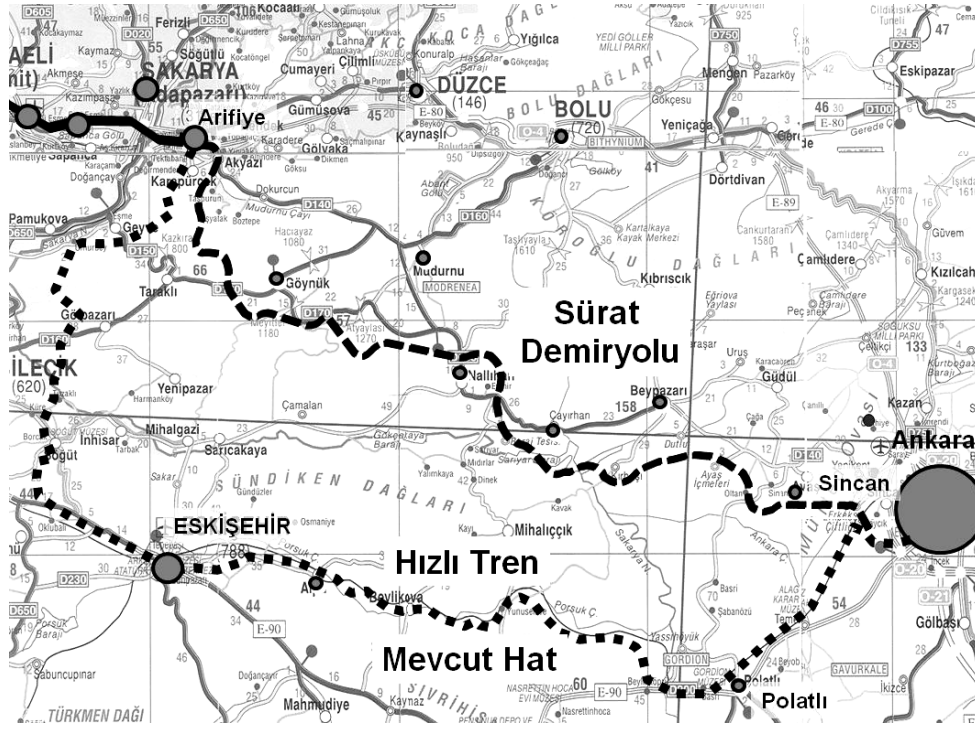
olarak adlandırılan uygulamalardır (**Şekil 1**).

Tarihsel Gelişim

Bağdat Demiryolu Projesi kapsamında 1872 yılında Haydarpaşa'dan inşaatına başlanan ve 1892 yılında Ankara'ya ulaşan 576 km uzunluğundaki Ankara-İstanbul demiryolu hattı, bu dönemin teknolojisine paralel olarak yüksek hızlı bir işletmeciliğe izin vermemekte ve karayoluna kıyasla çok uzun bir güzergah izlemektedir. Ankara ve İstanbul'un daha kısa ve yüksek hızlara imkan veren yeni bir koridor ile birbirine bağlanması uzun yıllardır ülke demiryollarının en önemli projesi olarak hep gündemde kalmıştır.

Ankara-İstanbul hızlı demiryolu projesi konusundaki çalışmaların başlangıcı 1940'lı yıllara dayanmakla birlikte yapımına başlanan Arifiye-Sincan Sürat Demiryolu Hattı konusundaki somut adımlar yetmişli yılların başlarında atılmıştır. 1975 yılında yatırım programına alınan Ankara-İstanbul Sürat Demiryolu Projesi ile Arifiye-Sincan arasında iki kenti daha kısa bir güzergahla birbirine bağlayan yüksek hızlı demiryolu projesi uygulama aşamasına gelmiştir. Arifiye-Sincan arasındaki güzergah iki bölüm olarak ele alınmış ve 1. bölümü oluşturan 85 km.lik Sincan-Çayırhan arası beş kısım halinde farklı yüklenicilere ihale edilerek 1977 yılında inşasına başlanmıştır.

İlk yıllarda yoğunlaşan inşaat çalışmaları bir süre sonra kesintiye uğramaya başlamış ve kısa süreli hükümetlerin, proje programının gerektirdiği kaynakları ayırmaması sonucunda yapım çalışmaları sık sık durdurulmuştur. 1983 Ulaştırma Ana Planı'nın, bu projeyi öncelikli bir yatırım olarak tanımlaması üzerine tekrar hızlanan yapım çalışmaları “enfasyon artışına sebep oluyor” gerekçesiyle ve kaynakların otoyollara yönlendirilmesi kararlarıyla duraksamış ve nihayet işin bölümler halinde tasfiyesine gidilmiştir.



Şekil 1 Ankara-İstanbul Koridorundaki Demiryolu Projeleri.

Sürat Demiryolu Projesinin kısa ve orta dönem içinde işletmeye açılmayacağına ilişkin anlaşılması üzerine TCDD, Ankara-İstanbul arasındaki kendi mevcut hattının iyileştirilmesi için bir ıslah projesi hazırlamıştır. Mevcut hattın üzerindeki kurları iyileştirerek daha yüksek hızla işletmecilik yapmayı amaçlayan Ankara-İstanbul Demiryolu Rehabilitasyonu Projesinin uygulamaya konması için 1991 yılında Bakanlar Kurulu Kararı oluşturulmuştur.

1977 yılında inşaatına başlanan yeni hattın (Sürat Demiryolu Projesinin) “yeterli kaynak ayrılmayarak” durdurulmasına karşılık mevcut hattın iyileştirilmesini amaçlayan Rehabilitasyon Projesi için gerekli kaynak yaratılmış, üstelik kısa bir dönem içinde projenin kapsamı ve niteliği değiştirilerek mevcut demiryolu koridorunda, mevcut hatta ilave olarak yüksek hızlı iki yeni hat inşasına dönüştürülmüş, durdurulan Sürat Hattı ise belirsizliğe terkedilmiştir. Aşağıdaki bölümlerde her iki projenin özellikleri ve gelişimleri, bu projeler için yapılmış etütler çerçevesinde değerlendirilmektedir.

Sürat Demiryolu Projesi

Projenin Özellikleri

Sürat Demiryolu Projesinde, Eskişehir ve Polatlı’dan geçen 576 km uzunluğundaki düşük standartlı mevcut hata alternatif olarak Arifiye ve Sincan arasında yeni bir demiryolu hattı planlanmıştır. Arifiye-Sincan arasındaki toplam 260 km uzunluğundaki bu yeni bağlantı 250 km/saat hıza göre projelendirilmiştir. Arifiye-Sincan arasındaki yeni kesimle birlikte Ankara-İstanbul arasındaki toplam yolculuğun 418 km.ye inmesi planlanmıştır (**Tablo 1**). 260 km uzunluğundaki hattın 230 km’lik kısmında kurb yarıçapları 3000 m üzerinde (250 km/saat hıza elverişli), Sakarya Vadisindeki 30 km uzunluğundaki bir kesimde ise yarıçaplar 2500 m (200 km/saat hıza uygun) olarak tasarlanmıştır. Projede güzergahın maksimum eğimleri ise %0 12.5 olarak planlanmıştır.

Projede güzergah iki bölüme ayrılarak ele alınmış, Çayırhan-Sincan arasındaki 85 km uzunluğundaki 1. Bölüm beş ayrı parçaya ayrılarak inşaatına başlanmıştır. 2. Bölüm olan Çayırhan-Arifiye kesiminin uygulama projeleri henüz hazırlanmamıştır.

Hattın ilk bölümü 1976 yılında ön projeler üzerinden ihale edilmiş ve daha sonra uygulama projelerinin hazırlanmasına başlanmıştır. 1977-1980 yılları arasında 1. Bölümün proje ve yapım çalışmaları birlikte sürdürülmüştür. Projelerin tamamlandığı 1980 yılından itibaren de yapılan ihalelerin tasfiyesine başlanmıştır.

Hat Kesimi	Uzunluk
Ankara-Sincan	24 km
Sincan-Çayırhan	85 km
Çayırhan-Arifiye	175 km
Arifiye-İstanbul	134 km
Toplam	418 km

Tablo 1 Yeni Arifiye-Sincan Hattı ile Toplam Demiryolu Uzunluğu.

Projenin Bugünkü Durumu

Çayırhan-Sincan arasındaki 85 km uzunluğundaki 1. Bölümünün beş kısmın toplamında %75 düzeyinde bir gerçekleştirme sağlanmış, Ayaş tüneline yer aldığı 1. Kısım dışındakiler tamamlanmış ya da tasfiye edilmiştir (**Tablo 2**). Toplam 10 km uzunluğundaki Ayaş Tünelinin eksik kalan 2 km'lik bölümünde su birikmesinin önlenmesi amacıyla bu kesim tasfiye edilmemiş, yıllardır yatırım programında sadece bu suyun tahliyesi için bütçeye ödenek konmuştur.

	1. Kısım	2. Kısım	3. Kısım	4. Kısım	5. Kısım	Toplam
Uzunluk	13,3 km	11,7 km	32,4 km	16,7 km	14,0 km	85 km
Yapılar	10,1 km tünel	1,3 km tünel, viyadük, aç-kapa	0,14 km viyadük	1,9 km tünel	7,1 km tünel	
Gerçekleşme	% 78	% 40	% 60	% 100	% 92	% 75
Kalan İşler	2 km tünel	1,6 km tünel, 0,3 km viyadük	Toprak işleri	Tamamlandı	Toprak işleri	
Yüklenici	Nurol	Palet	Yapı ve Ticaret	M. Özcan	Kiska	
Harcanan Para (milyon USD)	173	8	17	20	98	316
Gereken Para (milyon USD)	80	30	12	-	8	130
Açıklama	Tünelde su tahliyesi	Tasfiye edildi, Hızlı Tren kullanacak	Tasfiye aşamasında	Tamamlandı	Tasfiye edildi	

Tablo 2 Sürat Demiryolu Projesinin Sincan-Çayırhan Arası Gerçekleşme Durumu.

Sincan-Çayırhan arasındaki kesimde yapılması gereken toplam 20,4 km uzunluğundaki tünellerden 17,1 km'si tamamlanmış, geriye 3,3 km uzunluğunda tünel inşaatı eksik kalmıştır. Bu kesim için başlangıcından bu güne kadar cari fiyatlarla 316 milyon ABD doları harcama yapılmış olup, bu değer güncelleştirildiğinde 730 milyon dolar düzeyine

ulaşmaktadır. Ayaş Tüneli dışındaki yapılarda herhangi bir bakım ve onarım yapılmadığından doğa koşullarına terk edilmiş yapılar aradan geçen yıllarda yıpranmaya başlamıştır. Ülkenin en büyük demiryolu projesi olarak temelini atılmasından bu yana geçen 31 senede 21 hükümet değişmiş, 85 km uzunluğundaki demiryolunun tamamlanması için gerekli kaynaklar ayrılmamış, ancak bu arada 1850 km uzunluğunda otoyol şebekesi işletmeye alınmıştır.

Projenin Maliyeti

Çayırhan-Sincan arasındaki 85 km uzunluğundaki 1. Bölümün tamamlanması için 130 milyon ABD Doları gerekmektedir. Geriye kalan 175 km uzunluğundaki Çayırhan-Arifiye arası için farklı maliyetler söz konusudur. 1977 yılında hazırlanan projede Arifiye-Sincan arasındaki hattın hem yük ve hem de yolcu trenleri için kullanılması düşünülerek projelerde en yüksek eğim %0 12,5 olarak kabul edildiğinden toplam 56 km uzunluğunda tünel gerekmektedir. Ancak aradan geçen otuz yılda yüksek hızlı trenlerin teknolojisindeki gelişmelerin yanı sıra, artık mevcut demiryolu koridorunda toplam üç hattın bulunduğu dikkate alınarak Arifiye-Çayırhan arasının sadece yüksek hızlı yolcu trenleri için daha yüksek eğimlerde projelendirilmesi mümkündür. Sofreraail firması tarafından yapılan etütlerde de %0 50 eğimlerin kullanılması önerilmiştir.

Sincan-Çayırhan arasının farklı eğimlere göre tasarlanması halinde ilk projede toplam 56 km olan tünel uzunluğunun yarı yarıya azalması mümkündür. Hızlı Tren Projesinin yeni hale edilen kesimlerindeki birim fiyatlar kullanılarak Ankara-İstanbul arasındaki Sürat Demiryolu Projesinin toplam 2 milyar ABD doları düzeyinde bir bedelle tamamlanabileceği ortaya çıkmaktadır.

Bölüm	Maksimum Eğim		
	%0 12,5	%0 16,0	%0 30,0
Toplam Tünel (km.)	56	33	24
Ankara-Sincan	100	100	100
Sincan Çayırhan	130	130	130
Çayırhan-Arifiye	1.566	1.256	1.134
Arifiye-İstanbul	826	826	826
Toplam (milyon USD)	2.622	2.312	2.190

Tablo 3 Sürat Demiryolu Maliyet Tahmini.

Hızlı Tren Projesi

Projenin Özellikleri

Kuruluş yasası ile ülkedeki yeni demiryolu hatlarını yapmakla görevlendirilmiş bulunan Ulaştırma Bakanlığı DLH Genel Müdürlüğü tarafından inşa ettirilen Ankara-İstanbul Sürat Demiryolu Projesinin beklenenden daha yavaş ilerlemesi üzerine, mevcut hatların işletilmesi, bakımı ve iyileştirilmesi ile görevlendirilmiş bulunan TCDD İşletmesi Genel Müdürlüğü mevcut Ankara-İstanbul demiryolunun iyileştirilmesi amacıyla kısa dönemde gerçekleştirilebilecek bir “rehabilitasyon” projesi hazırlamıştır.

“Ankara-İstanbul Demiryolu Rehabilitasyonu” olarak tanımlanan bu proje mevcut hat üzerinde (makasların iyileştirilmesi/ değiştirilmesi, üstyapı malzemesinin değiştirilmesi ve ray kaynağı, sinyalizasyon ve elektrifikasyon sistemlerinin modernizasyonu, kentsel kesimlerde ihata ve hemzemin kesişmelerde otomatik bariyer yapılması, kurp yarıçaplarının büyütülmesi ve varyant inşası gibi) iyileştirme önlemlerini içermektedir. Ayrıca aktif yatar gövdeli tren setlerinin satın alınması da proje kapsamında bulunmaktaydı. Proje ile İstanbul-Ankara arasındaki yolculuk süresinin 4 saat 30 dakikaya indirilmesi hedeflenmişti.

TCDD'nin mevcut hatta yaşamakta olduğu sorunların azaltılması için geliştirilen bu proje 2001 tarihinde yatırım programına “inşaat” olarak girmiştir. Ancak kısa bir süre içinde projenin gelişimi planlanan çizgiyi aşmış, “rehabilitasyon” projesinin adı ve içeriği “hızlı tren” projesi olarak değiştirilirken, projenin kapsamı mevcut demiryolu hattının iyileştirilmesi yerine onunla aynı koridorda çift hatlı yeni bir hızlı tren hattı yapımına dönüşmüştür.

Yukarıda açıklanan kurb tashihi, altyapı ve üstyapı iyileştirmeleri gibi düzenlemelerle mevcut hattın iyileştirilmesi olarak proje başlamış ancak daha sonra,

- biri mevcut hat üzerinde olmak üzere yeni bir hat ilavesi ile 2. hattın da yapılması,
- proje hızının 200km/saat'ten 250 km/saat'e çıkarılması,
- tüm karayolu ve yaya hemzemin kesişmelerin kaldırılması,
- mevcut hattın korunarak mevcut hattın dışında iki yeni hat yapılması,
- mevcut demiryolu hattıyla kesişmelerin kaldırılması,
- Eskişehir geçişinin ve gar sahasının yer altına alınması,
- hattın sadece yolcu taşımacılığında kullanılacak şekilde değiştirilmesi,
- Sincan kesiminde Sürat Hattı güzergahının 15 km'lik kesiminin kullanılması

kararları alınmıştır.

Tüm bu gelişmeler sonucunda projenin karakteristiklerinde ve buna bağlı olarak maliyetinde büyük değişiklikler ortaya çıkmıştır.

Projenin Bugünkü Durumu

Eskişehir-Esenkent: Hızlı Tren Projesinin 1. Kesiminin en uzun kısmı olarak ilk ihale paketini oluşturmuş ve bu bölümün projelendirme ve yapımı sırasında pek çok teknik özellik değişmiştir. Halen test sürüşleri yapılan bu bölümün 2007 yılında işletmeye açılması planlanmaktadır. 206 km uzunluğundaki bu bölüm, tüm güzergahta teknik zorlukların en az olduğu kısımdır. İhale bedeli 437 milyon Avro olan bu kesimdeki keşif artışları şimdilik resmi rakamlara göre 600 milyon Avroya yaklaşmıştır.

Eskişehir-İnönü: 33 km uzunluğundaki 70 milyon Avro keşif bedelli bu kesim mevcut hattın yanında yüksek hıza uygun altyapı , üstyapı, elektrifikasyon ve sinyalizasyona sahip çift hatlı demiryolu yapımını kapsamaktadır.

Eskişehir Kent Geçişi: Kentin ortasından geçen demiryolunun, kente olumsuz etkilerinin azaltılması için 1,5 km'si tünelde 2,5 km'si yarmada olarak 4 km'lik bölüm, 6 yollu Eskişehir Gar peronları ile birlikte yer altına alınmaktadır. Bu kesimin keşif bedeli 35 milyon Avro olarak belirlenmiştir.

Sincan-Esenkent: Mevcut demiryolu hattının takip edilmesi durumunda bu kesimin maliyeti 72 milyon Avroya ulaşacağı ve 8 km uzunluğunda bir tünel gerekeceği için güzergah kuzeye kaydırılarak Arifiye-Sincan Sürat Hattı projesi kapsamında yapılmakta olan 15 km'lik bölümünün kullanılarak maliyetin düşürülmesi kararlaştırılmıştır.

Sincan-Ankara: Kredi ve ihale kapsamı dışında TCDD tarafından Ankara-Marşandiz arasına beşinci, Marşandiz-Sincan arasına dördüncü yolun yapılmasını, tüm yaya ve taşıt geçişlerinin kontrollü hale getirilmesini kapsayan 24 km'lik bir bölümdür.

Ankara Gar: Ankara Gar sahasının ve tesislerin kapasitelerinin artırılıp Hızlı Tren işletmeciliğine uygun hale getirilmesini kapsamaktadır.

2. Bölümü oluşturan **İnönü-Vezirhan** ile **Vezirhan-Köseköy** kesimleri iki ayrı iş olarak ihale edilmiş, her iki bölümü de aynı firmalar grubu almıştır. Bu kesimler güzergahın teknik açıdan daha zor olan bölümlerini içermekte, toplam 156 km'lik bu kesimin 40,5 km'sini tüneller, 10,3 km'sini de köprü ve viyadükler oluşturduğu için güzergahın üçte biri sanat yapılarından oluşmaktadır.

Toplam 877 milyon Avro keşif bedeliyle ihaleye çıkılan bu iki bölüm 1100 milyon Avro bedelle ihale edilmiş, ancak şimdiden gecikmeler ortaya çıkmıştır. Kuzey Anadolu Fay Hattı geçişlerinin de bulunduğu bu kesimin güzergahındaki zorluklar ve belirsizlikler sebebiyle işin keşif bedelinde ve süresinde artışlar olması ve bu kesimin açılış yılı olarak öngörülen 2010 yılının aşılması beklenmektedir.

Projenin Maliyeti

Hızlı Tren Projesinin maliyeti konusunda kesin bilgiler bulunmamakta, yapılan proje değişikliklerini yansıtan revizyonlarda projenin maliyeti katlanarak artmaktadır. Mevcut hattın iyileştirilmesi olarak başlanan, ancak kapsamı ve teknik özellikleri büyük ölçüde değişen projenin maliyetinin ulaştığı son nokta bilinmemektedir. Yapılan her etütte yer alan maliyetler, bir önceki etütteki değerleri katlamaktadır (Tablo 4). Aşağıda hat kesimleri itibariyle verilen maliyetler hazırlandıkları tarihteki geçici maliyetler olarak (Şekil 2, Tablo 5) değerlendirilmelidir. Hat kesimleri itibariyle beklenen olası artışlar ve ileride oluşabilecek maliyet riskleri aşağıda belirtilmektedir

Olası artışlarla proje maliyetinin şimdiden araçlar hariç 3 milyar ABD Doları düzeyini aştığı görülmektedir. UIC ülkelerindeki deneyimlerde Hızlı Tren projelerinin altyapı maliyetlerinin kilometre başına 12 milyon Avro düzeyinde olduğu dikkate alındığında, 534 km uzunluğundaki bu projenin maliyetinin de işin sonunda 6,5 milyar Avro (8,5 milyar USD) düzeyine yaklaşması sürpriz olarak görülmemelidir.

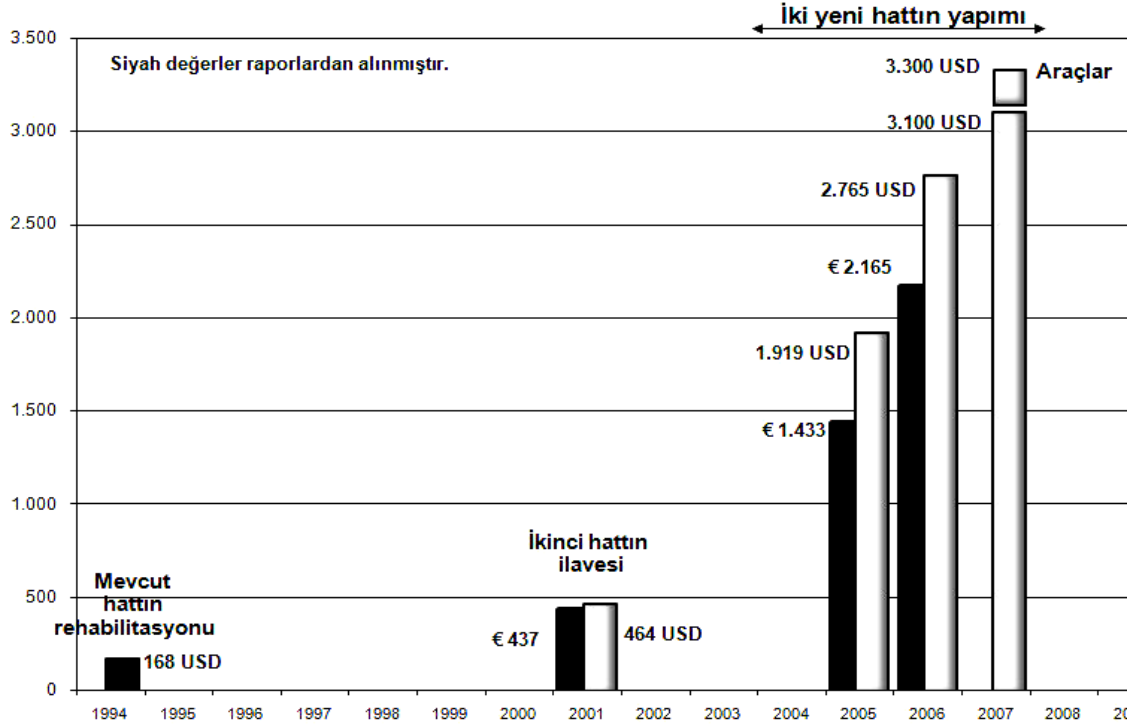
Etüt	Proje Bedeli (milyon)	Projenin Niteliği
1991 Etüdü	168 USD	Yatar gövdeli araçlar dahil, mevcut hattın rehabilitasyonu
2001 Etüdü	(464 USD) 436 Avro	Mevcut hattın yanına ikinci hat inşası, araçlar hariç
2005 Etüdü	(1.918 USD) 1433 Avro	Mevcut hattın dışında iki yeni hat inşası, araçlar hariç
2006 Etüdü	(2.765 USD) 2.165 Avro	Mevcut hattın dışında iki yeni hat inşası, araçlar hariç

Tablo 4 Hızlı Tren Maliyet Tahminindeki Değişmeler.

Yapılan etütlerde ve diğer bilgilendirmelerde proje maliyetleri arasına alınmayan araçların maliyetlerinin diğer ülke deneyimlerinde ortalama 20 milyon Avro/dizi düzeyinde olduğu bilinmektedir. TCDD tarafından siparişi verilen 10 araçlık ilk parti dizinin 139 milyon Avro düzeyindeki bedelinin de proje maliyetine ayrıca eklenmesi gerekmektedir.

Hat Kesimi	Maliyet-1 (milyar YTL)	Maliyet-2 (milyon €)	Beklenen Artışlarla (milyon USD)	Riskler
Ankara-Sincan	203	113	180	Maliyet artış riski
Ankara Gar Sahası	15	11	30	
Sincan-Esenkent	1462	48	70	
Esenkent-Eskişehir		437	750	
Eskişehir-İnönü		40	70	
Eskişehir Geçişi		35	150	Maliyet artış riski
İnönü-Vezirhan	910	430	750	Maliyet artış riski
Vezirhan-Köseköy	980	447	800	Maliyet artış riski
İnönü-Köseköy Deplasman	196	140	150	Maliyet artış riski
Köseköy-Gebze	212	90	150	Maliyet artış riski
Gebze-Haydarpaşa	0	0	0	Kapasite riski
Toplam-1	3.978	1.790	3.100	
Araçlar	0	139	190	
Toplam-2		1.929	3.290	

Tablo 5 Hızlı Tren Maliyet Tahmini



Şekil 2 Hızlı Tren Maliyetindeki Gelişmeler.

Proje Etütlerinin Değerlendirilmesi

Sürat Demiryolu Projesi Etütleri

Arifiye-Sincan Demiryolu Projesi Fizibilite Raporu (Obermayer, 1978): Alman Obermeyer ve Türk Temat firmaları tarafından Ulaştırma Bakanlığı, UKİ (Ulaştırma Koordinasyonu İdaresi) ve TCDD ile işbirliği içinde gerçekleştirilen bu etüt, Arifiye-Sincan Demiryolu Projesinin başlatılması ile birlikte sürdürülen uygulama projeleri kapsamında yapılmış ve 1978 yılında tamamlanmıştır.

Koridordaki toplam yolculukların ve demiryolu sistemindeki yük ve yolcu talebinin belirlenmesi için çok kapsamlı ve ayrıntılı olarak gerçekleştirilen talep tahmin çalışmaları 1974 yılında UKİ tarafından Ankara-İstanbul arasında bir yıl boyunca tüm ulaşım türlerinde toplanan bilgilere dayandırılmıştır.

İstanbul-Ankara koridorunda bugüne kadar yapılan etütlerden en ayrıntılı ve kapsamlı olanlarından biri olan bu çalışmada mevcut demiryolunun iyileştirilmesi, mevcut hattın iyileştirilerek çift hatlı hale getirilmesi ve Arifiye-Sincan arasında iki farklı güzergahta iki ayrı hız için (160 ve 200 km/saat) ortaya konan proje alternatifleri incelenmiştir.

Mevcut hattın iyileştirilmesi alternatifinin mali iç karlılık oranı % 69, seçilen yeni demiryolu alternatifinin ise mali iç karlılık oranı % 19,4 olarak belirlenmiş, ekonomik analiz sonucunda yeni demiryolu hattının net karı % 14,75 olarak bulunmuştur. Değerlendirmede dikkate alınan yatırım tutarının yaklaşık % 60'ını araç maliyetleri oluşturmaktadır. Ayrıca ayrıntılı ve kapsamlı duyarlılık analizleri yapılmıştır.

Arifiye-Sincan Arası Yeni Hat İnşasıyla Ankara-İstanbul Sürat Demiryolu Projesi Ön Etüdü (JARTS, 1987) mevcut hattın iyileştirilmesi ve yeni hattın (Arifiye-Sincan Hattı) oluşan iki güzergah alternatifi üzerinde dört farklı işletme biçimi (hızları 260, 210, 160 ve 120 km/saat olan yolcu trenleri ile hızları 80 km/saat olan yük trenleri) değerlendirilmiştir. Önerilen işletme ile toplam 416 km uzunluğundaki hatta 260 km/saat hızla 3 saat 10 dakikalık bir yolculuk yapılacağı hesaplanmış zirve saatlerde 20 dakika aralıkla tren işletilmesi öngörülmüştür.

Değerlendirme sonucunda Sürat Demiryolu Projesi için %8 indirgeme oranıyla yarar maliyet oranı 1,13, mali iç karlılık oranı 5,9, ekonomik iç karlılık oranı 8,8 olarak bulunmuştur.

Ankara-İstanbul Yeni Demiryolu Yapılabilirlik Etüdü (Obermayer, 1987): Alman Teknik İşbirliği Ajansı (DGTZ) adına Obermeyer-Rail Consult-RMT grubu tarafından 1986 yılında yapılan bu kapsamlı etütte üç temel alternatif ve bunların ayrıntılarda farklılaşan varyasyonları incelenmiştir. Değerlendirmeye alınan alternatifler; mevcut demiryolu hattının iyileştirilmesi, mevcut hattın çift hatlı olarak yeniden yapılması ve yeni yüksek hızlı bir demiryolu yapılması olarak tanımlanmıştır.

Mevcut demiryolunun iyileştirilmesi alternatifinde günde bir yönde 19 olan tren sayısını 36'ya çıkaracak bir kapasite artışı sağlanmakla birlikte, yaratılan ek kapasitenin talepteki gelişmeler karşısında 2000 yılında yetersiz kalacağı belirlenmiş, alternatifin mali iç karlılık oranı %4,15, ekonomik iç karlılık oranı %4,50 olarak bulunmuştur.

Mevcut demiryolu koridorunda çift hat yapılması alternatifinin yeni bir çift hatlı demiryolu yapımına kıyasla daha düşük yatırım bedeline sahip olmasına karşılık, hattın yeni ve kısa güzergahlı alternatiften 171 km daha uzun olması sebebiyle bakım, onarım ve işletme giderlerinin yüksek olması sebebiyle önerilmemiştir. Bu alternatifin mali ve ekonomik iç karlılık değerleri eksi olarak bulunmuştur.

Üçüncü alternatifte ise Arifiye-Sincan arasında yeni çift hatlı bir demiryolu yapımı üç farklı standartlarla tanımlanmış, ancak bu varyantların sonuçlar üzerinde önemli bir farklılaşma getirmediği belirlenmiştir. Seçilen Varyant 3'ün mali iç karlılık oranı % 1,42, ekonomik iç karlılık oranı ise % 3,63 olarak bulunmuştur. Kapasite sorunlarının zamanında çözülebilmesi için bu alternatifin en geç 1991 yılında yapımına başlanarak 2005 yılında işletmeye açılması önerilmiştir. Etüt kapsamında alternatiflerin her biri “projeli” ve “projesiz” olarak, araç maliyetleri de dikkate alınarak incelenmiş, ayrıntılı duyarlılık testleri ile ekonomik ve mali performansları değerlendirilmiştir.

Ankara-İstanbul Demiryolu Koridorunun Islahı (Sofrerail, 1990): Fransız demiryolu idaresinin danışmalık grubu olan Sofrerail tarafından 1990 yılında yapılan kapsamlı fizibilite etüdünde mevcut hattın iyileştirilmesi konusunda iki alternatif ve farklı güzergah kullanan dört yeni demiryolu hattı değerlendirmeye alınmıştır. Yeni demiryolu güzergahları, inşaatı devam eden Sincan-Çayırhan arasından farklılaşmaktadır. Bu alternatiflerden ikisinde hızlı tren hattı tek hat olarak incelenmiş, işletme hızları 240 ve 300 km/saat olarak kabul edilirken alternatiflerde yolculuk süresi 2 saat ile 2 saat 55 dakika arasında değişmiştir. Yeni güzergahta %0 50,0 eğimler kullanılmıştır.

Ankara-İstanbul arasında hizmet veren ulaşım türlerinde yapılan anketlerden elde edilen bilgilere dayanılarak Fransız demiryollarında kullanılan iki ayrı modelle yük ve yolcu talep tahminleri yapılmıştır. Yolculuk bedelinin yaklaşık 40 ABD Doları kabul edildiği analizde farklı alternatiflerde yılda 4,1 ile 6,8 milyon arasında yolcu taşınacağı hesap edilmiştir. Toplam 383 km uzunluğundaki yeni hatta 300 km/saat hızla işletilen trenlerle yolculuğun 1 saat 55 dakika sürmesi öngörülmüştür.

Değerlendirmede kapsamlı bir mali analiz ve sınırlı bir ekonomik analiz yapılmıştır. Bu analizlerde mevcut hattın iyileştirilmesine yönelik alternatiflerdeki iç karlılık oranı % 4 olarak belirlenirken, yeni hat yapılması alternatiflerinin iç karlılık oranlarının % 4,8-10,0 arasında değiştiği belirlenmiştir. Analiz sonucunda Çayırhan-Arifiye arasında yeni bir güzergahtan 300 km/saat hıza imkan veren “tek hatlı” bir hızlı tren projesi önerilmektedir. Seçilen alternatifin mali iç karlılık oranı %6,8 ve ekonomik iç karlılık oranı %10,0 olarak hesaplanmıştır.

İstanbul-Ankara Yüksek Hızlı Demiryolu Bağlantısı Ön Fizibilite Etüdü (DE Consult, 1991): DE Consult tarafından gerçekleştirilen bu çalışmada mevcut hattın iyileştirilmesi dışında ICE standardında üç, Maglev standardında iki güzergah alternatifi ve işletme senaryosu incelenmiştir. ICE standardındaki alternatiflerde biri tamamen yeni bir güzergahtan geçen, diğeri Sincan-Çayırhan kesimini kullandıktan sonra farklılaşan ve üçüncüsü de önceki güzergahı kullanıp Söğütluçeşme’de mevcut hatta bağlanarak Boğaz Demiryolu ile Avrupa yakasına geçen üç alternatif 300 km/saat hıza ve %0 40 eğime göre yolculuk süresi 103 dakika olarak planlanmıştır.

Maglev alternatifleri ise 400 km/saat hızla %10 eğimli bir güzergahla İstanbul-Ankara arasındaki yolculuğu 69 dakikaya indiren, uzunlukları 360 ve 371 km olan iki yeni güzergah ve teknolojiyi içermektedir. Önerilen “ICE-Basic” alternatifin on yıllık bir yapım süresinden sonra ticari işletmeye açılması öngörülmüştür. Seçilen alternatifte 371 km uzunluğundaki hatta 300 km/saat hızla işletilen trenlerle 1 saat 43 dakikalık bir yolculukla iki ucun bağlanacağı kabul edilmiş ve yoğun saatlerde 25 dakika aralıklara tren işletilmesi planlanmıştır.

Ön ekonomik değerlendirmede alternatiflerin iç karlılık oranları %3,41-3,91 arasında bulunmuştur. Önerilen alternatifin mali iç karlılık oranı %6,7, ekonomik iç karlılık oranı 10,8 ve yarar/maliyet oranı 1,45 olarak saptanmıştır. TCDD’den bağımsız yeni bir şirket tarafından işletilmesi öngörülen hattın YİD modelinde, %30-40 devlet katkısı ve

risklerin paylaşımı ile uygulanması önerilmekte, ancak YİD yaklaşımının mevcut yüksek enflasyon ortamında gerçekleşmeyeceği belirtilmektedir.

Ankara-İstanbul Sürat Demiryolu Hattının Değerlendirilmesi (JICA, 1992): Japan International Cooperation Agency (JICA) tarafından görevlendirilen uzmanların hazırladığı ve daha önce yapılan çalışmaların gözden geçirilerek güncelleştirildiği bir değerlendirme raporudur. JARTS Etüdünde hesaplanan yolcu talep tahminleri aynen kabul edilmiş, yük taleplerinde ise sadece Çayırhan kömür taşımları düşülmüştür. Yolcu taşıma bedelleri güncelleştirilip JARTS Etüdü alternatifleri yeniden değerlendirilmiştir.

Yük ve yolcu trenlerine hizmet edecek güzergahta %0 12,5 eğimlerle yolcu trenlerinin 270 km/saat hızla 120 dakikada, yük trenlerinin 120 km/saat hızla 6 saat 30 dakikada yolculuğu tamamlayacağı hesaplanmıştır. Mevcut demiryolu hattının iyileştirilmesi ile yeni bir Sürat Demiryolu hattından oluşan iki alternatif kıyaslanmıştır; yeni hat olarak Ankara-Sincan arasında mevcut koridor, Sincan-Arifiye arasında Obermayer ve JARTS etütlerinde incelenen yeni hat ve Arifiye-Haydarpaşa arasında ise DE Consult tarafından önerilen ICE Basic güzergahı kabul edilmiştir.

Mali analizlerde yatırım bedeline Sincan-Çayırhan kesiminin tamamlandığı varsayılarak dahil edilmemiş, satın alınacak araçların bedeli maliyetler arasında yer almıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda 140 km/saat hıza göre mevcut hattın iyileştirilmesi alternatifinin mali iç karlılık oranı %1,08 bulunurken, Sürat Demiryolu hattında bu değer % 7,03 olarak belirlenmiş, ekonomik analiz yapılmamıştır.

Ankara-İstanbul Sürat Demiryolu Fizibilite Etüdü (Akün, 2003): Çalışma kapsamında iki alternatif proje değerlendirilmiş olup Sürat Demiryolu Projesi 1. Alternatif olarak tanımlanmış, bunun bir varyasyonu olarak diğer kesimleri aynı olan ve sadece Arifiye-Söğütluçeşme arasında yeni bir güzergah önerilmiştir. Her iki alternatifte %0 12,5 eğimler kullanılmış, mevcut koridorun dışındaki kesimler 220 km/saat hıza göre projelendirilmiştir. Eğimdeki bu kısıt nedeniyle 1. Alternatifte güzergahın 84,5 km'si, 2. Alternatifte 107,8 km'lik kısmı tünel olarak projelendirilmiştir. 1. Alternatifte 4 saat 13 dakika, 2. Alternatifte ise 3 saat 36 dakikalık yolculuk süresi tanımlanmıştır. Hat kesimlerinde ortalama hız 176 km/saati aşmadığından, her iki güzergahın da aslında "hızlı tren" tanımına girmediği anlaşılmaktadır.

Geçmiş yıllardaki demiryolu yük ve yolcu trafiği zaman serilerine dayanan tahminlerle bulunan yolculuk talepleri %60-40 oranıyla hızlı ve ekspres trenler arasında paylaştırılmıştır. Her iki alternatif için de mali ve ekonomik değerlendirme yapılmış ancak net bugünkü değer, iç karlılık oranı ve fayda maliyet hesaplamalarında farklı indirgeme oranları kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan basit yöntemlere karşılık değerlendirmedeki karışıklık ve çelişkiler alternatiflerin ekonomik ve mali performans göstergelerinde belirsizlikler oluşturmuştur. Alternatif-1'in fayda maliyet oranı mali analizde 0,8, ekonomik analizde 3,23 bulunurken, aynı oranlar Alternatif-2 için 0,64 ve 2,8 olarak belirlenmiştir.

Hızlı Tren Projesi Etütleri

Ankara-İstanbul Demiryolunun İyileştirilmesi ve Hızlı Tren Projesi Yapılabilirlik Etüdü (TCDD, 1994): Sofrerail etüdünün talep tahmini verilerine dayandırılan ve "Hızlı Tren Projesi"nin gelişiminde ilk basamak olan bu etütte mevcut yolun iyileştirilmesi için dört alternatif ve araçları için de iki alternatif tanımlanmıştır.

Etütte değerlendirmeye alınan dört yol iyileştirme alternatifinde; makasların tadili, üstyapı malzemesi ve makas değişimi, ray kaynağı, sinyalizasyon ve elektrifikasyon

modernizasyonu, ihata duvarı, otomatik bariyer, cer deposu inşası, çeşitli kurb tashihi, 3 adet varyant yapılması; iki cer iyileştirme alternatifinde ise aktif yatar gövdeli tren seti alınması ile 160 km/saat hız yapabilen klasik tren seti alınması değerlendirilmiştir.

Yolculuk süresini 4 saat 27 dakikaya indiren projenin maliyeti 168,6 milyon ABD Doları olarak belirlenirken bunun 61,2 milyon dolarlık bölümünü (%36,3) yatar gövdeli diziler oluşturmaktadır. Hızlı Tren yolculuk bedelinin yaklaşık 10 ABD Dolar ve %12 indirgeme oranı ile seçilen alternatifin iç karlılık oranı %13,6, fayda maliyet oranı 1,22, geri ödeme süresi 17 yıl 3 ay olarak bulunmuştur. Etütte sadece mali analiz yapılmış, ekonomik değerlendirme yapılmamıştır.

Değerlendirmelerde dizilerin maliyeti dikkate alınırken, yeni yük vagon ve lokomotiflerinin maliyetleri değerlendirme dışı bırakılmıştır. İşletme (tren ve altyapı işletme ve bakım) giderleri normal yolcu, hızlı tren yolcu ve yük trenleri için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Yol altyapı ve üstyapısı, istasyonlar, sinyalizasyon ve iletişim tesislerinin işletme ve bakım giderleri dikkate alınmamış, mevcut hattaki personel ve kaynaklarla yürütüleceği kabul edilmiştir.

2020 yılında projersiz durumda koridorda yılda toplam 105 milyon yolculuktan 2,2 milyonunun demiryolu ile taşınacağı, projenin gerçekleşmesi durumunda demiryolu ile taşınan yıllık toplam yolcu sayısının 12,4 milyona ulaşacağı öngörülmüştür. Bu varsayımlarla açılış yılından önce koridorda %8,1 olan demiryolu payı işletmenin açıldığı yıl olan 1998'de %17,7'ye ulaşmakta, kapasite talep artışına paralel artmadığı için 2020 yılında demiryolu yolcu payı % 11,8'e düşmektedir.

Bu çalışma, bazı kabullerinin tartışılabilir ve Sürat Demiryolu için yapılan etütlere kıyasla çok dar kapsamlı olmasına karşılık, yöntem ve içerik olarak TCDD tarafından yapılan etütler içerisinde en kapsamlı ve ayrıntılı olanıdır. Bulunan değerlendirme kriterleri yatırımın mali açıdan yapılabilir olduğunu göstermektedir.

Ankara-İstanbul Demiryolu Hattı İyileştirilmesi Projesinin İhale Bedeline Göre Yeniden Değerlendirilmesi Etüdü (TCDD, 2001) Önceki etütten sonra geçen zamanda proje özelliklerindeki büyük değişimlerinin gerekçelerini gösteren herhangi bir değerlendirme bulunmamakta, niteliği tamamen değiştirilmiş projenin ihalesinde ortaya çıkan maliyetler kullanılarak mali değerlendirme etüdü yenilenmektedir.

Bu güncelleştirme çalışmasında bir yandan daha önce yapılmış bulunan etütteki maliyet ve yararlar 2000 yılı fiyatlarına getirilmekte, diğer yandan birinci etütte dikkate alınmayan ekonomik değerlendirme yapılmaktadır. Proje maliyetinin, kredi koşul ve miktarlarının büyük bölümünün yüklenicisiyle yapılan sözleşme ile kesinleşmesi ve önceki etüdün çok üzerinde bir maliyete ulaşması üzerine (437 milyon Avro) projenin ekonomik yararları da dikkate alınmıştır.

Hızlı Tren yolculuk bedelinin yaklaşık 22 ABD Doları ve indirgeme oranının %12 alındığı değerlendirmelerde seçilen alternatifin performans göstergeleri, projenin hiç bir koşulda verimli olmadığı göstermiştir (Tablo 6). Mevcut hattın iyileştirilmesi niteliğinde bir projenin değerlendirildiği 1994 tarihli etütte olduğu gibi yol altyapı ve üstyapısı, istasyonlar, sinyalizasyon ve iletişim tesislerinin işletme ve bakım giderleri mali analizde yer almamış, sadece ekonomik analiz sırasında dikkate alınmıştır.

2020 yılında projersiz durumda koridorda yılda toplam 31,4 milyon yolculuktan 1,6 milyonunun demiryolu ile taşınacağı, projenin gerçekleşmesi durumunda ise demiryolu ile taşınan yıllık toplam yolcu sayısının 3,6 milyona ulaşacağı öngörülmüştür. 1994 yılında yapılan talep tahminlerine kıyasla yolcu değerleri düşmüş, maliyetler ise

yükselmiş olduğundan projenin değerlendirme kriterleri kabul edilebilir sınırların altında kalmıştır. Yolcu taşımacılığında kullanılacak bu hattaki hızlara uygun yeni araç giderleri alternatifli olarak dikkate alınırken yeni yük vagonlarının maliyeti değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Gösterge (İskonto Oranı: %12)	Mali Değerlendirme		Ekonomik Değerlendirme	
	Araçlar Dahil	Araçlar Hariç	Araçlar Dahil	Araçlar Hariç
İç Karlılık Oranı (IKO)	%8,04	%9,79	%8,16	%9,63
Fayda Maliyet Oranı	0,61	0,78	0,57	0,72
Gerİ Ödeme Süresi:	Yok	Yok	Yok	Yok

Tablo 6 Hızlı Tren 2001 Etüdünde Bulunan Verimlilik Göstergeleri.

Ankara-İstanbul Hızlı Tren Projesi Revize Fizibilite Etüdü (TCDD, 2005): Projenin yatırım tutarını 437 milyon Avrodan 1433 Avroya yükselten değişiklik kararlarının onaylanması için bu etüt TCDD tarafından 2005 yılı Mart ayında hazırlanmış, değişiklikler Mayıs ayında Bakanlar Kurulunca onaylanmıştır. Bu etütte Gebze-Ankara arasındaki kesimlerde hattın işletme hızını 250 km/saat düzeyine çıkaracak tüm yatırımlar dikkate alındığı için yatırım tutarının 1.433 milyon Avroya ulaştığı belirtilmekte, maliyetler ve gelirler 2005 yılına güncelleştirilmektedir. Proje bedelindeki artışın karşılanabilmesi için yolculuk süresinin 3 saat 10 dakikaya düşürülmesine paralel olarak yolculuk bedelleri de 25 ve 30 Avro olarak alternatifli olarak incelenmiştir. Yolculuk bedeli 1994 etüdünde 10 ABD Doları ve 2001 etüdünde 22 ABD Doları olarak alınmışken, bu kez için 33-39 USD düzeyine yükseltilmiştir.

Değerlendirmede kullanılan indirgeme oranı düşürülerek %10 olarak alınmış ve projenin performans kriterleri Tablo 7'deki gibi bulunmuştur. Bu değerlendirmede araç alım giderleri hem ekonomik ve hem de mali analizde proje maliyetleri arasından çıkarılmış; yol altyapı ve üstyapısı, istasyonlar, sinyalizasyon ve iletişim tesislerinin işletme ve bakım giderleri de analizlerde yer almamıştır. 2020 yılında projersiz durumda koridorda yılda toplam 17,1 milyon yolculuktan 3,05 milyonunun demiryolu ile taşınacağını, proje gerçekleşmesi durumunda ise demiryolu ile taşınan yıllık toplam yolcu sayısının 10,6 milyona ulaşacağı öngörülmüştür.

Gösterge (İskonto Oranı: %10)	Mali Değerlendirme		Ekonomik Değerlendirme
	Araçlar Hariç 25 Avro (33 USD)	Araçlar Hariç 30 Avro (39 USD)	Araçlar Hariç 30 Avro (39 USD)
İç Karlılık Oranı (IKO)	%7,6	%10,5	%13,8
Fayda Maliyet Oranı	0,76	1,05	1,42
Gerİ Ödeme Süresi:	Yok	10 yıl	8 yıl

Tablo 7 Hızlı Tren 2005 Etüdünde Yolculuk Bedeli ve Verimlilik Göstergeleri.

Ankara-İstanbul Hızlı Tren Projesi Revize Fizibilite Etüdü-2 (TCDD, 2006) 2005 Etüdünden sonra proje karakteristiklerinde herhangi bir değişiklik olmamasına rağmen proje maliyetinin katlanarak bu kez 2.165 milyon Avroya ulaşması üzerine TCDD projenin değerlendirmesini tekrar güncelleştirmiştir. Yolculuk bedelinin 30 Avro,

indirgeme oranının %10 alındığı analizde bulunan performans göstergeleri aşağıdaki Tablo 8’de sunulmuştur.

Gösterge (Iskonto Oranı: %10)	Mali Değerlendirme	Ekonomik Değerlendirme
	Araçlar Hariç 25 Avro (33 USD)	Araçlar Hariç 30 Avro (39 USD)
İç Karlılık Oranı (IKO)	%7	%11,3
Fayda Maliyet Oranı	0,84	1,12
Geri Ödeme Süresi:	Yok	15 yıl

Tablo 8 Hızlı Tren 2006 Etüdünde Yolculuk Bedeli ve Verimlilik Göstergeleri.

Önceki etütte olduğu gibi yolcu ve yük taşımacılığında kullanılacak bu hattaki hızlara uygun yeni yük vagon ve lokomotifleri ile yolcu dizilerinin giderleri maliyetler arasına katılmamış, yol altyapı ve üstyapısı, istasyonlar, sinyalizasyon ve iletişim tesislerinin işletme ve bakım giderleri de analizlerde yer almamış, 2005 yılı etüdündeki yolculuk talep tahminleri kullanılmıştır. 2005 yılı etüdü için belirtilenler, bu etüt için geçerli olup, çeken ve çekilen araçların yatırım giderlerine dahil edilmemesi, şimdilik 2010 yılında açılması planlanan yatırımın 2007 yılından itibaren tam kapasite ile işletilerek gelir getirmeye başlaması gibi gerçekçi olmayan kabuller projenin ekonomik ve mali performansını yukarıya çekmekle birlikte, ortaya çıkan değerler de projenin mali açıdan “uygun” bir yatırım olarak kabul edilmesi için yeterli olamamaktadır.

Etütlerin Kapsamları

Her iki proje için yapılmış etütlerden çok azında arazi ön çalışmaları, anketler ve modellemeye dayanan kapsamlı talep tahmin çalışmaları bulunmaktadır. Sürat Demiryolu için yapılmış Obermayer-1978 ve Obermayer-1986 ile Sofrerail-1990 etütleri yolcu ve yük talebi konusunda kapsamlı analizlere dayandırılırken, JARTS-1987, JICA-1992, Akün-2003 çalışmaları ile tüm TCDD etütlerinde, diğer çalışmaların bulgularından yararlanılmış ya da basit tahmin yöntemleriyle yolculuklar tahmin edilmiştir.

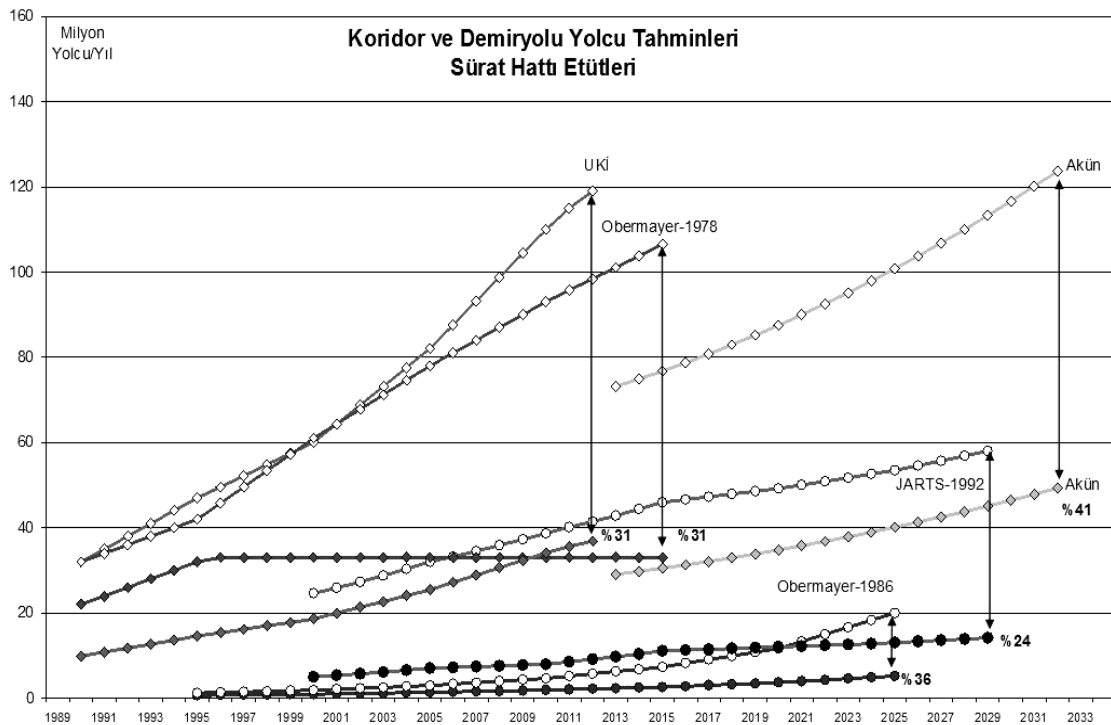
Koridordaki toplam yolculuk tahminlerinde bulunan değerler tüm çalışmalarda geniş bir aralığa yayılmaktadır. Bu kadar büyük farklılaşmanın temel nedeni, farklı yıllarda yapılan her etütte farklı yöntemlerin uygulanması, farklı kabul ve yaklaşımların benimsenmesidir. Ankara-İstanbul koridorundaki toplam yolculuk sayısındaki tahminler yılda 20-150 milyon yolcu arasında değişmektedir. Bu değişkenlik, bir sonraki aşamada demiryolu yolculuklarının ve nihayet yeni hızlı demiryolu hattı yolculuklarının sayısının ve payının tahminine de yansımaktadır. Sürat Demiryolu Projesi için yapılan farklı etütlerde demiryolunun hedef yılında koridordaki payı %24 ile %41 arasında değişirken (Şekil 3), Hızlı Tren etütlerinde bu farklılık %11 ile %48 arasında olmaktadır (Şekil 4). Sürat Demiryolu etütlerinde koridordaki yıllık toplam yolcu sayısının 60-120 milyon arasında tahmin edildiği, Hızlı Tren etütlerinde ise bu aralığın çok daha geniş olduğu görülmektedir.

Etütlerde, koridordaki demiryolu yolculuklarının payının tahmininde iki farklı yaklaşım benimsenmektedir. Birincisinde herhangi bir kapasite sınırı olmaksızın demiryolu yolcu sayısı tahmin edilmekte, diğerinde ise sınırlı kapasitesi olan bir hızlı tren hattının yolcu

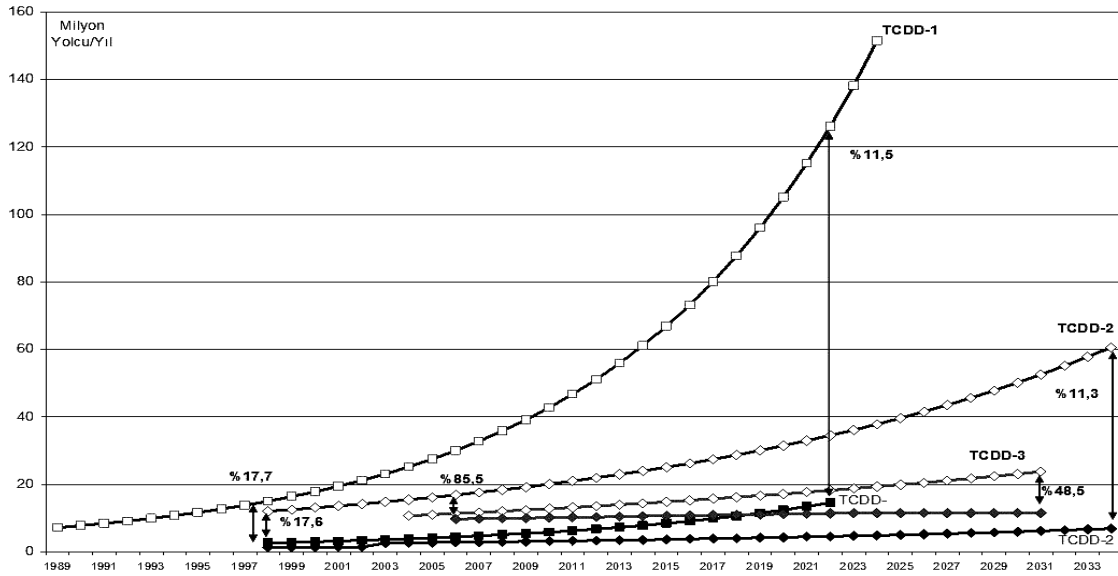
sayısı belirlenmektedir (Şekil 5). Birinci yaklaşımdaki çalışmalarda koridordaki demiryolu yolculuklarının yılda 30-50 milyon düzeyinde tahmin edildiği (demiryolu yeterli arzı sağladığında bu yolculukları çekebileceği), tanımlanan bir demiryolu hattını kullanan yolculukların tahmin edildiği çalışmalarda ise yolculuk düzeylerinin 5-15 milyon düzeyinde kaldığı görülmektedir.

Alternatiflerin Değerlendirilmesi: Sürat Demiryolu Projesi için yapılan etütlerde mevcut hattın iyileştirilmesi bir (ya da bir kaç) alternatifle değerlendirilmeye alınmakta, ayrıca yeni güzergah ve işletme özellikleriyle alternatifler ve bunların varyasyonları incelenmektedir. Hızlı Tren Etütlerinde ise sadece projeli ve projersiz durum dikkate alınıp, Sürat Demiryolu Hattı ya da başka bir güzergah alternatifi ve yapılan yatırımlar değerlendirilmemektedir. TCDD etütlerinde alternatif çözümlerden en iyisinin seçimi yapılmamakta; tanımlanan bir proje ile projersiz durum kıyaslanmaktadır. Diğer bir deyişle, TCDD tarafından yapılan ekonomik ve mali analizlerde, diğer çalışmalarda en iyi olarak belirlenen alternatifler değerlendirme dışı bırakılıp her etütte özellikleri ve maliyeti değişen tek proje, projersiz durumla kıyaslanmaktadır.

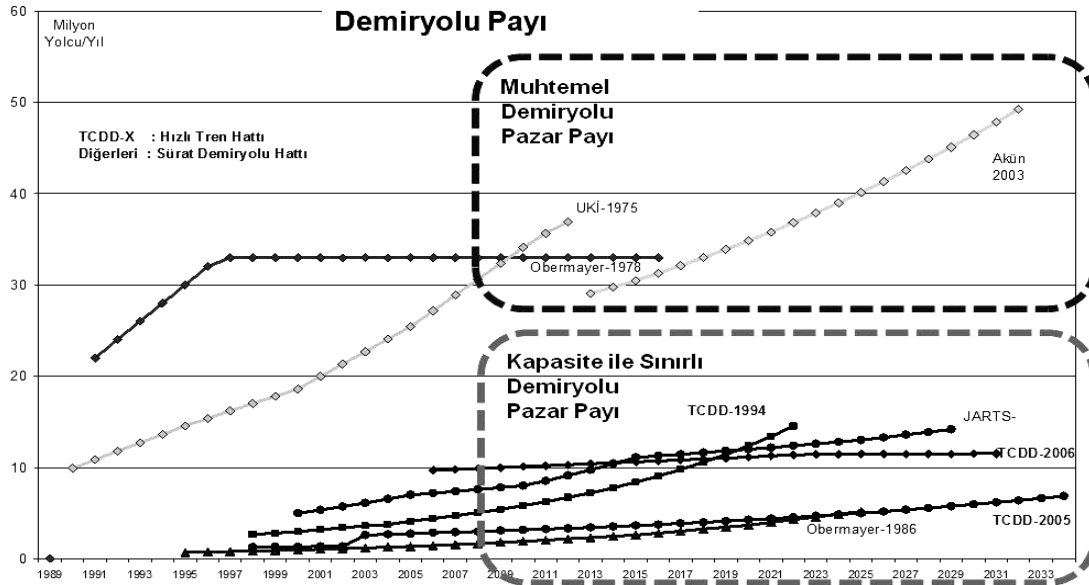
Araç Maliyetleri: Sürat Demiryolu için yapılan etütlerde maliyet ve yararların kapsamlı, ayrıntılı ve eksiksiz bir şekilde değerlendirmeye alındığı görülmektedir. Ancak TCDD tarafından yapılmış ilk etütte değerlendirmeye alınan araç maliyetlerinin daha sonraki etütlerde göz ardı edilmekte, proje kapsamı dışında tutulmaktadır. Bu eksiklik sonucunda Hızlı Tren Projesinin maliyetleri eksik alındığından ekonomik ve mali performans göstergeleri yapay olarak yukarı çekilmekte, buna rağmen göstergeler olumlu çıkmamaktadır.



Şekil 3 Sürat Demiryolu Hattı Toplam Koridor ve Demiryolu Yolculukları.



Şekil 4 Hızlı Tren Hattı Toplam Koridor ve Demiryolu Yolculukları.



Şekil 6 Koridorda Demiryolu Yolculuk Tahminleri.

Projelere İlişkin Sorunlar ve Fırsatlar

Sorunlar ve Riskler

Yapım riskleri: Ankara-İstanbul koridorundaki tüm demiryolu projelerinin ortak sorunu olan Kuzey Anadolu Fay Hattı geçişinin Sürat Demiryolu Projesine özgü bir sorun olduğu iddia edilmiş ve Sürat Demiryolu güzergahının fay hattından geçirildiği için projeden vazgeçildiği şeklinde basına görüşler yansıtılmıştır. Oysa ki Kuzey Anadolu Fay Hattı her iki proje güzergahı için de benzer riskler taşımaktadır.

Yerleşimlere Erişim ve Güzergah Uzunluğu: Sürat Demiryolu Projesinin Ankara ve İstanbul dışında diğer kentsel yerleşimlere hizmet etmeyen bir güzergahı olduğu, buna

karşılık Hızlı Tren Projesinin Polatlı ve Eskişehir'e hizmet etmesinden dolayı verimliliğinin yüksek olduğu savunulmaktadır. İlk bakışta doğru gibi görünen bu yorum İstanbul-Ankara arasında hızlı bir demiryolunun yapım amacı ve yolculuk tahminleri ile çelişmektedir. Bu yorumun değerlendirilmesinde koridorun iki ucundaki yerleşimlerde inen-binen yolcu sayıları ile aradaki yerleşimlerdeki yolcuların zaman kazancı / kaybı ile hattın uzamasının getirdiği maliyetlerin kıyaslanması gerekmektedir.

Projenin temel amacı, hattı kullanan yolcuların büyük bölümünün yolculuk süresinin kısaltılmasıdır. Hattın güney kesimini kullanarak Eskişehir ile Polatlı'da inen / binen yolcuların hızlı treni kullanmakla ortaya çıkan kazançlarının, hattın iki ucundaki yerleşimlerden (batıda İstanbul, Kocaeli, Sakarya ile doğuda Ankara) binen ve buralarda inen yolcuların yolculuk süresinin uzaması ile kıyaslanması ve buna hattın uzaması ile ortaya çıkan yatırım ve işletme giderlerinin de eklenmesi gerekmektedir.

Eskişehir ve Polatlı'ya erişen Hızlı Trenin yolculuk talep tahminleri yapılmamıştır. Diğer bir deyişle yapılan etütlerde güneyden giden güzergaha sahip olan projede bu istasyonlarda kaç yolcunun inip-bineceği, bu güzergahın yolculuk süresini nasıl etkileyeceği incelenmemiştir. Bu iki yerleşimde başlayan ve biten yolculukların ne düzeyde olduğu konusunda Hızlı Tren Etütlerinde herhangi bir veri bulunmamaktadır.

Ara istasyonlarda inen ve binen yolcuların sayısı bilinmediğinden bu yerleşimlerin nüfus ve ekonomik göstergeleri en azından bir merteye belirlemek üzere kullanılabilir. Polatlı, Eskişehir ve İnönü gibi yerleşimlerin, hızlı trenin hizmet ettiği koridordaki payı nüfusta % 2,1, gayri safi yurtiçi hasılda % 3,8 düzeyindedir. Dolayısıyla hattın, güneyden (mevcut demiryolu koridorundan) geçirilmesi ile toplam yolcuların yaklaşık %2-3'ü için yarar sağlanmakta, hattın 160 km daha uzun olması sebebiyle geriye kalan yolcuların (%98'inin) yolculuk süresi 38 dakika uzatılmaktadır.

Güneyden geçen Hızlı Tren hattının Sürat Demiryolu hattına göre 160 km daha uzun olması yolculuk süresine ek olarak tüm maliyetleri de yükseltmektedir. Yolcuların %98'i Ankara-İstanbul arasında yolculuk yaparken 160 km daha fazla dolaştırılmakta; yatırım, bakım ve işletme maliyetleri de %30 düzeyinde artmaktadır. Mevcut hattan geçen bir güzergah iki büyük kenti birbirine bağlarken Eskişehir'e hizmet vermek için yatırım giderleri 1,9 milyar Avro (2,5 milyar ABD Doları) (160 km x 12 milyar Avro/km) artmakta, bu uzunluk kullanılacak dizilerin toplam bedeline de 42 milyar Avro ilave yatırım olarak yansımaktadır.

Tüm bunların ötesinde Hızlı Tren hattının 160 km daha uzun olması bakım ve işletme giderlerini de etkilemektedir. Diğer ülke deneyimlerine dayanılarak (Campos, 2006) hattın bir kilometresinin yıllık bakım giderleri 70.000 Avro, işletme giderleri 15,000 Avro olarak alındığında, güzergahın 160 km daha uzun olması sebebiyle yılda 13,6 milyon Avro (18,2 milyon ABD Doları) ek işletme ve bakım maliyeti ortaya çıkmaktadır. Projenin elli yıllık ömründe 160 kilometrelik güzergah uzunluğu 680 milyon Avro (911 milyon ABD Doları) ilave işletme ve bakım maliyeti getirmektedir. Eskişehir'de inip-binecek yolcuların hızlı ulaşımı için koridordaki tüm yolcuların %98'inin 38 dakika daha fazla yolculuk yapmasına ilave olarak 2,5 milyar ABD Doları ek yatırım harcaması ve 0,9 milyar ABD Doları işletme gideri ödenmektedir.

Hat Kesimlerinde Talep ve Kapasite Uyumu: Hızlı Tren Etütlerindeki son duruma göre hattın kapasitesi günde 72 tren olarak tanımlanmaktadır. Diğer Hızlı Tren hatları fizibilite etütlerinde kabul edilen işletmecilik dikkate alınmadan bu kapasitenin tamamı Ankara-İstanbul trenlerine tahsis edilmektedir. Oysa ki, inşaatı devam eden Ankara-Konya Hızlı Tren Hattı, projeleri hazırlanan İzmir-Ankara Hızlı Tren Hattı, Sivas-

Ankara-İstanbul hattı, Bursa-Ankara hatlarındaki trenler de güzergahın belirli kesimlerini kullanmaktadır.

Bu projelerin fizibilite etütlerinde ortak hat kesimlerini kullanan tren sayıları üst üste konulduğunda günde 72 tren kapasiteli Ankara-İstanbul Hızlı Tren Hattının;

- Polatlı-Ankara kesimini günde 326 trenin (%452 kapasite kullanımı),
- Eskişehir-Polatlı kesimini günde 148 trenin (% 205 kapasite kullanımı)

kullanacağı görülmektedir (TCDD 2004, Su Yapı 2006).

Sınırlı bir hat kapasitesi, TCDD'nin İstanbul-Ankara ve Konya-Ankara, DLH'nin Bursa, Sivas ve İzmir Hızlı Tren Etütlerinde sınırsız bir şekilde kullanılmaktadır. Diğer bir deyişle tüm bu etütlerde, talebin gerektirdiği kapasite ve yatırım maliyeti yatırım bedeline konmadan, yolcu taşımanın yararları (yolcu gelirleri ve zaman kazançları) fizibilite etütlerinde dikkate alınıp projelerin performansları yükseltilmiştir.

Ayrıca ortak kullanılan kesitlerdeki taleplerin iki adet hızlı tren hattından daha yüksek kapasite gerektirdiği (3. ve 4. hatlar) dikkate alınmadığı için, halen projelendirilen ve inşa edilmekte olan hatların ileride yapılacak ilave hatların maliyetini de yükselttiği ve inşasını zorlaştırdığı ortaya çıkmaktadır.

Kent Geçişleri: Gerek Hızlı Tren ve gerekse Sürat Demiryolu Projelerinin önerilen kent geçişlerinde kapasite ve hız sorunları bulunmaktadır. Özellikle hattın İstanbul ucunda Gebze'den itibaren Marmaray Projesi kapsamında yeniden düzenlenecek olan üç hatlı kesim, yoğun banliyö, bölgesel yolcu ve yük, ana hat yolcu ve yük trenleri için gerekli kapasiteyi sağlayamadığından hattın açılmasından kısa bir süre sonra kapasite sınırına ulaşılabacaktır. Bu kapasite darboğazı sebebiyle Sürat Demiryolu Projesi için yapılan etütlerin bir kısmında (DE Consult gibi) Arif iye'den itibaren mevcut hattın kuzeyinde yeni bir koridordan geçilmesi önerilmiştir. Hızlı demiryolunun İstanbul bitiş noktası olarak etütlerin büyük bölümünde Haydarpaşa veya Söğütlüçeşme kullanılmakta ya da trenlerin Marmaray ile Avrupa yakasına ulaşması öngörülmektedir. DE Consult Etüdünde ise FSM Köprüsü yakınlarında yeni bir gar yapılması önerilmektedir.

Sivas bağlantısı da düşünülerek Ankara geçişinin bugün tamamen yerleşik alan içinde kalmış koridor yerine, yeni bir gar inşası ile dışardan geçilmesi konusundaki etütler 1950'li yıllara dayanmasına rağmen uygulanan projede dikkate alınmamıştır. Etütlerde ciddi bir işletme analizi yapılmadığından bu kesimlerde sorun görülmemekte, trenlerin sınırsız kapasitesi olan hatlarda işletileceği kabulüyle gerekli ilave yatırım bedelleri maliyetlere konmadan proje yararları değerlendirilmektedir. Oysa ki proje uygulama aşmasına geldiğinde Eskişehir kent geçişinde olduğu gibi büyük tutarlara ulaşan ancak projelerde öngörülmeyen yatırımların yapılması kaçınılmaz olacaktır.

Esenkent-Sincan Bağlantısı: Hızlı Tren Projesinin Ankara Gar'a erişiminde Sürat Demiryolu projesinin 15 km uzunluğundaki kesiminin kullanımına karar verilmiştir. Bu kararla Hızlı Tren Projesinin daha düşük bir maliyetle çözülürken Sürat Demiryolu Projesinin de önü tıkanmış, bekletilen bu projenin maliyeti yükseltilmiştir.

Olanaklar ve Fırsatlar

Sürat Demiryolu Projesi Harcamaları: Sürat Demiryolu Projesi için bugüne kadar yaklaşık 320 milyon ABD Doları (güncelleştirilmiş değeriyle 730 milyon ABD Doları) düzeyinde altyapı yatırımı yapılmıştır. Bu projenin ve güzergah kesiminin yanlış bir karar olmadığı hızlı demiryolu konusundaki deneyimli çeşitli ülkelerin uzmanları tarafından kanıtlanmıştır. Yapılmış bu harcamaların bir kayıp değil, yeni bir proje için kazanılmış değerler olduğu dikkate alınarak projenin yeniden tanımlanması ve henüz

tamamlanmamış bu altyapıdan olabildiğince yararlanması sağlanmalıdır.

Güzergahın Güncelleştirilmesi: 1970’li yıllarda Sürat Demiryolu projelendirilirken tasarım standartları, hattın hem yük ve hem de yolcu trenleri için kullanılacağı kabul edilerek belirlenmiş ve en yüksek eğim %0 12,5 olarak alınmıştır. Ancak günümüzde koridorda artık standartları düşük fakat iyileştirilebilir “mevcut demiryolu” ile çift hattı yeni “Hızlı Tren hattı” da bulunduğundan Sürat Demiryolu projesinin sadece yüksek hızlı yolcu trenleri için yeniden projelendirilmesi mümkündür.

Yeni nesil demiryolu araçlarının sağladığı imkanlarla sadece yolcu trenlerinin kullanımı için Sürat Demiryolu güzergahı, bir çok yüksek hız hattında olduğu gibi %0 40-60 eğimlerle yeniden projelendirildiğinde Çayırhan-Arifeye kesiminin uzunluğunda ve yatırım bedelinde (tünel uzunluklarının azalmasıyla) büyük düşüşler ortaya çıkacaktır.

Yolculuk Mesafesi: Hızlı Trenle Ankara ile İstanbul arasındaki yolculukların süresi ve mesafesi dikkate alındığında, kestirme bir hattan en az 160 km daha uzun olan bir güzergahın yolculuk süresinde ve daha da önemlisi işletme giderlerinde ortaya çıkardığı ek maliyetler, kısa güzergahın tekrar gündeme alınmasını gerektirecektir. Güzergah uzunluğunun yarattığı yılda yaklaşık 18,2 milyon USD ek işletme, bakım ve onarım maliyeti ile yılda toplam 6,2 milyon saat ilave yolculuk süresinin (38 dakika/yolcu x 11.505.000 yolcu/yıl x 0,85 iki uç yolcu oranı) ortadan kaldırılması için kısa güzergahın yapılması ve Ankara ile İstanbul’da başlayıp biten yolculukların bu hatta kaydırılması ileride kaçınılmaz olacaktır.

Talep Düzeyleri ve Kapasite: Yapılan etütlerde koridordaki toplam yolculuk talebinin, alt ve üst sınırları 2020’li yıllarda 20-150 milyon yolcu/ yıl arasında değişmekle birlikte, ortalamada 40-60 milyon yolculuk düzeyinde olduğu görülmektedir. Hızlı Tren Projesi ile sunulan kapasite ise yılda 10 milyon yolculuk düzeylerinde kalmaktadır. Hattın bazı kesimlerinde beklenen kapasite sorunları dikkate alınmasa bile, Hızlı Trenin koridordaki talebin dörtte birinden azına cevap verebileceği görülmektedir. Toplam talep karşısında Hızlı Tren tarafından sunulan kapasitenin sınırları, koridorda demiryolu payının artırılması için ilave kapasite gerektirmektedir.

Bölgesel Yolcu Taşımaları: Ankara’nın kentsel ve bölgesel etki alanındaki Ayaş, Beypazarı, Nallıhan, Güdül ve Mudurnu gibi yerleşimlerle yakın ilişkileri gelişmiş, günlük çalışma, eğitim, iş takibi ve ticaret, hafta sonları da yoğun turistik yolculuk talepleri ortaya çıkmıştır. Şu anda karayolu ile yapılan bu yolculuklar yeni bir demiryolunun yapımını gerektirecek boyutlarda olmasa bile, bir demiryolu ulaşım hizmeti verildiğinde bu işletmenin verimliliğini yükseltecek boyutlara ulaşmıştır.

Sincan Organize Sanayi Bölgesinin de etkisiyle Ankara’nın kentsel yerleşim alanı Yenikent’e ulaşmış, yerleşim baskısı Ayaş’a atlamıştır. Ankara üzerindeki yolculuk ve konut talebi baskısını azaltmak amacıyla Ayaş çevresinde kamu tarafından gerçekleştirilecek bir toplu konut projesi, hem Ankara merkez yerleşim lekesi üzerindeki baskıları azaltacak, hem de yatak kent niteliğindeki bu alanlardan doğrudan sanayi bölgesine ve kente hızlı ulaşım imkanı verebilecektir. Uzaklığı daha fazla olmasına rağmen hızlı demiryolu ulaşımı sayesinde demiryolu çevresinde yaşayanlar kent lekesi içinde yaşayanlardan daha kısa sürede varış noktalarına ulaşabilecektir.

Bölgesel Yük Taşımaları: Beypazarı ve Kazan’da bulunan ve özel kesime işletme ruhsatı verilen “trona” madeni hattın bu kesiminin hemen işletmeye açılması için büyük bir imkandır. Trona madeni, deterjan, cam ve plastik gibi bir çok mamulün üretiminde kullanılan stratejik bir hammaddedir. Dünya pazarı ve üretimi ABD tarafından kontrol

edilen bu madenin dünyadaki en önemli rezervlerinden biri ülkemizde bulunmasına rağmen bu doğal yataklar henüz hiç kullanılamamaktadır (DPT; 1995).

Beypazarı, dünyanın ikinci büyük rezervi olarak 250 milyon tonluk bir potansiyele sahiptir. Dünyadaki en yüksek (%87) tenörlü yataklardan cevher çıkarma ve işleme için gerekli yatırımlar gerçekleştirilmiş ve deneme üretimine başlanmıştır. Beypazarı'ndaki bu tesislerde 1,8 milyon ton/yıl cevher çıkarılacak ve 1,0 milyon ton/yıl üretim olarak (4000 ton/gün veya 10 çift tren/gün) tüm dünyaya, özellikle Avrupa ve Ortadoğu'ya ihracatı yapılacaktır. Otuz yıllık bir sözleşme ile ruhsatları özel sektöre verilmiş olan bu rezervlerin yaklaşık 90-100 yıllık bir kapasitesi olduğu belirtilmektedir.

Kazan'da ise daha büyük bir (607 milyon ton) rezerve sahip, ancak daha düşük tenörlü (%31) trona yataklarının işletme ruhsatları dünyanın en büyük üreticisi olan Rio Tinto firmasının yerel şirketine (Rio Tur) verilmiştir. Bu yataklarda da yakın gelecekte üretime başlanması planlanmaktadır.

Kazan ve özellikle Beypazarı'ndaki trona maden rezervleri, kendi başlarına yeni bir demiryolu hattını verimli kılacak bir potansiyele ve taşıma talebine sahiptir. Üstelik bu taşımaların yolcu taşıma talepleri ile aynı zaman diliminde yapılma zorunluluğunun olmaması ve süreklilik göstermesi, bölgesel demiryolu taşımacılığı için düzenlenecek bir altyapının yolcu taşımaları için de rahatça kullanılmasına imkan sağlamaktadır.

Bölgede hızla gelişmekte olan tarımsal üretim kapasitesi, bölgesel bir demiryolu için yeni bir talep de oluşturacaktır. Günümüzde bölgedeki tarım alanlarından doğrudan TIR belgeli treylere yapılan tarımsal ürün yüklemeleri için demiryolu yeni ve ucuz bir ulaşım olanağı sağlayacaktır.

Proje Standartlarının Değiştirilmesi: Mevcut TCDD hattı ve inşa edilmekte olan Hızlı Tren hattı ile sağlanan kapasiteler sebebiyle artık Sürat Demiryolu Hattının hem yük ve hem de yolcu için kullanılmasına gerek kalmamıştır. Dolayısıyla Yeni Sürat Demiryolu projesinin bundan sonra projelendirilecek kesimlerinde halen kullanılan yük trenlerinin getirdiği kısıtlamaların (%0 12,5 eğim gibi) kullanılmasına gerek yoktur. Yeni standartlarla projeler güncelleştirildiğinde, hattın geri kalan Çayırhan-Arifiye kısmında yeni bir güzergahın tanımlanması mümkündür.

Proje standartlarındaki bu değişiklik imkanı, daha yüksek eğimlerle farklı koridorlardan geçişler öneren Sofreraile etüdüde olduğu gibi hattın uzunluğunu, tünellerin sayısını ve uzunluğunu kısaltarak yatırım bedelini ve yolculuk süresini azaltan yeni alternatifler oluşturulmasını sağlamaktadır.

Aşamalı Uygulama: Hızlı Tren Projesinin öncelikle uygulamaya konması karşısında Sürat Demiryolu Projesinin yeni bir yaklaşımla yeniden tanımlanarak aşamalandırılması gereklidir. Hattın Çayırhan-Arifiye arasındaki 2. Bölümünün kısa dönemde aciliyeti ortadan kalkmış, Sincan-Çayırhan arasındaki 1. Bölüm için yeni bir görev tanımlanarak, farklı ve geçici bir nitelikte işletmeye açılması önem kazanmıştır.

Sürat Demiryolu Projesinde kısa dönemde öncelikli hedef, projeye yapılan yatırımların en kısa sürede geri dönüşünü sağlayacak, hizmet üretebilecek bir proje niteliğine dönüştürülmesidir. Altyapının büyük bölümünün inşa edildiği bu kesimin, yukarıda sıralanan olanaklar ve fırsatların kullanıldığı bir senaryo çerçevesinde tamamlanarak işletmeye açılması ve uzun dönemde yeniden yüksek hızlı tren projesindeki görevine dönmesi gibi iki aşamalı bir planın hazırlanması önemli bir fırsattır. Projenin geleceğini belirleyecek karar alternatifleri, yukarıda sayılan tüm sorunlar, yetersizlikler ve risklerle imkanlar ve fırsatlar değerlendirilerek yeniden tanımlanmalı ve yeni bir gelişme senaryosu ve eylem planı oluşturulmalıdır.

Geleceğe Yönelik Yaklaşımlar ve Öneriler

Sürat Demiryolu Projesinin geleceği konusunda aşağıda sıralanan karar alternatiflerinin yukarıda açıklanan olumlu ve olumsuz faktörler ışığında yeniden değerlendirilmesi ve son tercihin yapılması gerekmektedir.

Projenin İptali: Otuz yıl önce başlayan, ilk yıllarda yapılan harcamaların ardından yatırım programında yer almasına karşılık ödenek verilmediğinden beklenen projenin tamamen iptali ve yatırım programından çıkarılması projenin geleceği konusundaki en olumsuz tavır olacaktır. Hızlı Tren Projesinin inşa ediliyor olması sebep gösterilerek alınabilecek bu karar ciddi tartışmalar ve sorunlar yaratacağı için teknik ve özellikle politik açıdan zor bir tercih olmaktadır.

Otuz yıldır yapılan bütün harcamaların boşa gitmesi, hem projeyi başlatma ve hem de bitirme kararı alanlar için yasal araştırma ve soruşturma süreçlerinin başlatılmasına yol açabilecektir. Politik maliyetlerine ek olarak bu alternatifte işin tasfiye maliyeti ile geride kalan yatırımların korunma ve bakım maliyetleri oluşacaktır.

Projenin Dönüştürülmesi: Sürat Demiryolu Projesi için yapılmış yatırımların başka bir faaliyet için kullanımı her zaman tartışılan bir alternatif olmuştur. Tünellerin mantar üretimi için ya da soğuk hava veya doğal gaz deposu olarak kullanımı gibi seçeneklerde tüneller dışındaki yatırımlara çözüm geliştirememiştir. Aslında yukarıdaki seçenek gibi projenin iptali niteliğindeki bu kararın politik ve teknik riskleri ve maliyetleri her zaman büyük olmaktadır.

Projenin Bekletilmeye Devam Edilmesi: Yıllardır projenin bitkisel yaşantısının sürdürülmeye devam edilmesi en kolay karar olarak görülmüş ve uygulanmıştır. Bu kararla projenin geleceği konusundaki belirsizlikler devam ederken, yarım kalmış tesislerin bakım ve koruma maliyetleri sürdürülmekte, geri kalan yatırımların bedeli yükselmekte ve projenin geri dönüşleri ertelenmektedir.

Projenin Uyandırılması: Projenin yeniden tanımlanarak daha az yatırımla, geçici olarak bölgesel yük ve yolcu taşımaları için kısa dönemde kullanılması, orta ve uzun dönemde ise koridordaki ulaşım koşullarının gelişimi karşısında ikinci aşamaya geçilerek yüksek hızlı tren projesinin gerçekleştirilmesi yaklaşımıdır.

Projenin Canlandırılması: Hızlı Tren Projesi ile daha da belirsizleşen koşullara rağmen Sürat Demiryolu Projesinin gerektirdiği kaynakların ayrılarak projenin gerçekleştirilmesi alternatifidir. Gerekli finansman kaynaklarının büyüklüğü ve Hızlı Tren Projesinin kaynak ihtiyacının giderek artacağı gerçeği bu kararın uygulanmasını güçleştirmektedir.

Yukarıdaki karar seçenekleri değerlendirilerek projenin geleceği konusunda makul, gerçekçi, teknik ve ekonomik açıdan uygulanabilir bulunan “Projenin Uyandırılması” alternatifi üzerine aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir.

Koridorda Demiryolu Stratejileri

Ankara-İstanbul koridorunda orta dönemde (yaklaşık beş yıl içinde) ortaya çıkmaya başlayacak ve giderek büyüyecek temel sorunlar şunlar olacaktır;

- Ankara-İstanbul arasında hızlı yolculuk yapmak isteyen çoğunluğun gereksiz bir şekilde 160 km dolaştırılması ve bu yüzden ortaya çıkan kayıplar (bu fazlalıktan oluşan ek yolculuk süresi, yatırım, araç, bakım ve işletme giderlerinin yolcuya ve kamu bütçesine yansması),

- Orta dönemde oluşacak talep artışları karşısında yetersiz kalacak kapasite,
- Marmaray ve Hızlı Tren Projelerinin açılışıyla birlikte kent geçişlerinde oluşacak kapasite sorunları,
- Mevcut tek hatta düşük ve orta hız yük ve yolcu trenleriyle oluşacak kapasite darboğazı,
- Mevcut hattın iyileştirilmesi için önerilen ancak gerçekleştirilmeyen “rehabilitasyon” projesinin artan uygulanma zorunluluğu ve yeni maliyeti,
- Diğer hızlı tren projelerinin (Konya, İzmir, Sivas, Bursa, v.b.) işletmeye alınmasıyla birlikte ortak kullanılan kesimlerde oluşacak kapasite yetersizliği,
- Sürat Demiryolu Projesi için şimdiye kadar yapılmış harcamaların geri dönüşünün henüz başlayamaması ve riske girmesi,
- Hızlı teknik gelişmelere rağmen yeni yapılan bir “hızlı tren” projesinin “yüksek hız” alt sınırında projelendirilip inşa edilmesi.

Bu sorunlar dikkate alınarak Ankara-İstanbul koridoru için orta ve uzun dönemde aşağıdaki temel stratejilerin benimsenmesi önerilmektedir.

- Koridordaki demiryolu trafiğinin özellikleri (yük/yolcu, kentler arası/bölgesel/kentsel, düşük/orta/yüksek hız, duraksız/az duraklı/sık duraklı) ve talep artışları dikkate alınarak trafiğin koridorlar arasında paylaşımıyla;
 - mevcut demiryolu hattının düşük hızlı yük ve yerel yolcu trenleri (120 km/s altı),
 - inşaatı devam eden Hızlı Tren Projesinin orta hız bölgesel yolcu ve yük trenleri (120-250 km/s),
 - Arifiye-Sincan koridorunda inşa edilecek yüksek standartlı demiryolu hattının sadece yüksek hızlı yolcu trenleri (250 km/s üstü) tarafından kullanılacak şekilde bir kademelenme ve görev dağılımı yapılması,
- Yolculuk süresine duyarlı hızlı tren yolcularının yoğunluğunun arzu hatlarına uygun kestirme bir yüksek hız güzergahının, “Yeni Sürat Demiryolu Projesinin” mevcut yatırımlar dikkate alınarak belirlenmesi, proje ve yapım çalışmalarına başlanması,
- Kent geçişlerinin yukarıda tanımlanan görev dağılımı kapsamında yeniden projelendirilmesi ve yapımına başlanması,
- Arifiye-Sincan güzergahında projelendirilecek yeni “yüksek hız” demiryolu hattının getireceği rahatlamalara rağmen, Hızlı Tren güzergahında devam eden kapasite yetersizliği sorunlarının çözülmesi için diğer hızlı tren hatları için yeni bağlantıların projelendirilmesi ve yapımı,
- Mevcut demiryolu hattının, önerilen görevin niteliğine uygun yeni bir “iyileştirme” projesi kapsamında iyileştirilmesi.

Sürat Demiryolu İçin Öneriler

Bu stratejiler ışığında Sürat Demiryolu Projesinin "uyandırılması" senaryosundaki gelişmeler projenin ve uygulama adımlarının yeniden biçimlendirilmesi ile başlamakta, bu güncellenmiş projeye göre mühendislik avan projelerinin, keşiflerin ve fizibilite etütlerinin hazırlanması ile devam etmektedir. Sürat Demiryolu Projesinin uyandırılması yaklaşımı çerçevesinde uygulanması gereken senaryoda kısa, uzun ve orta dönemdeki adımlar sırasıyla şunlardır.

Etüt ve Projelerin Güncelleştirilmesi: Projenin canlandırılmasının ilk adımı, Sürat Demiryolu projelerinin ve fizibilite etüdünün yeni bir yaklaşımla güncelleştirilmesidir. Bu çalışmalarla bir yandan Sincan-Çayırhan arasındaki 1. Bölümde yapımı yarım kalmış altyapının kullanılabilir hale gelmesi için gerekli yatırım bedeli belirlenecek, diğer yandan Çayırhan-Arifîye arasındaki 2. bölüm için yeni projeler hazırlanarak maliyetler ortaya konacaktır.

Daha önceki çalışmalardan farklı olarak yeni güzergahın gelişme ve işletme alternatiflerinin iki aşamalı bir yaklaşımla belirlenmesi gereklidir. Önceki çalışmaların koşullarından farklı olarak artık koridorda iki yeni demiryolu hattı bulunduğu ve 2005 yılında açılması planlanan ancak 2007 yılına uzayan Eskişehir-Ankara ve şimdilik 2010 yılında hizmete açılması planlanan Eskişehir-Köseköy kesiminin işletmeye açılacağı dikkate alınarak proje alternatifleri oluşturulmalıdır.

Kısa dönemde hizmete açılmak üzere 85 km uzunluğundaki 1. Bölümün kullanılabilir hale getirilmesi için bölgesel yük ile bölgesel ve banliyö yolcu trafiğine göre projelendirilmesi önerilmektedir. Bu aşamada yapılacak "geçici" düzenlemelerin temel amacı bir yandan bölgesel taşıma taleplerine cevap verilmesi, yarım kalmış altyapının kullanılabilir hale getirilerek artı değer üretilmesi ve uzun dönemde yüksek hızlı tren hattı olarak daha etkin kullanılacak altyapının "canlı ve ayakta" tutulmasıdır.

Bu gelişme senaryosu çerçevesinde, koridorda tüm ulaşım türleri ile yapılan toplam yolculuk taleplerinin ve demiryolu payı tahmin edilerek yukarıda sayılan darboğazlar ve sorunların ortaya çıkacağı yıllar belirlenmeli, bu yıllarda Sürat Demiryolunun yeniden devreye girmesi gerektiği zamanda projenin ikinci aşaması hazır olmalıdır.

Birinci aşamada Ankara-Çayırhan arasındaki kesim, kendi başında ayakta durabilecek ve işletilebilecek şekilde en düşük standartlarla ve maliyetle işletmeye açılmalı ve halen bu altyapı için yapılan bakım ve koruma giderleri işletme giderlerine dönüştürülmelidir. Şu anda geleceği belirsiz bir yarım yatırımın korunması için harcanan kamu kaynakları, kısıtlı da olsa belirli bir getiri sağlayan ve hizmet üreten bir tesis için kullanılmalıdır. Bu kapsamda hattın altyapı eksiklikleri tamamlanarak, gerekli minimum standartlarla (üst yapı tek hatlı işletmeye göre tamamlanarak, elektrik yerine dizel çekiş, basit tren kontrol sistemleri, düşük maliyetli durak ve istasyonlarla, gerekirse yük taşımacılığının zirve dışı ve gece saatlerinde yapılmasıyla) ve maliyetle üzerinde yolcu ve yük trenleri işletilebilir hale getirilmelidir. Bu aşamada Beypazarı trona cevher taşımaları işletmenin itici gücü olarak kullanılmalı, hizmet yelpazesi bölgesel ve banliyö yolcu taşımaları ile çeşitlendirilmeli ve zenginleştirilmelidir.

Altyapının bu aşamada bölgesel yolcu ve yük trenleri için kullanım biçiminin geçici olduğu dikkate alınarak, hattın bir sonraki aşamada yüksek hızlı tren işletmeciliği için kullanımına göre nihai projelendirme yapılmalıdır. Son aşamada kısa dönemde hizmet edilen bölgesel yük ve yolcu taşımalarının sürdürülmesi için gerekli altyapının da projelendirilmesi ve inşaatı yapılmalı, hattın hızlı yolcu taşımacılığına başlamasından önce bölgesel taşımalar bu yeni altyapıya kaydırılmalıdır. Hattın son aşamadaki yüksek hızlı yolcu trenleri için kullanımına göre projelendirilmesi yapılırken yeni standartlar ve yeni koridorlar kullanılarak hattın ve tünel uzunluğunun (dolayısıyla yolculuk süresinin, yatırım bedelinin ve işletme giderlerinin) büyük ölçüde azaltılması sağlanmalıdır.

Projenin nihai aşamada sadece yolcuya göre tasarlanması sırasında kullanılan yeni standartlar güzergahın her iki bölümünde de yeni koridorlar dışında daha önce dikkate alınmayan alternatifleri gündeme getirebilecektir. Örneğin Sincan-Çayırhan arasında birinci aşamada mevcut güzergah ve Ayaş Tünelinden yapılan bölgesel taşımalara burada devam edilerek hızlı tren için yeni bir güzergah belirlenmesi, ya da yeni hızlı

tren projesinin bir hattının mevcut güzergahtan geçirilirken diğeri için yeni bir güzergah tanımlanması veya bölgesel taşımalar için yeni bir güzergah belirlenip sürat demiryolunun mevcut hattı kullanması gibi alternatiflerin de incelenmesi gerekecektir.

Kısa ve Orta Dönem Çözümleri: Durdurulmuş Sürat Demiryolu Projesi, hazırlanacak bu projeler ve fizibilite etütleri çerçevesinde uyandırılarak Sincan-Çayırhan arasındaki kesim bölgesel yolcu ve yük taşımalarına en kısa sürede açılmalıdır. İnşaatına başlanmış kesimin altyapısının tamamlanması için yaklaşık 130 milyon ABD Doları gereklidir. 260 km uzunluğundaki Arifiye-Sincan kesiminin toplam üstyapı ihtiyacının 200 milyon dolar olduğu dikkate alınarak 85 km'lik Sincan-Çayırhan kesiminin payı 65 milyon ABD Doları düzeyinde olduğu, tek hatlı bir çözümle bu maliyetin 30-40 milyon dolar düzeyinde olabileceği görülmektedir. Sincan-Çayırhan kesiminin tüm işlerinin tamamlanarak bölgesel taşımalara açılabilmesi için toplam 170 milyon dolar düzeyinde bir harcama yeterli ve durdurulmuş bu yatırım hizmet verebilir bir hale gelecektir.

Uzun Dönem Çözümleri: Sürat Demiryolu Projesinin bölgesel ve banliyö taşımalarına hizmet eden Sincan-Çayırhan bölümü işletmeye alındıktan sonra, güncelleştirilmiş talep tahminleri ışığında koridordaki yolculuk talepleri ve Hızlı Tren Projesinde orta vadede ortaya çıkacak sorunlar izlenerek ikinci aşama planlar uygulamaya konmalı ve yüksek hızlı yolcu trenleri için projelendirilen Çayırhan-Arifiye kesimi ve bölgesel taşımaların kaydırılacağı altyapısının yapımına başlanmalıdır. 1978 yılında yapılan ön projelere göre 175 km olarak planlanan ancak yeni proje standartları ile kısalarak tünel uzunlukları azalacak Yeni Sürat Demiryolu Projesi için gereken yatırım miktarı 2.200 milyon ABD Doları düzeylerine indirilebilecektir.

Finansman ve Uygulama: Projenin iki aşamalı olarak işlerlik kazanmasında farklı finansman yaklaşımlarının uygulanması söz konusudur. Bugüne kadar Sürat Demiryolu Projesi için yapılan yatırım tutarının cari fiyatlarla 330 milyon ABD Doları (güncel değerlerle 730 milyon ABD Doları) düzeyinde olduğu ve miktarın kamu payı olduğu kabul edilerek projenin özel girişimcilere açılması ve kamu-özel kesim ortaklığı (PPP) ile gerçekleştirilmesi mümkün bulunmaktadır.

Bu yaklaşımla değerlendirildiğinde, ilave olarak toplam 170 milyon ABD Doları gerektiren 1. Bölüm için kamu zaten toplam harcamanın en azından cari fiyatlarla %34'ünü (330+170), güncelleştirilmiş fiyatlarla (730+170) % 80'ini gerçekleştirmiştir. Yapılan bu yatırımlar ortak projedeki kamu payı olarak değerlendirilerek özellikle maden taşımalarını gerçekleştirecek yatırımcılarla anlaşma masasına oturulup projenin ortak finansmanı ve uygulama planı tartışılabilir.

Birinci aşamanın ilave yatırımlarının (170 milyon ABD Doları) kamu tarafından gerçekleştirilmesi durumunda ise Ankara-İstanbul Yeni Sürat Demiryolu Projesi için gerekli toplam 2.200 milyon ABD Doları içinde kamu harcamalarının (730+170 milyon ABD Doları) payı %40 düzeylerine ulaşmış olacaktır. 1991 yılında çeşitli ülkelerin firmalarından alınan YİD tekliflerinde firmaların %30 kamu payı (ve riskler karşısında garanti) istediği dikkate alındığında kamunun bu katkı oranına ulaştığı ortaya çıkmaktadır. Birinci aşamanın kamu tarafından gerçekleştirilmemesi durumunda bile kamu payı halen %33 düzeyinde bulunmaktadır.

Bu değerlendirmeler, Sürat Demiryolu Projesinin kamu-özel kesim işbirliği uygulaması için uygun olduğunu, sadece daha sonra ortaya çıkan Hızlı Tren Projesinin pazarda belirsizlik ve riskler yarattığını göstermektedir. Orta dönemde Hızlı Tren Projesinde işletme sırasında ortaya çıkacak kapasite darboğazları, verimsizlikler ve maliyetlerin Yeni Sürat Demiryolu Projesinin uygulanmasını uzun dönemde zorunlu hale getireceği

dikkate alınarak, hattın ilk aşamada bölgesel taşımlarla canlı tutularak uzun dönemdeki gelişmelere hazır olunması gerekmektedir.

Kaynaklar

Akün (2003) Ankara-İstanbul Sürat Demiryolu Fizibilite Etüdü Final Raporu, DLH İnşaatı Genel Müdürlüğü, Ankara.

DE-Consult (1991), İstanbul-Ankara Yüksek Hızlı Demiryolu Bağlantısı Ön Fizibilite Etüdü, Ankara.

DPT (1995), Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Madencilik ÖİK Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Kimya Sanayii Hammaddeleri Çalışma Grubu Raporu, Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı Yayın No:DPT:2414-ÖİK:474.

Campos, J. ve diğerleri (2006), Some facts about HSR around the world, 4th Annual Conference on Railroad Industry Structure, Universidad Carlos III de Madrid,

JARTS (1987), Preliminary Study on High Speed Train Operation Between Istanbul and Ankara (Arifiye and Sincan) Final Report, Ankara.

JICA (1992) Review on High Speed Railway Line Between Ankara and Istanbul, Ankara.

Obermeyer (1978), Temat Arifiye-Sincan Demiryolu Projesi Fizibilite Raporu, Bayındırlık Bakanlığı DLH İnşaatı Genel Müdürlüğü, Ankara.

Obermeyer-RailConsult-RMT (1987) Ankara-İstanbul Yeni Demiryolu Yapılabilirlik Etüdü Maliyet Yarar Analizi Sonuç Raporu, Ankara.

Sofrerail (1990) Ankara-İstanbul Demiryolu Koridorunun Islahı, Ankara.

TCDD (1994) Ankara-İstanbul Demiryolunun İyileştirilmesi ve Hızlı Tren Projesi Yapılabilirlik Etüdü, Ankara.

TCDD (2001) Ankara-İstanbul Demiryolu Hattı İyileştirilmesi Projesinin İhale Bedeline Göre Yeniden Değerlendirilmesi Etüdü, Ankara.

TCDD (2004) Ankara-Polatlı-Kocahacılı-Konya Yeni Demiryolu Hattı Fizibilite Etüdü, Ankara.

TCDD (2005) Ankara-İstanbul Hızlı Tren Projesi Revize Fizibilite Etüdü, Ankara.

TCDD (2006) Ankara-İstanbul Hızlı Tren Projesi Revize Fizibilite Etüdü-2, Ankara.

Su-Yapı (2006), Yüksel Domaniç, Ankara-İzmir Demiryolu Fizibilite Raporu, DLH İnşaatı Genel Müdürlüğü, Ankara.

Raylı Taşımacılıkta Yeni Yönelim:Hızlı Tren

İshak Kocabiyik

TCDD Genel Müdürlüğü APK Dairesi
Ankara
0312 3090515/4663
ishakkocabiyik@tcdd.gov.tr

N.Şamil Şirvan

TCDD Genel Müdürlüğü APK Dairesi
Ankara
0312 3090515/4663
nsamilsirvan@yahoo.com

Ömer Çelik

TCDD Genel Müdürlüğü APK Dairesi Ankara
0312 3090515/4663
omercelik@tcdd.gov.tr

Öz

Bu çalışmada, ülkemizde demiryolu işletmeciliğinde tekel konumunda olan TCDD'nin 1970'li yıllarda başlayan ve kamuoyunda Ayaş tüneli diye bilinen Ankara-İstanbul Sürat hattı çalışmalarından bugüne uzanan süreci eleştirel olarak değerlendirilecektir. Şüphesiz sorun sadece kaynakların heder edilmesi değildir. Hız uğruna bilimsel olmayan yöntemlerin kullanılmasıyla meydana gelen kazaların maliyetinin hiçbirşeyle ölçülemeyeceği açıktır. Demiryolu işletmeciliği bir sistemdir ve kurallar bütünüdür. Demiryolu işletmeciliğinde trafik emniyetinin yüksek olmasının sebebi budur. Dolayısıyla yapılan yatırımların bu açıdan da değerlendirilmesi zorunludur.

Anahtar sözcükler: Hız, Demiryolu, Yatırım, Yanlış Politika

Giriş

150 yıldan beri bu topraklar üzerinde demiryolu işletmeciliği yapan TCDD 150 yıllık birikimini ne yazık ki özellikle son yıllarda hızla tüketmektedir. Kurum; yetmişmiş eleman sıkıntısı, yatırım eksikliği, kaynakların yanlış yerde kullanması gibi nedenlerle adeta kısıkaça alınmıştır. Yatırım ödeneklerinin yetersizliği ve hatta ayrılan ödeneklerin harcamasının yapılamaması (Tablo 1) ve yatırımların zamanında gerçekleşmemesi nedeniyle hız düşmüş daha önemlisi trafik emniyeti ciddi şekilde zedelenmiştir. Mevcut demiryolu yönetimi sorunu bir kaynak aktarma ve seyir sürelerinin düşürülmesi olarak değerlendirerek bir demiryolu politikası oluşturmaya çalışmış, ancak ne denildiği ölçüde bir kaynak aktarılabilmemiş ne de seyir süreleri düşürülebilmiştir.

Tablo 1 Yıllar İtibariyle Yatırım Ödenekleri ve Harcamalar.

(Bin YTL)

	2002	2003	2004	2005	2006
Ödenek	300.800	255.300	713.129	855.990	1.145.698
Harcama	111.060	192.300	383.400	446.064	852.692

Aynı şekilde yol yenilemelerine baktığımızda bırakın hız artırıcı bir çalışmayı mevcudu koruyamayacak bir durum kendini göstermektedir (Tablo 2). Oysa sağlıklı bir demiryolu işletmeciliği ile yılda 500 km yolun yenilemesinin yapılması gerekmektedir.

Tablo 2 Yıllar İtibariyle Yol Yenilemeleri.

	2002	2003	2004	2005	2006
Yol Yenilemeleri (km)	38	55	101	69	200
Mevcut Yolun Takviyesi (km)	7	13	21	33	34

10000 km civarındaki demiryolunun 9500 km sinde ortalama ekspres tren hızı 50 km civarında iken, üstelik Eskişehir üzerinden Ankara-İstanbul hızlı tren projesi oluşturmak, hem maliyetler hem de tren işletme maliyetleri açısından pekçok olumsuzluğu barındırmaktadır. Bu projelerin incelenip değerlendirilmesi aslında kamu işletmeciliğinin nasıl yanlış karar süreçleri ile kuşatıldığının göstergelerinden biridir.

Hızlı Tren Projeleri

Ankara-İstanbul Sürat Demiryolu Projesi

Bu süreçteki ilk durak Ayaş tüneli olarak ta anılan sürat demiryolu projesidir. Proje 1975 yılında yatırım programına alınmıştır.

Projenin amacı; Ankara - İstanbul arasında mevcut 576 km'lik düşük standartlı demiryolunu 160 km. kısaltılarak 416 km'ye düşürülmesi ve proje standartlarının yükseltilerek hızın 260 km/sa. çıkartılması ve yolculuk süresinin 7 saatten 1,5-2 saate indirilmesi olarak tanımlanmıştır.

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

Ankara-İstanbul Rehabilitasyon Projesi

Sürat Demiryolunun yapımı uzadıkça eleştiriler gelmeye başlar. Bu eleştirilerin kimine göre proje “çok pahalıdır”, “Ülkemizin 2.8 milyar \$ daha katlanacak kaynağı bulunmamaktadır”. Ancak onun yerine TCDD'nin bir ikamesi vardır. Artık yeni bir aşamaya geçilmiştir. Ankara-İstanbul arası mutlaka hızlandırılacaktır.

Başlangıçta Ankara-Haydarpaşa Mevcut Demiryolunun İyileştirilmesi Projesi oluşturulur. 1994 yılından itibaren yatırım programlarında boy göstermeye başlayan proje o günden bugüne sürekli değişmiş ve temel olarak 4 farklı boyut kazanmıştır.

- Projenin İlk Hali
- Hız 200 Km/Saat
- Hızlandırılmış Tren
- Hız 250 Km/Saat

Bu sürecin izlenmesi ülkemizdeki ulaştırma politikalarının hangi ilkelerle oluşturulduğunu da açıkça ortaya koyması bakımından bir ibret dersi niteliğindedir.

İsterseniz şimdi rasyonel bulunmayan 2.8 milyar \$'lık bir yatırımın (Ayaş Tüneli Projesinin) alternatifinin nereden nereye geldiğini birlikte inceleyelim.

Projenin İlk Hali:

576 Km.'lik mevcut Ankara-İstanbul koridorunun halihazırda yaklaşık %34'ü çift hatlı olup, koridorun tamamı sinyalli ve elektrikli. Hattın genelinde tek hat işletmeciliği yapılması, üst yapı malzemelerinin yıpranmış olması ve düşük geometrik standartlarla çalışma zorunluluğu hat üzerinde yapılabilecek azami hızı 120 km/saatle sınırlamakta ve bu da seyir süresini artırmaktadır.

Bu projede ülkenin yolcu potansiyelinin giderek arttığı ve demiryolu şebekemizin ana arteri olan Ankara-İstanbul koridorunda 160 Km'lik bir hıza imkan sağlanarak seyir süresinin azaltıldığı ve konforun yükseltildiği bir işletmecilik yapısına ulaşılması için yolun iyileştirilmesi hedeflenmiştir. Bu sayede seyahat süresi yeni alınacak tren setleri ile 4,5 saate düşürülecektir.

Proje kapsamında; Gebze-Esenkent arasındaki 491 Km'lik kesimde hattın 150 Km'sinin varyanta alınması, 65 Km. 2. hat yapımı, 60 Km'lik kesimde altyapı iyileştirilmesi, tüm güzergah boyunca üst yapı iyileştirilmesi ve elektro mekanik işlerinin yapılması planlanmıştır.

Projenin yaklaşık maliyeti 238 Milyon \$ olarak belirlenmiş ve 4 yılda tamamlanması öngörülmüştür.

Ancak zaman içerisinde sürat demiryolu projesinin de tasfiyesi göz önüne alınarak hız az bulunarak proje yeniden dizayn edilmiştir.

Hız 200 Km/Saat:

Bu haliyle ihale prosesi başlatılacaksa da 160 Km/Saat hiç kimseyi tatmin etmemiştir. Proje hızının 200 Km/saate çıkartılmasına karar verilir. Bu kapsamda mevcut hattın standardı yükseltilecek ve yanına 2. hat döşenecektir. Maliyetler dikkate alınarak inşaat çalışmalarının üç aşamada gerçekleştirilmesi planlanmıştır. Yeni şekliyle projenin maliyeti 1,4 milyar \$ olarak tahmin edilmektedir.

- İlk Aşama (Esenkent-Eskişehir 206 Km)
 - Proje Maliyeti: 402 Milyon \$
 - Getirisi: Seyahat süresini; Konvansiyonel trenlerle 7 saat 30 dakikadan, yeni çeken ve çekilen araçlar ile 4 saat 30 dakikaya indirecektir.
- İkinci Aşama (İnönü-Mekece 99 Km)
 - Proje Maliyeti: 550 Milyon \$
 - Getirisi: Seyahat süresini; yeni çeken ve çekilen araçlar ile 4 saate indirecektir.
- Üçüncü Aşama (Mekece-Köseköy 75 Km)
 - Proje Maliyeti: 450 Milyon \$

- Getirisi: Seyahat süresini; yeni çeken ve çekilen araçlar ile 3 saat 10 dakikaya indirecektir.

Projenin tamamlanmasından sonra konforlu ve güvenli bir seyahatin sağlanacağı parkurda; yük taşımacılığında halen 3,1 olan payımız %5'e, yolcu taşımacılığında %9,1 olan payımız ise %16,7'ye yükselecektir.

Bu sayede Ankara-Eskişehir arası 1.5 saat kısılacak, bu kısalma Ankara-Balıkesir ve Ankara-İzmir parkurlarındaki seyahat süresini de azaltacaktır.

İhaleye çıkılan 206 Km'lik Esenkent-Hasanbey kesiminde yapılacak işler şöyle özetlenebilir. 200 Km/saat hıza göre ihalesine çıkılan projede; 101 Km'lik kesimin yeni çift hat varyant olarak inşası, 90 Km. 2. hat yapımı, 63 Km. altyapı iyileştirilmesi, tüm güzergahta üst yapı yenilemesi ve elektro mekanik işlerinin yapılması öngörülmüştür.

Ayrıca tatbikat projelerinin inşaat işlerini alacak firmaca yapılması kararlaştırılmış ve ihaleye bu şekilde çıkmıştır.

İhaleye uluslararası düzeyde 6 konsorsiyum teklif vermiş ve Alsim-Alarko liderliğindeki İspanyol OHL firması ile oluşturulan konsorsiyum ihaleyi kazanmıştır.

Projenin I. etabını oluşturan 206 km 'lik Esenkent - Eskişehir kesiminin temeli 08.6.2003 tarihinde atılmıştır. Ve bu temel atma töreni esnasında projenin tamamının 5 Aralık 2005 tarihinde tamamlanacağı bizzat Başbakan tarafından açıklanır.

Hızlandırılmış Tren

Evet, hızlandırma için gerekli adımlar atılmıştır. Ancak 5 Aralık 2005'te tamamlanması planlanan çalışmalara kadar hız rüyası için hiçbir şey yapmadan beklenmeli midir?

Bir tel emriyle 15.12.2003-31.12.2003 tarihleri arasında Ankara-İstanbul arasında işletmeciliğin durdurulacağı ve 1 hafta süreyle Ankara-Eskişehir, 1 hafta süreyle de Eskişehir-İstanbul arasında yol yenileme çalışmaları yapılacağı ve tüm yol bakım ve yenileme araçlarının bu bölgeye sevk edilmesi emirlerdir.

Fikir daha önce kimsenin rüyasına bile giremeyecek kadar dahiyanedir. 15 günde bütün yolun bakımı tamamlanacak ve trenler birden hızlanacaktır.

Ancak çalışmalar başladıktan sonra 15 günde bu işin bitirilemeyeceği anlaşılmıştır. Tüm uyarılara rağmen Ankara-İstanbul arasının hızlandırılması kararlılığından asla vazgeçilmemiş ve çalışmalar tamamlanmıştır.

Ve büyük gün gelir...

Yakup Kadri Ekspresi 22.07.2004 tarihine kadar sürecek hız yolculuğuna başlar...

Pamukova sonrası düzenlenen raporlarda yapılan çalışmalar şöyle tarif edilmektedir.

“... Sonuç olarak 80 teknik eleman, 602 işçi ve 8 adet makine grubu ile aralıksız 5 (beş) ay süreyle çalışma yapılarak

- Makaslardaki geçişlerden 44 dakika
- Geniş kurp ile kapatılan hemzeminlerdeki geçişlerden 50 dakika
- Durulan istasyon sayısının azaltılmasından 6 dakika

Olmak üzere seyir süresinden toplam 100 dakika kazanılmış olmasına rağmen; seyir güvenliği bakımından bu kazanımın 75 dakikası Hızlandırılmış Tren'in seyir süresine yansıtılarak **diğer ekspreslerle 6 saat 30 dakika olan seyir süresi** 5 saat 15 dakikaya indirilmiştir..." (24 mühendisin TCDD yönetimine hazırlayıp sunduğu rapordan).

Evet milyarlarca €'luk yatırım kararları alınırken 7 saat 30 dakika olarak gösterilen seyir süresi meğer gerçekte 6 saat 30 dakika imiş...

Sonuç? Demiryolu tarihinin en büyük kazalarından biri ve 39 vatandaşımızın ölümü.

Hız 250 Km/Saat:

Her ne kadar firma 19.02.2004 tarihinde inşaat çalışmalarına başlamış da olsa; bu araya sıkıştırılan hızlandırılmış tren macerası unutturulmalıdır. Bu hız yeterli olamaz gerekçesi ile yakışan yapılmıştır ve buna göre hız 05.05.2005 tarihli Bakanlar Kurulu Kararı ile 250 Km/saate yükseltilir.

Bu da ilk anda akla bu süre içinde yapılan imalatlara ilişkin sorular getirmektedir.

Bir an için ihale prosedürleri dışında bir talimatla firmadan bu hız artırımına yönelik çalışma yapması istenmiş olabileceğini düşünsük bile bu kez de sözleşme gereği tatbikat projelerini inşaata başlamadan önce hazırlamak ve TCDD'ye onaylatmakla yükümlü firmanın yeni hıza göre tatbikat projelerini ne zaman revize ettiği sorusuyla karşı karşıya kalırız.

Acaba firma inşaat çalışmalarına avan projeler üzerinden mi başlamıştır? Zira hızın 200 Km/saat'ten 250 Km/saat'e çıkartılmasının ciddi dizayn değişikliklerini de beraberinde getireceği aşikardır.

Artık proje şöyle tarif edilmektedir.

Ülkemizin en büyük iki metropolü olan Ankara ve İstanbul arasında son teknolojiye uygun yüksek standartlı hızlı demiryolu yapılması suretiyle, bu hat üzerinde 250 km hız yapabilen "Hızlı Tren"ler ile konforlu ve güvenli bir yolculuk yapılarak seyahat süresinin 3 saate indirilmesi amaçlanmıştır.

Sözkonusu proje Ankara-İstanbul arasındaki seyahat süresini kısalttığı gibi Ankara-Eskişehir, Ankara-Afyon, Ankara-İzmir ve Ankara-Konya güzergahlarında da önemli ölçüde zaman tasarrufu sağlayacaktır.

Adı geçen Hızlı Tren Projesi Türk Demiryolları için bir başlangıç olup, Demiryollarımızda yeni bir çağ açacaktır. Söz konusu proje iki etap halinde değerlendirilmiştir.

ALSİM-ALARKO liderliğinde İspanyol OHL Firması ile oluşan konsorsiyum tarafından yapımına başlanılan I.etabın sözleşme bedeli + sigorta primi olmak üzere toplam 459 milyon EURO dur. Ancak, hızın 200 km/s den 250 km/s çıkması ve mevcut hattın korunması nedeniyle meydana gelen keşif artışları ile birlikte yaklaşık maliyet 629 milyon EURO olarak hesaplanmıştır.

Ve artık projenin I.Etabı olan Eskişehir – Esenkent arasının Eylül / 2006 sonu itibariyle bitirilmesi planlanmaktadır. Bu tarih 23 Nisan 2007, 29 Ekim 2007 olarak daha sonra iki kez revize edilmiştir.

Projenin 2.Etabı ise, Köseköy-Vezirhan (104 Km) ve Vezirhan-İnönü (54 Km) olmak üzere iki kesimde yapılacaktır. Hazine Müsteşarlığınca Uluslararası Kredili İhale izni 15.10.2004 tarihinde verilmiştir. 8 Ağustos 2005 tarihinde teklifler alınarak değerlendirilmiş ve 13.10.2005 tarihinde ihale kararı TCDD Yönetim Kurulunca onaylanmıştır. Ancak Kamu İhale Kurumuna yapılan itirazlar neticesinde, Kurum ihale dosyasını yeniden değerlendirilmek üzere TCDD'ye iade etmiştir. Halen değerlendirme çalışmaları devam etmektedir. Bu kesime ait Yüksel Proje tarafından hazırlanan tatbikat projelerinin 250 Km/saat hıza uygun olarak revizesi içinde ayrıca ihaleye çıkmıştır.

Bu bölümde ki çalışmaların da 2010 yılı başına kadar tamamlanacağı ön görülmektedir. Yani 2003 yılındaki temel atma töreninde Başbakan tarafından açıklanan Aralık 2005 tarihine sonradan 5 sene daha eklenerek.

Ankara-İstanbul Rehabilitasyon (Hızlı Tren) Projesinde Öne Çıkan Sorunlar

TCDD açısından uzun yıllar sonra geliştirilen bu projenin yeni bir döneme işaret ettiği söylenmekle birlikte; projeye biraz daha yakından bakıldığında, projenin önemli aksaklıklar taşıdığı gözlenmektedir.

Bu aksaklıklar:

- Yapılan fizibilite etütlerinde proje uygulanabilir bulunmamıştır. Bu nedenle fiyat arttıkça fizibilite etütleri yenilenmiş ve her defasında hedef yıla ilişkin yolculuk sayıları hızla arttırılmıştır. Yolculuk sayısı o denli arttırılmıştır ki başlangıçta hedef yıl 2010 için belirlenen 1,5 milyon kişilik taşınacak yolcu sayısı 2005 etüdünde yaklaşık 9,5 milyona çıkmıştır (Tablo 3). Bu taşıma miktarı Ankara-İstanbul arasındaki özel araçlar da dahil olmak üzere tüm modlarda oluşması beklenen yolculuk sayısının yaklaşık %80'ine tekabül etmektedir. Bunun anlamı projenin tamamlanması sonrasında demiryolu ile günde 25.000 yolcu taşınacağıdır ki bu durum tam doluluk oranında karşılıklı olarak her 22 dakikada bir tren işletilebilmesi ile mümkün olabilmektedir. Ancak; projenin fizibil çıkması için bu da yeterli olmamış hesaplamalarda kullanılan bilet ücreti de 8-10 \$'lardan 30 €'ya çıkartılmak zorunda kalmıştır.

Tablo 3 Fizibiliteler.

	2010 Yılı Hedef Yolcu Sayısı	Yatırım Tutarı	Bilet Ücreti	İskonto Oranı	Mali Analiz	Ekonomi k Analiz
1999 Etüdü	1.517.670	237,7 Milyon \$	4,4 YTL	%12	Fizibil Değil	Fizibil Değil
2001 Etüdü	2.529.450	437 Milyon €	12 YTL	%12	Fizibil Değil	Fizibil Değil
2005 Etüdü	9.495.512	1.433 Milyon €	30 Euro	%10	Fizibil	Fizibil

- Günlük 25.000 yolcu taşınması bir yana her yarım saatte bir tren işletileceği iddialarına bile paralel araç tedarik edilmediği (maksimum 419 kişi taşıyabilecek sadece 10 set dizinin siparişi açılmıştır) görülmektedir. Üstelik bu setlerin Ankara-Konya hızlı tren hattı içinde kullanılacağı öngörülmektedir.
- Projenin aslında Köseköy'e kadar oluşturulduğu ısrarla göz ardı edilerek kamuoyuna Ankara-İstanbul'muş gibi lanse edilmeye çalışılmış ve Köseköy-Haydarpaşa arasındaki yoğun tren trafiği, özellikle Gebze-Haydarpaşa arası Banliyö ve Adapazarı Bölgesel Trenleri nedeniyle bu bölümde yapılması gerekenler ve doğal olarak maliyetler proje kapsamı dışında tutulmuştur.
- II. etabın en önemli bölümünü oluşturan Mekece-Köseköy tüneli yüksek maliyetler nedeniyle proje kapsamından çıkartılmıştır.
- Eapta Polatlı Kuzey geçişi kaldırılmak zorunda kalınmış, aynı şekilde ayrıca ihale edilen Esenkent-Sincan arasında da parkur değiştirilerek mesafe uzatılmıştır.
- Öte yandan projenin dizayn süreci ve bu süreç içerisinde ve özellikle ihale sonrasında yapılan hız artırımları inşaatın teknik kalitesini de sorgulanır hale getirmiştir.
- Kurpların yarıçaplarına ilişkin; olarak proje hızının 200 Km/saat'ten 250 Km/saat'e çıkışında, her hangi bir değişiklik yapılmamış ve sorun dever artırımları ile çözümlenmiştir.
- Öte yandan yol altyapısındaki dolgular yeterince test edilmeden hızla üst yapı serilmeye başlanmış ve 29.10.2006 tarihini hedef alan iş programına göre üst yapı işlemlerinin önemli bir kısmı yoğun yaz sıcaklarına bırakılmıştır. Bir kez daha hatırlanmalıdır ki ısı çelik üzerinde daha yüksek derecelerde hissedilmektedir. Bu durumda mevsim değişimlerinde oluşan ısı farkları çelik üzerinde 100 derecelere ulaşmaktadır.
- Bunun açık anlamı bu iş planlaması ile fizibilitelerde ön görülemeyen yüksek işletme (özellikle bakım onarım anlamında) maliyetleri ve/veya yeni bir bedeldir.
- 2007 Nisan ayı içinde deneme seferlerine başlanmıştır. Deneme seferleri 3.2 milyon avroya kiralanan bir tren seti ile yapılmaktadır. Oysa hattın sinyalizasyonunun 2008 yılında tamamlanıp teslim edileceği TCDD belgelerinde mevcuttur. Hattın bir kısmının elektrifikasyonu yapılmamıştır. Bu bölümlerde

deneme trenini dizel lokomotifler çekmektedir. Böyle bir deneme seferi dünya demiryolu tarihinde ilktir. Üstelik deneme seferleri Esenkent-Hasanbey arasındadır.

Ana başlıklar halinde verilen bu sorunlar da göstermektedir ki sürat demiryolunun alternatifi olarak lanse edilmeye çalışılan bu proje ile varılacağı iddia edilen hedefler gerçekleştirilemeyecektir.

Genel Değerlendirme

Ulaştırma Sistemlerinin Tamamlayıcılığı İlkesi

Yüksek maliyetleri göz önüne alındığında ulaştırma sistemlerine yapılacak yatırımların bir makro planlamaya ihtiyaç gösterdikleri açıktır. Ancak ülkemizde halen bir ulaşım master planı olmaması çoğu kez yatırımları mükerrer hale getirmektedir.

Bu iki nokta arasındaki ulaşım probleminin optimum çözümü için olmazsa olmaz koşuldur. Yani her hangi bir iki nokta arasında bir ulaşım moduna yönelik ciddi bir yatırım söz konusu ise rasyonel düşünce bir başka mod ile yeni bir kapasite yaratılmasına yönelik olarak yapılacak yatırımın ancak ve ancak ilk çözümde oluşacak kapasite dar boğazına kadar ertelenmesini gerektirir.

Ülkemiz Ankara-İstanbul arasında ki ulaşım sorununun çözümüne yönelik kararını tartışılması gereken bir şekilde karayolu lehinde vermiş ve bu kararını da milyarlarca \$'lık yatırım ile realize etmiş ve etmeye de devam etmektedir.

Ancak maalesef otoyol yapımına yönelik bu yatırım artık geriye dönülemez bir noktaya gelmiştir. Bu anlamda yaratılan bu kapasite kullanılmadan estirilmeye çalışılan hızlı tren rüzgarı makro açıdan yanlış bir karardır.

Yüksek Hızlı Tren Hatlarının Dizaynı

Bu çerçevede bir yüksek hızlı tren hattının oluşumuna yönelik bilimsel gerçeklere dayanan Dünya örneğinin irdelenmesi bu ana kadar anlatılmış olan Ankara-İstanbul hattına ilişkin veriler hakkında daha sağlıklı bir fikir edinmemize yardımcı olacaktır.

Ulaştırma yatırımlarına ilişkin karar alma süreci; öncelikli olarak dar boğazın olduğu hat kesimi için en uygun modun seçimine yönelik etüdlerle başlar. Demiryoluna yönelik bir tercihin olgunlaşması sonrasında işletilen süreç şöyle özetlenebilir.

Öngörülen Minimum Süreler

Alternatiflerin Oluşturulması

Alternatifli olarak (Konvansiyonel, Hızlı, Yüksek Hızlı) proje karakteristiklerinin belirlenmesi ve Mevcut yapı (Mevcut konvansiyonel yolcu trenleri, mevcut yük operasyonları ile birlikte) ile ulaşılması düşünülen yapı arasındaki etkileşimlerin ortaya konulması

Etkileşim Etüdü

Her alternatif için mevcut yapıda yapılması gereken çalışmaların belirlenmesi

Pazar Etüdü:	Alternatif ulaştırma modları ve alternatiflere (Konvansiyonel, Hızlı, Yüksek Hızlı) göre mevcut yapıda ki taleplere ilişkin oluşabilecek değişimleri de dikkate alarak pazar analizinin yapılması
Etüdlere Değerlendirilmesi:	Projenin karakteristiklerinin belirlenmesi
Avan Projelerin Hazırlanması	6 Ay
Fizibilite Etüdü	Fizibil çıkmalıdır
Finans Kaynaklarının Belirlenmesi	Finans modellemesi dahil
Tatbikat Projelerinin Hazırlanması	1 Yıl
Fizibilitenin Revizesi	Tatbikat Projesi Sonucunda Belirlenecek Yapım Maliyetlerine Göre Projenin Yeniden Değerlendirilmesi
İnşaat İhalesi ve İlgili Süreçler	Tekliflerin toplanması, değerlendirilmesi, sözleşme yapılması
İnşaat Süreci	2-3 Yıl
Hattaki Sorunların Tespitine Yönelik Test Sürüşleri	6 Ay
Kesin Kabelle Kadar Süreç	1 Yıl
İşletmeye Almaya Kadar Geçen Toplam Süre	6-10 Yıl

MARMARAY Projesi

Bu arada sessiz ve derinden başka bir proje (yaklaşık 30 senelik bir proje) Marmaray Projesi yürütölmektedir. Marmaray projesinin bitimiyle beraber Gebze-Söğütlüçeşme arası 3 hat olacak. Bunun iki hattı banliyö trenleri için ayrılacak, diğer tek hat ise TCDD'nin işleteceği trenler için kullanılacaktır. 2 hatlı olarak dizayn edilen boğaz tüp geçişi de özellikle demiryolu araçlarının geçişlerin de ciddi dar boğazlara neden olacaktır. Gündüz trafiği kentiçi ulaşım önceliğinde yürütöleceğinden, Demiryolu araçları için ancak gece 2 saatlik bir zaman dilimi ayrılabilir dolayısıyla yolcu tren geçişleri imkansız hale gelecektir.

Bu günkü işletmecilikle banliyöler dışında 22 çift anahat yolcu treni, 22 çift Adapazarı treni ve 12 çift yük treni çalıştırmaktadır. Yani diğer bir deyişle banliyö trenleri dışında gidiş-geliş toplam 54 tren. Yürütölmekte olan hızlı tren projesinin bitmesi ile Ankara-İstanbul arasında minimum saat başi tren çalıştırılacağı (ki fizibiliteye göre 22 dakikada bir) varsayılırsa, hızlı tren projesinin bitmesiyle beraber bu hattaki tren sayısı 50 çifte yani 100 trene çıkacaktır. şu anda 6 adet Gar içi peron ve yolla 50 civarındaki trenin uygun trafiğini sağlamak çok büyük sorun iken Söğütlüçeşme'den sol tarafa uzatılacak tek hatla 100 civarındaki trenin trafiğinin nasıl sağlanacağı belli değildir. Ve bu soruya hiç kimse cevap verememektedir. Aslında cevapta bellidir. Buna göre Gebze'den sonra tren çalışmayacaktır.

Yük trenleri ve taşınacak yük miktarlarıyla ilgili de ciddi anlamda hiçbir çalışma ve öngörü bulunmamaktadır. Özellikle taşımın yoğun olduğu Köseköy ve Halkalı'da önemli ölçüde gelir kayıpları yaşanacağı aşıkardır.

Tüm bu olumsuzlukların işaret ettiği üzere Ankara-İstanbul Hızlı Demiryolu Projesi her noktası ile ölü doğmuş ve her noktasında zaafiyetler taşıyan bir proje kimliği göstermektedir. Proje her şeyden önce proje hızının ve diğer kriterlerin belirlenmesinde kendini gösteren amaç belirsizliğini içinde taşımaktadır. Ve açıktır ki amacın olmadığı yerde yönetim de yoktur.

Sonuç olarak bu bilgiler ışığında görülecektir ki sürdürülen hızlı tren projesi açıklanan amaçların çok uzağında bir yerdedir. Üstelik projeye ilişkin ne maliyetler ne de süre ilk açıklananlar ve sonradan revize edilen rakam ve tarihlere uygun sürmemiştir. Ne zaman ve ne kadara malolacağı belli değildir. Hızlı tren depo ve garlarının yapımı için daha hiçbir hazırlık yoktur.

Ulaştırma Ana Planı Stratejisinin de işaret ettiği gibi Sincan-Esenkent ve Esenkent-Hasanbey arası ihale edilmiş ve çalışmalar belli bir noktaya gelmiştir. Dolayısıyla zararın neresinden dönülse kardır. Bundan sonraki etap ve bölümler iptal edilmeli ve Ankara-İstanbul arası hızlı tren hattı inşa edilecekse daha kısa bir güzergah ve daha düşük maliyetli bir proje seçilmelidir. Ve hepsinden önemlisi TCDD'nin ihtiyacının 250 km hıza göre hat yapımından daha çok bütün hatlarının rehabilitasyonu ve yenilemesi olduğunun kabul edilmesi gerekmektedir. Ancak bu yenileme yapıldıktan ve ortalama hız 100 km civarına yükseltildikten sonra hızlı tren hatları bir anlam taşıyacaktır.

Sosyal Fayda “?” Ekonomik Maliyet

a) “<” b) “=” c) “>”

Süleyman Özkan Kayagil

Bağlarbaşı Mahallesi Ali Arıcan Caddesi Öğretmenler Sitesi B Blok Daire: 5

Darıca/Gebze/Kocaeli

Tel: 0262 745 0312

E-Posta: s_kayagil@yahoo.com.tr

Öz

Yapılan bu çalışma; hafif raylı sistemlerin yüksek maliyetlerinden dolayı bazı uygulamalarının gereklilik arz edip etmediği tartışmalarından yola çıkarak spesifik bir örnek üzerinden tartışmalara bir yorum getirebilmek için ESTRAM(Eskişehir tramvay) sistemini, hafif raylı sistemler içindeki konumunu, ekonomik yapısını ve kurulum amaçlarına ulaşma durumunu incelemiştir. Söz konusu incelemeleri baz alıp, iktisat terminolojisindeki ürün seçiminde maksimum fayda sağlayan ürünü seçmek için baş vurulan alternatif maliyet kuramını kullanarak sosyal fayda-ekonomik maliyet denkleminde çözüme giden çalışma; sistemin gereklilik arz edip etmediği konusunda bir sonuca varmıştır. Çalışmanın ulaştığı en önemli sonuç ise ulaşım alanındaki sorunları hafif raylı sistemler ile çözmek isteyen şehir planlamacılarına ele alınan örnek üzerinden nasıl bir yol izlemeleri konusunda ipuçları verecek olmasıdır.

Anahtar sözcükler: Sosyal fayda, Ekonomik maliyet, Alternatif maliyet, Cadde Tramvayı

Giriş

Nüfus artışı ve kent yaşamının gelişmesi, beraberinde nüfus yoğunluğunu artırmış ve bir çok sorunda olduğu gibi kendisini ulaşım alanında da hissettirmiştir. Özellikle gelişimini belirli bir plana bağlamadan gerçekleştiren şehirlerde ulaşımında bir düzene bağlanamaması nedeni ile “trafik sıkışıklığı, çevre kirliliği, pahalı enerji kullanımı” gibi sorunlar ortaya çıkmıştır.

Bu sorunlara bir çözüm önerisi olarak sunulan “hafif raylı sistemlerin” yüksek ekonomik maliyetler içermesine rağmen söz konusu sorunların çözülebilirliğinde oldukça etkin bir rol olarak gösterilmesi oldukça ilgi uyandırmaktadır.

Günümüzde bu uygulamaların bazı olumsuz örneklerine rastlandığı ve bazı uygulamalarının gereklilik arz edip etmediği tartışmalarından yola çıkarak “2004 Dünya Hafif raylı sistemler” ödülü alan ESTRAM(Eskişehir tramvay) sistemini detaylı olarak incelemek ve değerlendirmek söz konusu husus hakkında aydınlatıcı olacaktır.

Bu çalışma yapılırken öncelikle sistemin kurulum amaçları belirlenecek ve sosyal fayda olarak adlandırılacak, ardından sistem maliyetleri ve finansmanı hakkında bilgi verilecek, başlangıçtaki amaçlara ulaşma başarısı tartışılacak ve inceleme bitirilecektir. Değerlendirme hususunda ise aynı sistem maliyetleri ile karşılanabilecek alternatif ulaşım sistemleri tartışılacak ve ESTRAM sisteminin ulaştığı başarıya ulaşım ulaşamayacağı anlaşılacaktır.

Böylelikle ESTRAM sistemini var edebilmek için katlanılan ekonomik maliyetlerin ulaştığı sosyal faydanın tatmin edici olup olmadığı anlaşılacaktır.

Ayrıca bu çalışma; çözümlenmenin sonuçları doğrultusunda, ESTRAM sisteminin hafif raylı sistemler içindeki konumu hakkında bilgi vermesi ve bu doğrultuda ulaşım alanındaki sorunları hafif raylı sistemler ile çözmek isteyen şehir planlamacılarına destek vermiş olacaktır.

Çalışmanın bilimselliği hakkında bazı konulara açıklık getirmek durumdayız. Çözümlenmelerde kullanılması gereken bazı verilere ESTRAM İşletme Müdürlüğü'nün gizlilik esasına dayanarak sınırlama getirmiş bulunmaktayız. Aynı şekilde kullanılan bazı verilerin söz konusu işletme tarafından sağlandığı ve dolayısı ile aksi ispatlanan verilerin sorumluluğu da söz konusu işletmeye ait olduğunu belirtmeliyiz. Ayrıca Çözüm için kullanılan alternatif ulaşım sistemlerin tüm hususları(fizibilite çalışmaları) ile belirlenmesi bu çalışmanın sınırlarını aşacağından bu sistemlere ancak mantıksal açıdan bakma zorunluluğunu getirmiştir.

Estram Sisteminin Kuruluş Amaçları

Estram sisteminin kuruluş amaçları; Eskişehir Belediyesinin İTÜ ile hazırlamış olduğu ulaşırma ana planına paralellik izler. İşte bu sebepten öncelikle bu planı incelemekte yarar gözükmektedir. Büyükşehir belediyesinin 12.11.2003 gün ve 14/96 sayılı kararı ile onayladığı ulaşırma ana planı,

- Sürdürülebilir bir ulaşırma sistemi gerçekleştirmek üzere, kentin gelişme planına uyumlu ve çevreye olumsuz etkileri en aza indirilmiş, çağdaş bir ulaşırma alt yapısını aşamalı olarak uygulamaya sokmak.
- Toplu taşıma sisteminin erişebilirliğini ve hizmet düzeyini yükselterek, toplam yolculuklar içindeki payını artırmak ve bu artışın süreklilik göstermesini sağlamak
- Yaya ve bisiklet ulaşımını gerçekleştirmek ve özellikle otomobil kullanımını azaltmak
- Ulaşırmanın akılcı ve ekonomik biçimde yönetimi ve koordinasyonu için gerekli kurumsal yapının ana çizgilerini ortaya koymak

Şeklinde belirlenmiştir.(Büyükerşen Y., Enbatan E. ve S. S. Efelerli (2004) Kentiçi hafif raylı toplu taşıma sistemleri: Eskişehir örneği-Estram. EİMO bildiriler kitabı, s. 172.

Yukarıda şartları belirlenen ulaşırma ana planının içinde Estram önemli bir yere sahiptir. Özellikle “toplu taşıma sisteminin toplam yolculuklar içindeki payını artırmak, şehir merkezinde otomobil kullanımını azaltarak çevre kirliliğini önlemek ve pahalı enerji kullanımını azaltmak” gibi sorunların çözülmesinde bu sisteme önemli görevler yüklenmiştir.

Söz konusu sorunları çözebilmek için; Estram, şehrin insan yoğunluğunun fazla olduğu yerler ile merkez bağlantısını yapabilmek ve şehir merkezi ulaşımını sağlamak üzere düşünülmüştür.

Estram'ın kuruluş amaçlarını belirttikten sonra artık bu amaçlar içinden sosyal faydayı “çevre kirliliğinin azalması ve merkezdeki trafik sıkışıklığının önlenmesi” olarak belirleyebiliriz.

Estram sistemi, Eskişehir ilinin beşeri özellikleri nedeni ile taşra-merkez bağlantısı yapan sistemlerden ayrılarak insan yoğunluğu-merkez bağlantısı amacını taşıyıp Avrupa'nın bazı şehirlerindeki ana hat-merkez bağlantısı yapan “Cadde Tramvayı” sisteminin geliştirilmiş ve mevcut koşullara uyarlanmış bir şekli olarak hafif raylı sistemler içinde bu şekilde bir konum almıştır.

Estram Sistemi Maliyet Yapısı

Hafif raylı sistemler, genel ulaştırma sistemi içerisinde kuşkusuz en maliyetli yatırımlardır. Gerek kuruluş gerekse işletme maliyetleri olsun eğer sistem istenilen başarıya ulaşmıyorsa gerçekten şehir için büyük bir ekonomik kayıp anlamına gelmektedir. Bu sebepten dolayı hafif raylı sistemlerin maliyetleri ve getirileri iyi hesaplanmalı ve iyi planlanmalıdır.

Ele aldığımız örnek açısından maliyet yapısını inceleyecek olursak, “inşaat işleri, hafif raylı sistem araçları, elektrik ve mekanik işler toplamı, zemin etütleri, geoteknik ölçümler ve değerlendirilmesi ve mühendislik hizmetleri olarak birkaç gruba ayırabiliriz. Söz konusu işletin maliyetlerine göz atacak olursak; .(Büyükerşen Y., Enbatan E. ve S. S. Efelerli (2004) Kentiçi hafif raylı toplu taşıma sistemleri: Eskişehir örneği-Estram. EİMO bildiriler kitabı, s. 173

Tablo 1 Toplam bedel

İnşaat işleri toplamı	39.863.605,22\$
Hafif raylı sistem araçları, elektrik ve mekanik işler toplamı	77.813.174,80\$
Zemin etütleri, geo teknik ölçümler ve değerlendirilmesi	73.624,49\$
Mühendislik hizmetleri toplamı	1.911.186,18\$
Toplam bedel	119.661.590,69\$

Yukarıdaki gibi şekillenmiştir. Belirtilen proje bedeli finansmanı ise aşağıdaki finans kuruluşlarından yüne aşağıda belirtilen tutarlarda kredi finansmanı ile sağlandığı Estram işletme müdürlüğünce belirtilmiştir. .(Büyükerşen Y., Enbatan E. ve S. S. Efelerli (2004) Kentiçi hafif raylı toplu taşıma sistemleri: Eskişehir örneği-Estram. EİMO bildiriler kitabı, s. 172.

Tablo 2 Kredi alınan kurumlar

ABN AMRO Bank NV	32.200.000,00\$
Nordic Investment Bank	25.000.000,00\$
European Investment Bank	67.979.146,00\$
toplam kredi	125.179.149,00\$

Alınan kredilerin geri ödenebilmesi ve projenin yürütülebilmesi konuları hakkında ise Estram işletme müdürlüğünden yetkililer ile yapılan görüşmelerde 2010 yılı hedefi olan 28 milyon yolcuya 2006 itibarı ile ulaşılmış ve 22 trilyon YTL ciro elde edilerek söz konusu konular hakkında bir sorun olmadığı açıklanmıştır.

Estram Sistemi Amaca Ulaşma Başarısı

İlgili bölümde, söz konusu sistemin kuruluş amaçlarını belirtmiştik. Özellikle “ toplu taşıma sisteminin toplam yolculuklar içindeki payını artırarak merkezdeki tekerlekli araç kullanımı azaltmak dolayısı ile trafik sıkışıklığını ve çevre kirliliğini önlemek” olduğunu belirtmiştik

Söz konusu amaçları gerçekleştirebilmek için hangi yolun izlendiği sorusunun cevabını; sistemin güzergah düzenlemelerinden çıkartmak mümkün olmaktadır.

Biraz önce belirttiğimiz gibi temel amaç insanları toplu taşıma sisteminin içine çekmek idi. Bunu gerçekleştirebilmek için sistemin, diğer ulaşım sistemlerine göre insanlara daha cazip ve daha elverişli koşullar sunması gereği kaçınılmaz olduğunu biliyoruz.

Bu temel nokta üzerinden yola çıkan sistem planlayıcısı, insanlara şehir merkezinden şehrin tüm kilit noktalarına gitme imkanı sunmuştur. Bu kişilere imkan sunma yanında, bu kilit noktaları aynı zamanda şehrin insan yoğunluğu bakımından en yoğun noktalar olması sistemin anahtar pozisyonunu ortaya koymasından önemlidir.

Sistem güzergahı , şehrin beşeri yapısı gereği ; Otogar-Sosyal Sigortalar Kurumu Hastanesi-Devlet Hastanesi-Anadolu Üniversitesi-Osmangazi Üniversitesi, gibi insan yoğunluğunun bulunduğu noktalar üzerinden düzenlenerek ve tüm bu noktaların merkez bağlantısı yapılarak, insanları sistemi kullanma açısından günde ortalama 75.000 - 80.000 kişiye ulaşarak cezp etmiş dolayısı ile tekerlekli araç kullanımını engelleyerek, trafik kirliliğini ve çevre kirliliğini bu yolla çözüme kavuşturmuştur.

Sistemin Alternatif Maliyeti Ve Sistem İle Karşılaştırılması

İktisat terminolojisindeki alternatif maliyet kuramı, “ Bir ürünü üretmek için vazgeçilmek zorunda kalan alternatif malın üretimidir”(Parasız İ. (1995) iktisada giriş . 4. Baskı Ezgi Kitapevi yayınları). Şeklinde yer almaktadır. Bu kuramın iktisat terminolojisindeki var olma nedeni ise kıt kaynaklar nedeni ile toplam faydayı mevcut koşullar altında maksimum duruma getirecek ürün seçiminde rasyonel bireye yardımcı olmaktır.

Önceki bölümlerde, söz konusu sistem maliyetlerinin yüksek olduğunu belirtmiş idik. Sistemin istenilen başarıya ulaşamama durumunda şehir ekonomisi için ne denli büyük bir kayıp olacağı, rasyonellik bakımından bir seçim sorununu ortaya çıkaracaktır. Bu sorunu çözümlenebilmek için biraz önce açıkladığımız “alternatif maliyet” kuramını bu konu üzerinde uygulamak seçim sorununu çözümlenmek açısından devreye sokabiliriz.

Bu noktada şehrin ekonomik durumunu kıt kaynaklar, toplam faydayı sistemin ulaştığı başarı durumu, seçilen ürünü ESTRAM ulaştırma sistemi, alternatif maliyeti ise (seçiminden vazgeçilen diğer ulaşım araçları) olarak adlandırıp bir çözüm gerçekleştirebiliriz.

Bir önceki bölümde sistemin ulaştığı başarı durumunu açıklamış idik. Burada merkezdeki tekerlekli araç kullanımının engellenmesinden dolayı sağlanan trafik sıkışıklığı ve çevre kirliliğinin önlenmesi mantığı yattığı için, alternatif ulaşım sisteminden tekerlekli araçlarla sağlanan sistemleri çıkartmak durumundayız.

Dolayısı ile sistem maliyetleri ile karşılanacak başka türlü sistemler bulunmayışından dolayı sistem, mevcut koşullarda optimal faydayı sağlamış durumdadır.

Sonuç

En önemlisi; tüm bu açıklamalarımızdan ortaya çıkan sonuç, söz konusu sistemin bilinen hafif raylı sistemlerden farklılık göstererek “cadde tramvayı”nın biraz daha geliştirilmiş ve mevcut koşullara uyarlanmış şeklidir. Durumun böyle olması Bursa ve bazı şehirlerimizde uygulanan sistemlerden mali açıdan büyük avantajlar sağlamış ve amaç bakımından ayrılmıştır.

Bu farklılık kendisini hafif raylı sistemlerden beklenen taşra-merkez bağlantısının aksine insan yoğunluğu-merkez bağlantısını, bazı Avrupa şehirlerinde olan ana raylı sistem-merkez bağlantısı yapan raylı sistemlerin bir benzeri olarak uygulamıştır. Dolayısı ile söz konusu sistemin hafif raylı sistemlerden beklenen, düşük gelirli vatandaşlara fiyat avantajı sağlama hususunu göz ardı etmiş olmasını anlayışla karşılayabiliriz.

Ayrıca merkezdeki araç yoğunluğunu önleyerek, trafik kazaları veya insanların daha geniş hareket alanı bulması sorununu çözmesi sistemin artı taraflarındandır. Sistem çalışmanın temel problemi olan ekonomik maliyet-sosyal fayda problemini çözümlendiğimiz üzere sosyal fayda lehine çözmüş bulunmaktadır.

Bu noktada ulaşım sorununun çözülmesi için şehir planlamacılarının öncelikle söz konusu sorunun nereden kaynaklandığını bulmaları ve planların bu doğrultuda yapılması gerekliliğini belirtmeliyiz. İncelenen bu sistemde açıkladığımız gibi merkezdeki trafik sıkışıklığının ve hava kirliliğinin nedeni insanların mesafe tanımaksızın şehrin belirli yerlerine gidebilmek için otomobil kullanımının fazla olması idi. Sorunun bu olduğunu kavrayabilen planlamacılar insanları otomobil kullanmak yerine toplu taşıma sistemine çekerek önemli bir sorunun üstesinden gelmişlerdir.

Teşekkür Bu çalışmaya verdiği destekten dolayı Sayın Yard. Doç. Dr. H. Naci Bayraç'a ve Estram işletme yetkililerine teşekkürleri bir borç biliriz.

Kaynaklar

Büyükerşen Y., Enbatan E. ve S. S. Efelerli (2004) Kentiçi hafif raylı toplu taşıma sistemleri: Eskişehir örneği-Estram. EİMO bildiriler kitabı, s. 173

Parasız İ. (1995)iktisada giriş . 4. Baskı Ezgi Kitapevi yayınları). s. 19

Uzun Kaynaklı Demiryollarında Karşılaşılan Yanal Stabilite Sorunları

N. Sevgi Yalçın

Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ulaştırma
Anabilim Dalı, 34349, Beşiktaş, İstanbul
Tel: +90 212 259 70 70/2703,
Faks: +90 212 236 41 77
E-posta: nsyalcin@yildiz.edu.tr

Aydın Erel

Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ulaştırma
Anabilim Dalı, 34349, Beşiktaş, İstanbul
Tel: 0212 259 70 70/2330,
Faks: +90 212 236 41 77,
E-posta: erel@yildiz.edu.tr

F. Burak Yazıcıoğlu

Sigma International A.Ş., Kadıköy, İstanbul, Türkiye
Tel: +90 212 269 79 10, Faks: +90 212 269 79 12E-posta: fevzi25@gmail.com

Öz

Günümüzde raylı sistem tasarımı ve uygulamalarında, cebire ile eklenmiş raylar yerine uzun kaynaklı rayların kullanılması oldukça yaygınlaşmıştır. Bu uygulama, rayların ek yerlerinde oluşan dinamik etkileri, taşıt-yol bakım masraflarını ve gürültü oluşumunu azaltmasına karşın, raylardaki ısıl genleşme olanağını kısıtlaması nedeniyle, yol çerçevesinde yanal yönde oluşan gerilmeleri arttırmakta ve yolun yanal stabilitesinin bozulması, yolun burkulmasına ve kazalara neden olabilmektedir. Kaynaklı ray uygulamasının yaygınlaşmasına ek olarak, günümüzde işletme hızı ve dingil yüklerindeki artış da dinamik etkileri ve burkulma olasılığını arttırmaktadır. Ülkemizde kentçi ve kentlerarası demiryollarında uzun kaynaklı raylar kullanılmakta, ancak bu konuda yeterli veri ve bilgi birikimi bulunmamasından ötürü sorunlarla karşılaşmaktadır. Örneğin, son birkaç yıl içinde ülkemizdeki demiryolu hatlarında yanal stabilite bozulmasından kaynaklanan yol hataları ve kazalar meydana gelmiştir. Bunların en önemli nedenleri ise, yol yapım ve bakım aşamalarında raydaki sıcaklık farklılıklarına ve yolun yanal kayma direncine gerekli önemin verilmemesidir. Sonuç olarak günümüzdeki gelişmeler doğrultusunda, demiryollarımızda dünya standartlarına ulaşabilmek, olası problemleri ve etkilerini minimuma indirmek ve sistemden en iyi şekilde verim sağlayabilmek adına, mevcut ve yapılması öngörülen demiryolu hatlarında tasarım safhasında kapsamlı şekilde yanal stabilite analizlerinin yapılması bir zorunluluktur. Bu bildiride raylı sistemlerde yanal stabilite konusu ele alınmış, bu konuda dünyada ulaşılmış olan bilimsel bilgi birikiminin ışığında, demiryolu tasarımı için gerekli olan yanal stabilite analizleri için kullanılabilir modeller ve çözüm teknikleri incelenerek öneriler sunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Yanal stabilite, burkulma, kritik sıcaklık artışı, kritik eksenel basınç kuvveti, yanal kayma direnci (YKD).

Giriş

1937’de Delaware ve Hudson’un Amerika’da ilk kez sürekli kaynaklı demiryolunu inşaa etmesi ile demiryollarında cebireli bağlantı yerine, sürekli kaynak uygulaması yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Geleneksel demiryollarında cebireli bağlantı, yoldaki sıcaklık artışlarından kaynaklanan genişlemelere izin vererek, yüksek sıcaklıklarda eksenel basınç kuvvetlerinin oluşumunu önlemekte ve yolun burkulma riskini azaltmaktadır. Ancak cebireli demiryollarında, tren geçişleri sonucu oluşan yüksek dinamik yüklemeler, yol düşey geometrisinde hızlı şekilde bozulmalara, ray mantarının plastik deformasyonuna, ray kırılmalarına ve traversler ile bağlantı elemanlarının hasarına yol açmaktadır. Taşıt hızlarındaki artış sonucu bu olumsuz etkiler de artmaktadır. Dolayısıyla yol bakım ve onarım maliyetleri de artmaktadır. Diğer taraftan, uzun kaynaklı demiryollarında ise yüksek işletim hızları sonucu oluşan bu gibi olumsuz etkilerin önüne geçilebilmektedir. Ancak sürekli kaynak uygulaması ile yolun genişmesinin kısıtlandığı uzun kaynaklı demiryollarında, raylardaki ısıl genişme olanağı kısıtlandığından, yol çerçevesinde yanal yöndeki zorlanmalar artmakta ve yolun yanal stabilitesinin bozulması ve kazalara neden olabilmektedir. Dolayısıyla uzun kaynaklı demiryollarında yanal stabilite analizlerinin hassas bir şekilde yapılması gerekmektedir. Bu nedenle, yanal stabilite konusunda karşılaşılan problemleri en aza indirmek adına bu konuda günümüze kadar birçok çalışma yapılmıştır. Bu bildiride, uzun kaynaklı demiryollarında yanal stabilite analizleri için Meier, Nemesdy ve Esveld’in önermiş olduğu çözüm metodları kullanılarak, her bir yöntem için elde edilen sonuçlar grafiklerle gösterilmiş ve yorumlanmıştır.

Demiryolu Yapısının Zorlanması ve Burkulma Olayı

Uzun kaynaklı rayların kullanıldığı demiryolu üstyapısında yanal stabiliteyi zorlayan etkiler ve bu etkilere karşı yol bileşenlerinin oluşturduğu dirençler Tablo 1’de verilmiştir. Tablo 2’de ise üstyapı elemanlarının yanal stabilitede etkili özellikleri verilmiştir.

Tablo 1 Yanal stabilite konusunda söz sahibi etkiler ve dirençler.

DOĞRULTU	ETKİLER	DİRENÇLER
DÜŞEY	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Dingil yükleri etkisinde yolun düşey kalkması<input type="checkbox"/> Taşıtların oluşturdukları titreşimler<input type="checkbox"/> Bakım sırasında yolun gevşemesi	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Üst ve altyapının rijitliği<input type="checkbox"/> Üst ve altyapının esnekliği
BOYUNA	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Ray genişleme kuvvetleri<input type="checkbox"/> Hızlanma-frenleme kuvvetleri<input type="checkbox"/> Buden-bandaj sürtünmeleri<input type="checkbox"/> Doğrultu bozuklukları	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Cebire direnci<input type="checkbox"/> Ray-travers (bağlantı) direnci<input type="checkbox"/> Travers-Balast boyuna kayma direnci
YANAL	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Lase kuvvetleri<input type="checkbox"/> Kurbalardaki kılavuzlama kuvvetleri<input type="checkbox"/> Kurbalardaki dengelenmemiş yanal kuvvetler	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Rayın eğilme rijitliği<input type="checkbox"/> Ray -travers dönme (bağlantı) direnci<input type="checkbox"/> Travers-balast yanal kayma direnci

Tablo 2 Üstyapı elemanlarının yanal stabilitede etkili özellikleri.

ELEMANLAR	ÖZELLİKLERİ
RAY	<input type="checkbox"/> Boyutu <input type="checkbox"/> Sıcaklık değişimi <input type="checkbox"/> Uzunluğu <input type="checkbox"/> Mevcut bağlantı koşulları
TRAVERS	<input type="checkbox"/> Tipi <input type="checkbox"/> Boyutu <input type="checkbox"/> Ağırlığı <input type="checkbox"/> Travers tabanının pürüzlülüğü <input type="checkbox"/> Mesnet levhası özellikleri
BAĞLANTI ELEMANI	<input type="checkbox"/> Tipi (direkt, indirekt, elastik, rijit) <input type="checkbox"/> Hata oranı
BALAST	<input type="checkbox"/> Omuz genişliği ve yüksekliği <input type="checkbox"/> Kalınlığı <input type="checkbox"/> Sıklığı <input type="checkbox"/> Malzemesi
GENEL	<input type="checkbox"/> Doğrultu hataları

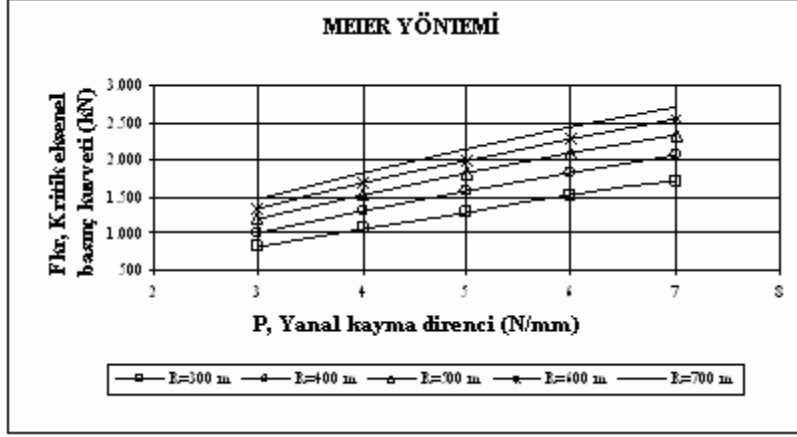
Yanal Stabilite Analizinde Kullanılan Yöntemler ve Analiz Sonuçları

Bu çalışmada yanal stabilite analizleri için Meier, Nemesdy ve Esveld'in önermiş olduğu yöntemler kullanılmış ve çeşitli yol özellikleri için (yoldaki hata oranı, kurp yarıçapı, ray tipi) yanal kayma direnci (YKD)-kritik eksenel basınç kuvveti değişimi ve yanal kayma direnci (YKD)-kritik sıcaklık farkı değişimi grafiklerle gösterilmiş ve yorumlanmıştır.

Meier, yol çerçevesinin sabit bir atalet momentine sahip bir sürtünme mekanizması olduğunu kabul ederek yanal stabilite analizlerinde enerji yöntemlerini kullanmıştır. Farklı burkulma şekilleri olmasına karşın Meier, yanal stabilite analizlerinde en genel burkulma formu olan, sinüs eğrisi biçimindeki tek çeşit yol hatasını (Şekil 1) dikkate almıştır (Eisenmann, 1988). Meier, yanal stabilite analizlerinde yolun eğilme rijitliğini bir bütün olarak ele almış ve bağlantı elemanlarının stabiliteye etkisini rayların rijitliğini artırarak hesaplamalara dahil etmiştir. Ayrıca, yanal kayma direncinin sabit olduğunu varsaymıştır. Gerçekte ise yolun yanal kayma direnci, gerek altyapı gerekse üstyapı özelliklerine göre değişimler gösterebilmektedir.

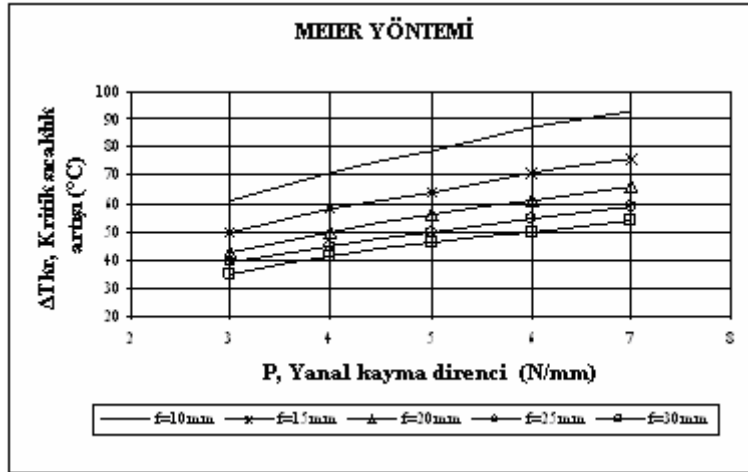
Nemesdy, çeşitli yol hatası formları için (A, B, C ve D hata formları) enerji yöntemlerini kullanarak, yanal stabilite konusunda çalışmalar sunmuştur (Führer, 1979). Bu çalışmada Nemesdy Yöntemi ile yapılan analizler için B hata formu kullanılmıştır (Şekil 1). Nemesdy, yanal stabilite analizinde Meier Yöntemi'nden farklı olarak, bağlantı elemanlarının dönme direncini rayların eğilme rijitliği değerinden bağımsız bir şekilde dikkate almıştır. Ayrıca yanal kayma direncini değişken olarak ele almıştır.

Esveld de, Meier ve Nemesdy gibi yanal stabilite analizlerinde enerji yöntemlerini kullanmıştır. Esveld, hatasız yolda yanal kayma direncinin değişken olması ve hatalı yolda yanal kayma direncinin sabit olması durumları için stabilite analizlerini iki farklı durumda ele almıştır. Birinci durum için burkulmanın devamlı sinüs eğrisi biçiminde gerçekleştiği varsayılmıştır. Kiriş olarak modellenen yol yapısı, eksenel basınç kuvveti ile yüklenmiş ve



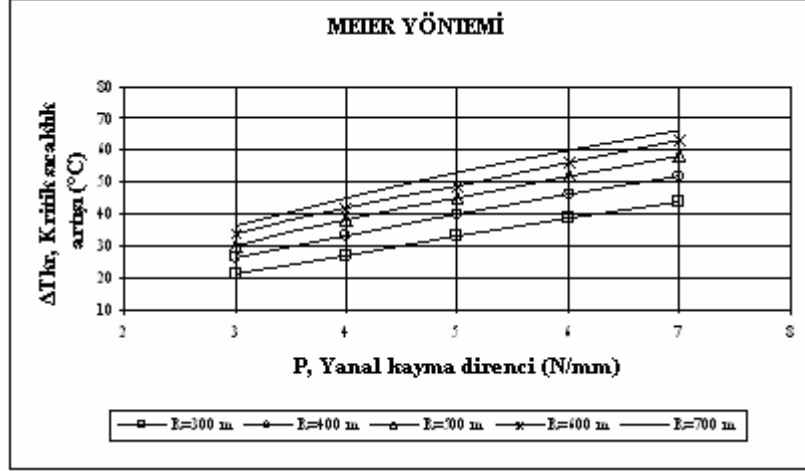
Şekil 3 Kurp yarıçapının, YKD ve kritik eksenel basınç kuvvetine etkisi (Yazıcıoğlu, 2006).

Şekil 3'te çeşitli kurp yarıçapı (R) büyüklükleri için Meier Yöntemi kullanılarak elde edilen yanal kayma direnci-kritik eksenel basınç kuvvetinin değişimi gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi kurp yarıçapı küçüldükçe yolun güvenli bir şekilde karşılayabileceği kritik eksenel basınç kuvveti azalmaktadır. Dolayısıyla burkulma güvenliği açısından uzun kaynaklı demiryollarında kurp uygulamaları özel bir önem arz etmektedir. Ek olarak kritik eksenel basınç kuvveti değerinin azalması kritik sıcaklık artışı değerinin de azalması anlamına gelmektedir. Yani yolun güvenle karşılayabileceği kritik eksenel basınç kuvveti azaldıkça; yol, sıcaklık artışlarına karşı daha hassas hale gelecektir. Bu da yolun daha küçük bir eksenel basınç kuvveti sonucu burkulabileceği anlamına gelmektedir.



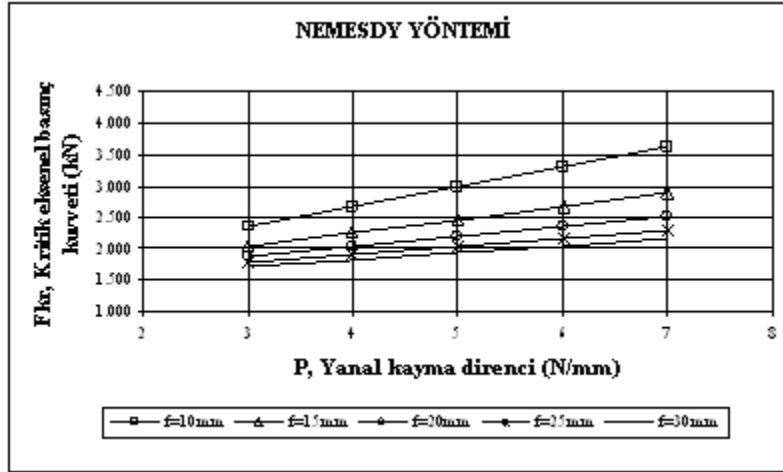
Şekil 4 Yol hatasının, YKD ve kritik sıcaklık artışına etkisi (Yazıcıoğlu, 2006).

Şekil 4'te çeşitli yol hatası değerleri için Meier Yöntemi kullanılarak elde edilen kritik sıcaklık artışı-yanal kayma direncinin değişimi gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi, toplam yol hatası attıkça, kritik sıcaklık artışı değeri de azalmaktadır. Yol hatasının yolun stabil kalabileceği sıcaklık aralığı üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu açıkça görülmektedir. Yüksek hızlı işletim sonucu taşıt titreşimlerinin artması ile birlikte hava sıcaklığının yüksek olduğu yaz aylarında uzun kaynaklı demiryollarında burkulma riski artmaktadır.



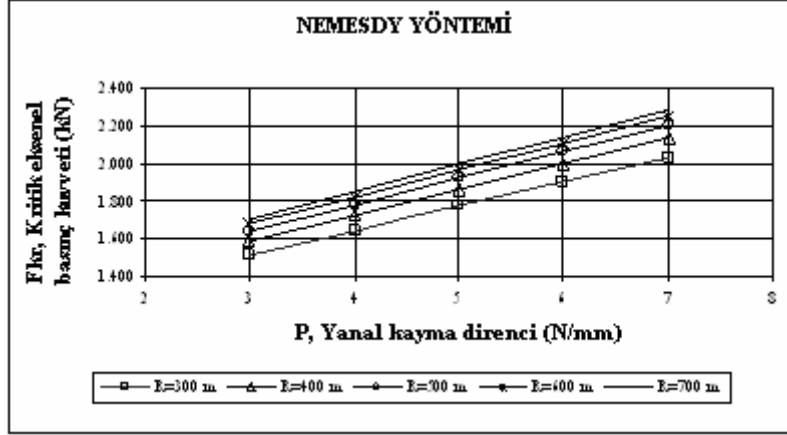
Şekil 5 Kurp yarıçapının, YKD ve kritik sıcaklık artışına etkisi (Yazıcıoğlu, 2006).

Şekil 5'te farklı kurp yarıçapı değerleri için Meier Yöntemi kullanılarak elde edilen kritik sıcaklık artışı-yanal kayma direncinin değişimi gösterilmiştir. Burkulma güvenliği nedeniyle uzun kaynaklı yollardaki kurp uygulamaları özel bir önem arz etmektedir. Çünkü kurp yarıçapı küçüldükçe yolun güvenli bir şekilde karşılayabileceği kritik aksenal basınç kuvveti değeri azalmaktadır. Çok düşük sıcaklık artışlarında dahi yolda burkulmalar meydana gelebilecektir.



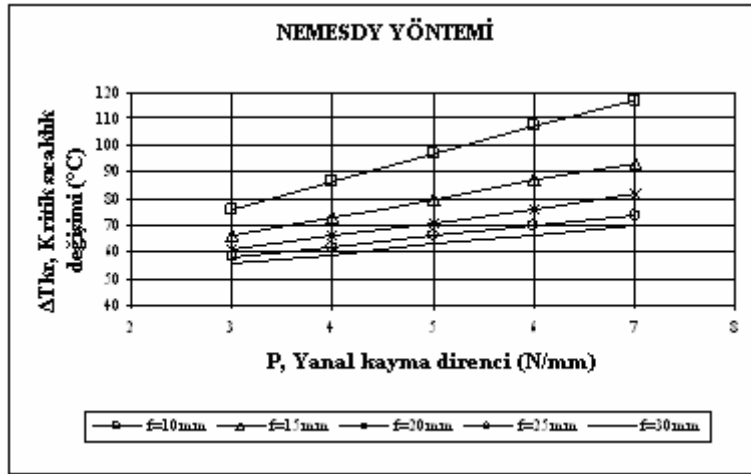
Şekil 6 Yol hatasının, YKD ve kritik aksenal basınç kuvvetine etkisi (Yazıcıoğlu, 2006).

Şekil 6'da çeşitli yol hatası değerleri için Nemesdy Yöntemi kullanılarak elde edilen yanal kayma direnci-kritik aksenal basınç kuvvetinin değişimi gösterilmiştir. Meier Yöntemi'nde olduğu gibi toplam yol hatası (f) büyüdükçe, kritik aksenal basınç kuvveti değerleri (F_{kr}) azalmaktadır. Yani yol hatasının artması ile yolun burkulmadan mukavemet edebileceği kritik aksenal basınç kuvveti değeri azalmaktadır. Nemesdy Yöntemi'nde bağlantı elemanlarının demiryolunun yanal stabilitesine olan katkısı rayın atalet momentini arttırmak yerine ayrıntılı bir şekilde münferit olarak hesaplanmıştır. Bunun da Meier Yöntemi'ndeki kabuller yardımıyla elde edilen sonuçlara nazaran daha gerçekçi bir sonuç verdiği görülmektedir.



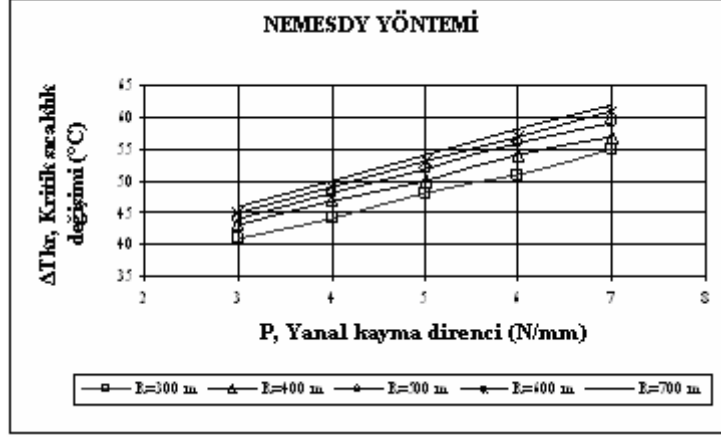
Şekil 7 Kurp yarıçapının, YKD ve kritik eksenel basınç kuvvetine etkisi (Yazıcıoğlu, 2006).

Şekil 7’de farklı kurp yarıçapı büyüklükleri için Nemesdy Yöntemi kullanılarak elde edilen yanıl kayma direnci-kritik eksenel basınç kuvvetinin değışimi gösterilmiştir. Görüldüğü gibi kurp yarıçapı küçüldükçe yolun güvenli bir şekilde karşılayabileceği kritik eksenel basınç kuvveti azalmaktadır. Bu da düşük sıcaklık artışlarında yolda burkulma riskini arttırmaktadır. Bu nedenle burkulma güvenliği ve yanıl stabilite açısından uzun kaynaklı demiryollarında kurp uygulamaları özel bir önem arz etmektedir



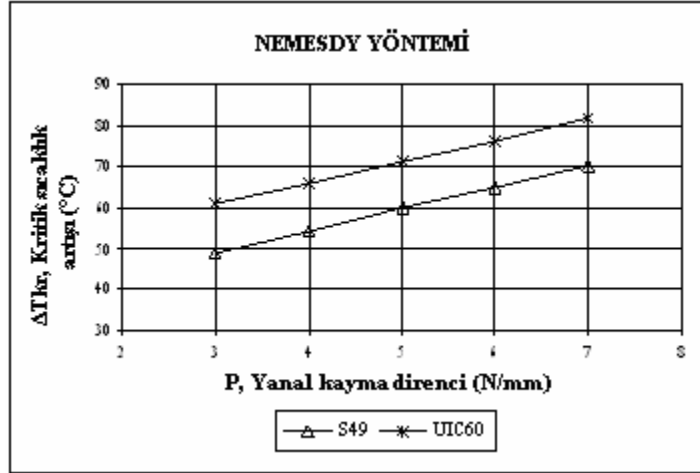
Şekil 8 Yol hatasının, YKD ve kritik sıcaklık artışına etkisi (Yazıcıoğlu, 2006).

Şekil 8’de çeşitli yol hatası değerleri için Nemesdy Yöntemi kullanılarak elde edilen kritik sıcaklık artışı-yanıl kayma direncinin değışimi gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi, toplam yol hatası attıkça, kritik sıcaklık artışı değeri de azalmaktadır. Yol hatasının yolun stabil kalabileceği sıcaklık aralığı üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu açıkça görülmektedir. Taşıtl titreşimlerinin artması ile birlikte hava sıcaklığının yüksek olduğu yaz aylarında uzun kaynaklı demiryollarında burkulma riski artmaktadır.



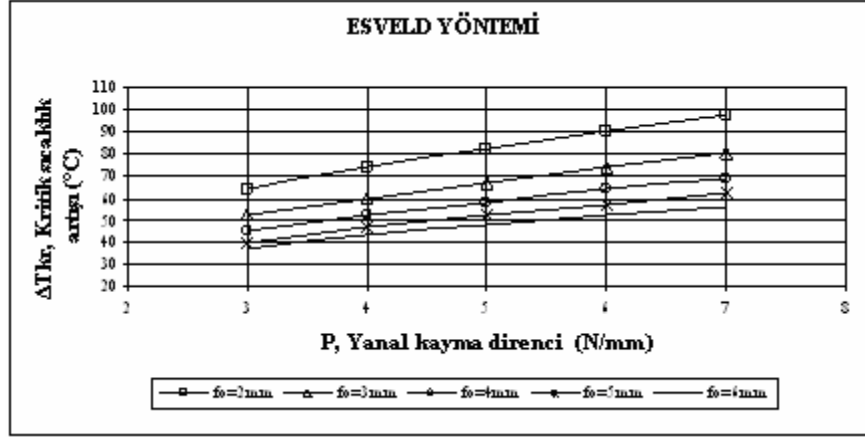
Şekil 9 Kurp yarıçapının, YKD ve kritik sıcaklık artışına etkisi (Yazıcıoğlu, 2006).

Şekil 9’da farklı kurp yarıçapı değerleri için Nemesdy Yöntemi kullanılarak elde edilen kritik sıcaklık artışı-yanal kayma direncinin değişimi gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi, kurp yarıçapı küçüldükçe yolun güvenli bir şekilde karşılayabileceği kritik eksenel basınç kuvveti değeri azalmaktadır.



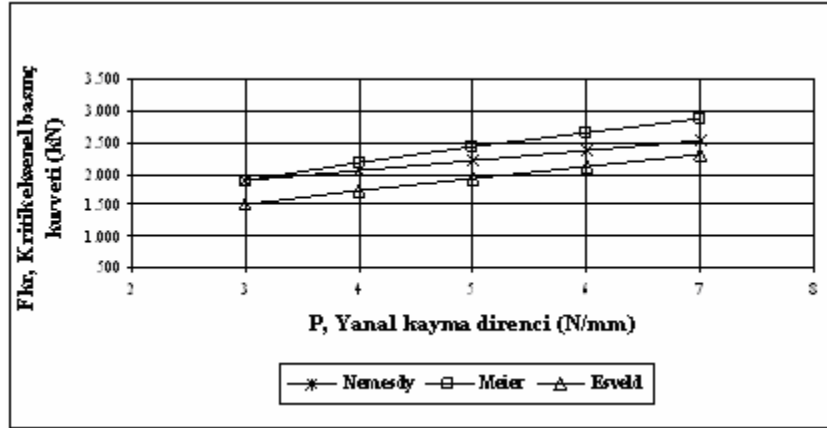
Şekil 10 Ray tipinin YKD ve kritik sıcaklık artışına etkisi (Yazıcıoğlu, 2006).

Şekil 10’da Nemesdy Yöntemi kullanılarak farklı ray tiplerinin, yanal kayma direnci- kritik sıcaklık artışına etkisi gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi, UIC60 rayının S49 rayına göre yolun yanal stabilitesi açısından daha üstün olduğu görülmektedir. Ayrıca UIC60 rayı, sıcaklık değişimleri açısından daha büyük genleşme aralığı sağlamaktadır. Yani daha büyük eksenel kuvvetlere burkulmadan mukavemet edebilmektedir. Yolun yanal kayma direnci arttıkça yol stabilitesi açısından ray tiplerinin arasındaki farkın azaldığı görülmektedir. Yani yanal kayma direncinin çok büyük değerlerinde ray tipinin önemi azalmaktadır. Bu sonuç, uzun kaynaklı yolların yanal stabilitesinde en önemli parametrelerin başında gelen “yanal kayma direncinin” önemini göstermesi bakımından dikkate değerdir.



Şekil 11 Yol hatasının, YKD ve kritik sıcaklık artışına etkisi (Yazıcıoğlu, 2006).

Şekil 11’de çeşitli yol hatası değerleri için Esveld Yöntemi kullanılarak elde edilen kritik sıcaklık artışı-yanal kayma direncinin değişimi gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi yol hatası büyüdükçe, kritik sıcaklık artış değeri küçülmektedir. Yol hatası büyüklüğünün yolun stabil kalabileceği sıcaklık aralığı üzerinde olumsuz bir etkisi vardır. Esveld Yöntemi’nde dikkat çeken husus, eğrilerin diğer iki yöntemle oranla, oldukça aşağıda oluşmasıdır. Bunun anlamı, bu yöntemin oldukça güvenli bölgede kalan sonuçlar verdiğidir.



Şekil 12 Meier, Nemesdy ve Esveld Yöntemleri’nin karşılaştırılması.

Şekil 12’de Meier, Nemesdy ve Esveld Yöntemleri’nin karşılaştırması görülmektedir. Yol hata şekli olarak mümkün olan en benzer şekiller kullanılmıştır. Meier Yöntemi’nde çift taraflı sinüs eğrisi formu, Nemesdy Yöntemi’nde B hata formu, Esveld Yöntemi’nde ise devamlı sinüs eğrisi formu kullanılmıştır.

İlk bakışta en güvenli yöntemin Esveld Yöntemi olduğu görülmektedir. En düşük kritik aksenal basınç kuvveti değerleri Esveld Yöntemi’nde elde edilmiştir. En ekonomik sonuçlar veren yöntem olarak ise Meier Yöntemi göze çarpmaktadır. Yani aynı şartlarda en iyi değerleri Meier Yöntemi vermektedir. Nemesdy Yöntemi’nin ise bu iki yöntemin arasında kalan sonuçlar verdiği görülmektedir.

Meier Yöntemi'nde bağlantı elemanlarının dirençleri rayların atalet moment değerleri artırılarak dolaylı yoldan hesaba katıldığından, daha detaylı bir yöntem olan Nemesdy Yöntemi'ne oranla daha büyük F_{kr} değerleri elde edilmektedir. Meier Yöntemi'nde kullanılan rayların atalet moment değerlerini artırma yöntemi hesap aşamasında kolaylık sağlamasına karşın, Şekil 12'de görüldüğü gibi nispeten büyük değerler vermektedir.

Esveld Yöntemi'nde de tıpkı Meier Yöntemi'nde olduğu gibi bağlantı elemanlarının dirençleri rayların atalet momenti artırılarak hesaba katılmıştır.

Nemesdy Yöntemi'nde ise demiryolu elemanlarının dirençleri doğrudan ve ayrıntılı bir şekilde hesaplandığı için daha gerçekçi sonuçlar elde edilebilmektedir. Bu yöntemde elde edilen değerler diğer iki yöntemdeki değerlerin arasında kalmaktadır. Ayrıca yanal kayma direncinin düşük değerleri için Meier Yöntemi'nin Nemesdy Yöntemi ile oldukça benzer sonuçlar verdiği görülmektedir (Şekil 12). Bunun nedeni, demiryolunun, yanal stabilitesindeki en önemli parametre olan yanal kayma direnci azaldığında diğer parametreler olan ray ve bağlantı elemanlarının özelliklerinin öne çıkmasıdır. Şöyle ki; Meier Yöntemi'nde yapılan rayın atalet moment değerinin artırılması işlemi yanal kayma direncinin küçük olduğu durumlarda daha önemli ve etkili olmakta ve hesaplanan değerleri daha fazla etkilemektedir. Bu yüzden yanal kayma direncinin düşük olması durumunda Meier ve Nemesdy Yöntemleri benzer sonuçlar vermektedir.

Sonuçlar

Bu çalışmada yanal stabilite analizleri için Meier, Nemesdy ve Esveld'in önermiş olduğu yöntemler kullanılmış ve çeşitli yol parametreleri için (yoldaki hata oranı, kurp yarıçapı, ray tipi) yanal kayma direnci-kritik aksenal basınç kuvveti değişimi ve yanal kayma direnci-kritik sıcaklık farkı değişimi grafiklerle gösterilmiş ve yorumlanmıştır.

Elde edilen sonuçlarda yoldaki hata oranının, yolun stabil kalabileceği sıcaklık aralığı üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu gözlenmiştir. Yol hatası arttıkça, kritik aksenal basınç kuvveti değerinin azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Diğer bir ifadeyle, yolun burkulmadan mukavemet edebileceği kritik aksenal basınç kuvveti değeri azalmaktadır. Bu gibi büyük yol hatası olan demiryolu kesimlerinde, özellikle hava sıcaklığının yüksek olduğu yaz aylarında rayların ısınması sonucu oluşan yüksek aksenal basınç kuvvetleri ile taşıt titreşimlerinin tetikleyici etkisi birleşince burkulmaların meydana gelmesi kaçınılmazdır.

Ek olarak, analizler sonucunda uzun kaynaklı demiryollarında kurp yarıçapının yolun yanal stabilitesinde oldukça etkili olduğu gözlenmiştir. Elde edilen grafiklerde kurp yarıçapı küçüldükçe yolun güvenli bir şekilde karşılayabileceği kritik aksenal basınç kuvveti değerinin azaldığı görülmektedir. Bu durumda çok düşük sıcaklık artışlarında dahi yolda burkulmalar meydana gelebilecektir. Dolayısıyla burkulma güvenliği açısından uzun kaynaklı yollardaki kurp uygulamaları özel bir önem arz etmektedir.

Ray tipinin yolun yanal stabilitesine etkisi sadece Nemesdy Yöntemi için incelenmiştir. Ray kesiti arttıkça sıcaklık değişimleri açısından daha büyük genleşme aralığı sağlanmıştır.

Ancak, yolun yanal kayma direnci arttıkça yol stabilitesi açısından ray tipinin etkisi azalmakta, bu sonuç ise yolun yanal stabilitesinde en önemli faktörün “yolun yanal kayma direnci” olduğunu göstermektedir.

Çalışmanın sonunda her üç yönetime ilişkin bir karşılaştırma sunulmuştur. Yapılan analizler sonucunda Esveld Yöntemi'nin diğer iki yöntemle kıyaslandığında, oldukça güvenli bölgede kalan sonuçlar verdiği görülmüştür. Nemesdy Yöntemi'nde Meier ve Esveld Yöntemleri'nden farklı olarak, gerek bağlantı elemanlarının dirençlerinin ayrı olarak hesaba katılması, gerekse yol hatasının daha ayrıntılı bir şekilde ele alınması sebebiyle, bu yöntemin daha hassas ve ekonomik sonuçlar verdiği görülmüştür. Meier ve Esveld Yöntemleri ise daha ziyade güvenli bölgede kalmaktadır.

Çalışmada elde edilen sonuçlara bağlı olarak özetlemek gerekirse; yol yapım ve bakım aşamalarında raydaki sıcaklık farklılıkları, rayların montaj sıcaklığı, yolun yanal kayma direnci ve özellikle kurplu yol kesimlerindeki uzun kaynak uygulamaları yolun yanal stabilitesi açısından büyük önem arz etmektedir. Sonuç olarak günümüzdeki gelişmeler doğrultusunda, demiryollarımızda dünya standartlarına ulaşabilmek, olası problemleri ve etkilerini minimuma indirmek ve sistemden en iyi şekilde verim sağlayabilmek adına, mevcut ve yapılması öngörülen demiryolu hatlarında tasarım safhasında kapsamlı şekilde yanal stabilite analizlerinin yapılması bir zorunluluktur.

Kaynaklar

Eisenmann, J., Mattner, L., (1988) Gleisverwerfung. Grossversuche im Gleis und theortische Analyse. Mitteilungen des Prüfamtes für Bau von Landverkehrswegen der Technischen Universität München, Heft 52.

Esveld, C., (2001) Modern Railway Track. Second Edition, TU Delf University, Netherlands.

Yazıcıoğlu, F., B., (2006) Uzun Kaynaklı Demiryolu Hatlarında Yanal Stabilite. Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Ulaştırma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Führer, G., (1979) Oberbauberechnung Transpress. VEB Verlag für Verkehrswesen, Berlin.

Yüksek Hızlı Demiryollarında Altyapının Önemi Ve Tasarım İlkeleri

N. Sevgi Yalçın

YTÜ, İnşaat Fak., İnş. Müh. Böl. Ulaştırma A.D., 34349, Beşiktaş, İstanbul,
Tel: (0212) 2597070 – 2703
E-Posta: nsyalcin@yildiz.edu.tr

Aydın Erel

YTÜ Emekli Öğr. Üyesi, İstanbul,
Tel: (0212) 2619253
E-Posta: erel@yildiz.edu.tr

Öz

Son 30 yıl içinde demiryollarında özellikle yolcu taşımacılığında 300 km/saat üzerindeki hızlara ulaşan artışlar, güvenli ve konforlu bir hizmet için demiryolu sisteminin yeniden gözden geçirilmesini ve değişik açılardan geliştirilmesini gerektirmiştir.

Bilindiği gibi demiryolu, diğer ulaşım sistemleri gibi, kendine özgü bir ağ, taşıt filosu ve işletme sisteminden oluşmaktadır. Ağın gar, istasyon vb. düğüm noktaları arasında taşıtların seyrettikleri güzergâhlar, yol geometrisi ve yapısı bakımından uygulanabilecek hızları kısıtlamaktadır. Taşıtların özelliklerine bağlı olarak, yüksek hızlı trenler için daha büyük yarıçaplı yatay ve düşey kurplara, daha düşük boyuna eğimlere, hata ve bozukluk sınırları çok küçük olan yollara gereksinim duyulmaktadır. Hız artışı ile birlikte, üst ve alt yapıya iletilen dinamik yükler de arttığından, yolda oluşan kalıcı yer ve şekil değiştirmeler, yolun yatay ve düşey geometrisinde bozulmalara, dolayısıyla yol ve taşıtlara gelen etkilerin daha da artarak, konfor ve güvenlik değerlerinin düşmesine yol açmaktadır.

Demiryolu altyapısı, olağanüstü durumlar dışında doğal zeminden, bazı yüksek ve çukur bölgelerin geçildiği yerlerde de, yine doğal zemin üzerine mesnetlenen köprü, viyadük ve tünel gibi sanat yapılarından oluşmaktadır. Dolayısıyla bu yapı bileşeninin, herhangi bir zarara uğramadan yukarıda belirtilen etkilere uzun süre dayanabilmesi oldukça güçtür. Bu nedenle yüksek hızlı demiryollarının yapılacağı kesimlerde gerekli altyapı özelliklerinin duyarlılıkla saptanması ve ekonomik olarak uzun süre hizmet verebilecek bir yapı oluşturulması gerekir.

Bu bildiriye yüksek hızlı demiryollarında oluşturulması gereken altyapının özellikleri tartışılacak ve bazı öneriler sunulacaktır. Ayrıca mevcut demiryollarında hız arttırılabilmesi için altyapıda yapılması gereken iyileştirme yöntemleri sunulacaktır. Bu konunun ülkemizde yapılması gündeme gelen yüksek hızlı demiryolları için de katkıda bulunması amaçlanmaktadır.

Anahtar sözcükler: Yüksek hızlı demiryolu, Altyapı

Giriş

1970 yıllarından bu yana, Japonya, Almanya, Fransa, İngiltere, İspanya vb. ülkelerde demiryolu ile yolcu taşımacılığında 200 ile 350 Km/saat hız yapabilen yüksek hızlı trenler çalıştırılmaktadır. Bu trenler 700 – 800 Km mesafelere kadar süre bakımından havayolu taşımacılığı ile rekabet edebilen bir düzeydedirler. Ancak bu tür demiryolu taşımacılığında hergün yeni sorunlarla karşılaşmakta, edinilen deneyimlerle daha güvenli, konforlu ve ekonomik çözümlerin araştırılması sürdürülmektedir.

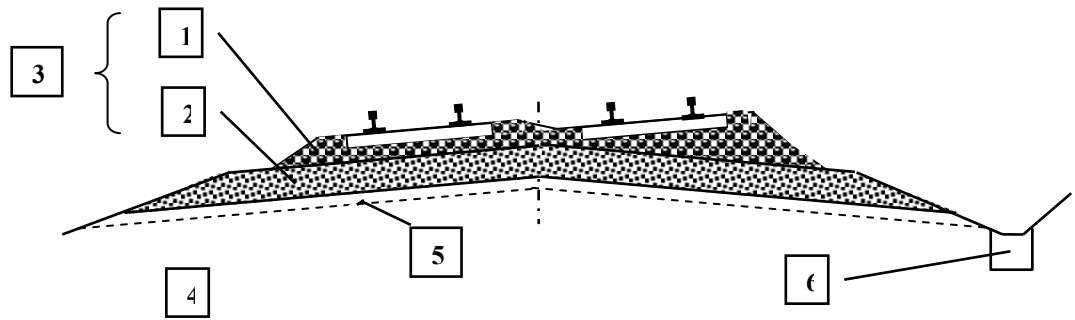
Son yıllarda Ülkemizde de yüksek hızlı demiryolu taşımacılığının gündeme gelmesi ve bu konuda yatırımlara başlanmış olması, proje, yapım ve işletme konularında 120 Km/saat proje hızları için bile çağdaş teknolojiyi henüz uygulayamayan demiryollarımız için önemli kaygılar oluşturmaktadır.

Bu bildiriye, düşük hızlı işletmecilik konusunda bile sorunlar yaşanmakta olan ülkemizde, demiryollarımızda –belki bilgi yetersizliğinden- en az ilgi ve çaba gösterilen altyapı konusunun incelenmesi ve yüksek hızlı demiryollarına yönelik bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

Demiryolu yapısı, yol yatağı ve altyapı

Genel

Klasik bir demiryolu hattı, rayların ve traverslerin oluşturdukları “yol çerçevesi” ile, bu çerçevenin altına döşenmiş balast, balast altı adı verilen kırma taş tabakaları ve bunların altındaki “altyapı” adı verilen değişik zemin tabakaları ya da köprü, viyadük, tünel vb. sanat yapılarından oluşur(Şekil 1). Yol çerçevesi ve balast tabakalarına da “üstyapı” adı verilmektedir.



1	BALAST (Ballast)	4	ALTYAPI (Subgrade)
2	BALAST ALTI (Blanket) TABAKASI	5	HAZIRLANMIŞ (Prepared) ALTYAPI
3	TOPRAK İŞLERİ (Earthworks)	6	BOYUNA DRENLER

Şekil 1. Klasik demiryolu yapısının enkesiti

Balast tabakaları ile altındaki zemin tabakalarına ya da sanat yapısına “Yol Yatağı Tabakaları (YYT)” adı da verilmektedir. Yol yatağı tabakaları, özellikleri ve kalınlıkları ile, yol mesnet rijitliği, yol geometrisinin ve drenaj sisteminin korunması açısından, yol performansı üzerinde önemli bir rol oynarlar.

YYT'nın tasarım kalınlıkları aşağıdaki faktörlere bağlıdır:

- Altyapıyı oluşturan zeminlerin özgün karakteristikleri (doğal yapısı, taşıma kapasitesi, suya ve dona tepkisi, vb.),
- Bölgenin jeolojik ve hidrojeolojik koşulları,
- Bölgenin iklim koşulları,
- Statik ve dinamik trafik etkileri (Brüt-ton, dingil yükleri, hızlar),
- Yol kompozisyonu (Ray kesiti, traverslerin tipi ve aralıkları, vb.).

Balast, kırılmış taşlardan oluşturulan ve 20 ile 60 mm boyutları arasındaki danelerle özel granülometrede hazırlanan tabakadır. Balast ve altyapı arasında oluşturulan balast altı tabakasının işlevleri şunlardır:

- Rijitliği ayarlayarak yolun taşıma kapasitesini arttırmak ve yukarıdan iletilen yüklerin altyapıya daha iyi dağılımını sağlamak,
- Yolun dinamik performansının iyileştirilmesine katkıda bulunmak,
- Balast ve altyapı arasında bir filtre görevi yapmak,
- Yolu erozyona ve dona karşı korumak,
- Yüzeysel suları uzaklaştırmak.

Balast altı tabakası, bir ya da birkaç tabakadan oluşabilir (alt-balast tabakası, dondan koruma tabakası, filtre tabakası).

Demiryolu yapısal sistemi, trafik ve iklim etkilerine dayanacak şekilde, yolu ve altyapıyı gelen yüklere karşı korumak, demiryolu taşıtlarının işletme maliyetlerini, yolcuların güvenliğini ve konforunu kabul edilebilir limitlerde tutmak için tasarlanır. Daha hızlı trenler ve yüksek dingil yüklerinin bir arada kullanılması ile maliyetlerin düşürülmesi gereksinimi, sistemin daha iyi anlaşılması ve bunun altyapının davranışı üzerindeki etkisini anlama gereksinimini ortaya çıkarmıştır. Bu nedenle, modern demiryollarının tasarımında, iyi geoteknik ve ekonomik ilkeleri birleştiren akılcı yaklaşımlara gerek duyulmaktadır.

Bir akılcı yaklaşımla tasarımda birleştirilmesi gereken iki ana sürecin ilki, yol tabakalarında trafik yüklerinin oluşturduğu gerilmelerin ve şekil değiştirmelerin analitik modeller kullanılarak tahmini, ikincisi de, amprük formüller kullanılarak izin verilebilecek gerilmelerin ve şekil değiştirmelerin belirlenmesidir. Altyapıdaki gerilme/şekil değiştirme dağılımını bir yol sisteminin modelinde hesaplanabilir hale getirmek için, saptanan gerilmeleri ve şekil değiştirmeleri oluşturan yükleme karakterize edilmelidir. İkinci aşamada yolun ve mesnet sisteminin zamanla bozulmasına yol açan mekanizmayı tanımlamak gerekmektedir.

Yolun durumu, işlevsel ve yapısal koşulları ile tanımlanabilir. İşlevsel durum, yolun demiryolu kullanıcılarına sağlayacağı seyir koşullarının düzeyi ile ilişkili, yapısal durum ise yolun yük taşıma yeteneği ve taban zeminini korunması ile ilişkilidir. Tekrarlanan yük altında, yol yanal ve düşey yönlerde hareket eder, bu hareketlerde

istenen yol geometrisinde bozulmalar oluşur. Bu bozulmalar genellikle düzensizdir, yol geometrisindeki bozulmaların artması ile seyir kalitesi azalır ve dinamik etkiler artar.

Yol yapısı, trafik ve sıcaklık değişimleri sonucunda ortaya çıkan tekrarlı düşey, yanal ve boyuna kuvvetleri sınırlandırmalıdır. Yol üstyapısı tarafından iletilen kuvvetler, altyapının taşıyabileceği dinamik yükleri belirler. Taşıt tekerlekleri ile raylar arasında dinamik etkileşim, yol ve tren karakteristiklerinin, işletme koşulları ve çevresel koşulların bir fonksiyonudur. Hareketli araçlar tarafından yola uygulanan kuvvetler, bir statik yük ile buna eklenen bir dinamik bileşenin kombinasyonudur.

Tasarım periyodu boyunca demiryoluna uygulanan yükler, büyüklük, frekans ve konfigürasyon bakımlarından farklılık gösterir. Sonuç olarak hattın performansında trafik yüklerinin toplam etkisinin ortaya konulması için, uygulanan yükleme biçiminin karakterize edilmesi gerekir. Birçok mevcut tasarım yöntemi trafiği karakterize etmez, bunun yerine daha basit bir yaklaşımı kabul ederek, tasarımın formülasyonunda statik maksimum dingil yükünü kullanır.

Ulaştırma yapılarında yükler ve hızlar arttıkça alt ve üstyapıda aşağıda sayılan önlemler alınmalıdır:

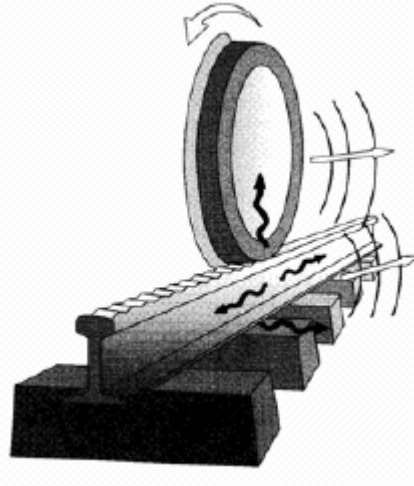
- Zeminin fiziksel ve mekanik özellikleri, olası şekil değiştirme ve kırılma mekanizmaları dikkate alınarak yeterince tanımlanmalıdır,
- Projelendirme ve hesaplama esasları özellikle yüksek hızlardaki ve problemlili altyapılardaki (örn. yumuşak zeminler) projelendirmede, izin verilebilir şekil değiştirme, gerilme ve titreşimler saptanarak, iyileştirilmelidir,
- Mekansal, ekolojik ve ekonomik konularda, daha ekonomik, daha güvenli, daha yeni ve çevre dostu çözümler bulunmasına çalışılmalıdır,
- Geçilecek yerlerin ve mevcut tesislerin değerlendirilmesi için güvenilir gözetleme, izleme yöntemleri belirlenmelidir.
- Geçilecek arazide doğal afet olasılıkları ve riskleri önceden tahmin edilmeli ve belirlenmelidir.

Demiryolunda yüksek statik ve dinamik yükler zemine küçük bir alan tarafından iletilir. Taşıt geçtiğinde oluşan elastik çökmeler (mm) boyutundadırlar, hızlar arttığında bunlar da azalır. Buna karşın kalıcı şekil değiştirmeler birkaç desimetre değerlerindedir.

Engellenmesi gereken şekil değiştirme büyüklükleri yanında, bölgedeki zeminlerin don ve çözülme davranışları, mutlaka yeterli kalınlıkta bir üstyapıyı ve üstyapı ile altyapıda iyi bir sıkılamayı gerektirir.

Altyapı ve geçkiye, problemlili (yumuşak ve erozyona müsait zeminler) zeminlerin bulunduğu kesimlerde daha fazla özen gösterilmesi gerekir. Bu bölgelerin tanınması, zemin parametrelerinin belirlenmesi hesaplama yöntemleri ve yapım yöntemleri konularında gelişmiş çözüm yöntemlerine gereksinim duyulur.

Benzer sorunlarla, dingil yüklerinin ve hızlarının artmasında da karşılaşılır. Tüm üstyapı-altyapı sisteminin davranışındaki dinamik sorunlar ve aktarılan titreşimler yoğun araştırmaları gerektirir (Şekil 2). Kalite kontrolleri ve mevcut tesislerin davranışları, etkili deney yöntemlerini gerektirir.



Şekil 2. Bir geleneksel tren trafiğinde titreşim kaynakları

Sistemlerin dinamik etkileri ya da tepkileri, zaman ve frekans alanlarında tanımlanır. Zamana göre genliklerin büyüklükleri görülebilirken, frekansa göre zaman içindeki frekanslar hakkında önemli bilgiler edinilir. Titreşimlerle genelde titreşim hızları anlaşılır, bunların ölçüm teknikleri ile tanımlanmaları kullanıma çok uygundur. Bu büyüklükler insan ve yapı üzerindeki etkilerin değerlendirilmesinde temel veriler olarak kullanılır. Bu zamana bağlı hızlardan, basit bir şekilde zamana bağlı yol ve ivme büyüklükleri de elde edilebilir.

Yol yatağındaki çökmeler hızların, dingil yüklerinin, dolgu yüksekliklerinin, altyapı esnekliğinin ve altyapı sönümlemesinin bir fonksiyonudur.

Yumuşak zemin üzerindeki dolgularda tren yükleri öyle dağıtılmalıdır ki, yumuşak zeminin yol sistemini destekleyebilmesi için yeterli olanaklar sağlanmalıdır (statik taşıma gücü ve çökmeler, dolgu-altyapı sistemlerinin dinamik davranışları). Bu sağlanamazsa, özel yapılar geliştirilmelidir.

Altyapı (1)

Altyapı işleri ve altyapı türleri Tablo 1’de sıralanmıştır.

Tablo 1. Altyapı işleri ve altyapı türleri

ALTYAPI İŞİ	ALTYAPI TÜRÜ
Arazi düzeyini, zemini kazıp uzaklaştırarak düşürme	Yarma
Arazi düzeyini, üzerine zemin doldurma ve sıkıştırma ile yükseltme	Dolgu
Dolgu ve yarma şevlerinin korunması	Çimlendirme, ağaçlandırma, ankraj, kaplama, vb
Dolguda şev eteğinin, yarmada şev kretinin korunması	Blokaj, pere, istinat duvarı vb.
Yüzeysel ve yeraltı sularının uzaklaştırılması	Drenaj tesisleri
Yolun durgun sular ve akarsular üzerinden geçilmesi	Köprü
Küçük akarsuların dolgu altından geçirilmesi	Büzler ve Menfezler
Doğal zeminin delinerek, içinden yol geçirilmesi	Tünel
Yolun vadilerin üzerinden geçirilmesi	Viyadük
Yol yüzeyinin kardan korunması	Paranej
Doğal zeminin taşıma kapasitesinin artırılması	Hazırlanmış altyapı ve geosentetikler
Altyapı tesislerinin sürekli denetimi, bakımı, onarımı ve korunması.	

Görüldüğü gibi altyapı, özgün mühendislik yapıları (sanat yapıları), tesisleri ve işleri ile oluşturulmakta olup, ulaştırma yapısının hizmet ömrü boyunca sürekli olarak denetlenmesi, bakılması onarılması ve korunması gereken bir yapıdır. Altyapı yolun esas taşıyıcı kısmı olup, üstyapı tarafından iletilen yükleri herhangi bir kalıcı şekil değiştirmeye uğramadan güvenle karşılayarak, geniş bir yüzey boyunca doğal zemine iletmelidir.

Kısaca altyapı, bir ulaştırma yapısının konumunu oluşturan ve yolu dış etkilerden koruyan, ancak genelde yuvarlanma yüzeyinin altında kaldığı için “gözden ırak olan” bir yapıdır. Oysa bir yolun hizmet düzeyi ve kalitesi en az % 50 oranında altyapının kalitesine ve korunma koşullarına bağlıdır.

Yol altyapısının üst kısmı, özel oluşturulmuş bir altyapı tabakası olup, enine eğime sahiptir. Bu tabakanın işlevi, değişik demiryollarında farklı olarak tanımlanabilmektedir (örn. iyileştirilmiş ya da dışarıdan getirilmiş iyi kaliteli zemin tabakaları).

Bölgesel hidrolojik ve hidrojeolojik koşullar, su tabakasının durumuna göre belirlenir. Bu koşullar zayıf ise, altyapının taşıma kapasitesi ve dolayısıyla yolun stabilitesi bu durumdan etkilenebilir. Bu durum, yer altı su seviyesinin yol kenarı hendekleri ve derin drenaj sistemleri ile yolun altında belirli bir düzeye kadar indirilmesiyle iyileştirilebilir. Yüzeğe düşen ve altyapıya girmesi sözkonusu olan yağış suları hızlı bir şekilde uzaklaştırılmalıdır.

Geosentetikler, toprak işlerinde ve yol yatağı yapılarında kullanılan sentetik malzemeli yapı elemanlarıdır. Şu türleri vardır: geotekstiller, geomembranlar, geogridler ve geokompozitler. Geotekstiller, (dokunmuş ya da dokunmamış) geosentetikler olup, ayırma, filtreleme, drenaj, ve kuvvetlendirme amaçlarıyla kullanılabilir. Geomembranlar, sentetik ya da bitümlü tabakalar halinde olup, su geçirmezler ve duyarlı altyapıların yüzeysel suların girmesine karşı korunması ya da yer altı suyunun kirlenmesini önlemek amacıyla kullanılırlar. Geogridler, ince ya da kaba dokulu(ızgaralı, gözlü) olan bu geosentetikler, ayırma ve kuvvetlendirme amaçlarıyla kullanılırlar. Geokompozitler ise, en az iki geosentetik malzeme tabakasından oluşturulan bileşik yapılardır.

Altyapı zemininin taşıma kapasitesine göre sınıflandırılması için, altyapıyı oluşturan herbir zemin tipinin kalitesi ile, tüm altyapının (hazırlanmış altyapı ve taban zemini) taşıma kapasitesinin belirlenmesi gerekir. Bir zeminin kalitesi zeminin geoteknik özellikleri ile, yerel hidrojeolojik ve hidrolojik koşullara bağlıdır. Altyapının taşıma kapasitesi ise, dolgu ya da yarma tabanı zemininin kalite sınıfına, varsa, altyapının üzerindeki hazırlanmış (iyileştirilmiş) tabakanın kalınlığına bağlı olarak değişir.

Dona duyarlılık konusunda zeminler, duyarsız, duyarlı ve çok duyarlı olmak üzere üç gruba ayrılabilir. Duyarlı olmayan zeminler, donduklarında ve çözüldüklerinde yol geometrisinde beklenmeyen bir bozukluğa neden olmazlar. Diğerlerinde ise, belirli sıcaklık koşullarında ve su içeriklerinde, yol geometrisinde istenmeyen bozukluklar oluşabilir. Belirli bir yolun dona duyarlılığı aynı zamanda, jeolojik koşullara, altyapıyı oluşturan zemin danelerinin doğal özelliklerine (mineral ve kimyasal kompozisyon, ince danelerin biçimleri) ve yol geometrisinden beklenen kaliteye bağlıdır.

Bir demiryolu hattının inşaatında, yol yatağı tabakalarının uygun mekanik karakteristiklere sahip ve yeterli kalınlıklarda olmaları çok önemlidir. Yol yatağı tabakalarının boyutlandırılmasında, istenen taşıma kapasitesi ve donmaya karşı korunma problemleri dikkate alınmalıdır. Yol yatağı tabaka kalınlığı (balast + balast altı) ise, altyapı zemininin taşıma kapasitesine, travers tipi ve travers aralığına ve trafiğin karakteristiklerine (tonaj, dingil basıncı ve hız) bağlıdır. Yol yatağı tabakaları için kullanılacak malzemeler dona duyarlı olmamalıdır. Toplam kalınlık öncelikle zeminin taşıma kapasitesine göre belirlenmelidir. Daha sonra dona duyarlı zeminlerde istenilen korumayı sağlamak için bu kalınlık arttırılmalıdır.

Hızlı Demiryolunda Altyapı (2), (3)

350 Km/Saat'e kadar yüksek hızlı trafik için eğriliği fazla olmayan düz geçkilere gereksinim duyulur. Bu da problemlerli bölgelerdeki işlerin artmasına yolaçar. Bu tür yolların planlanmasında, başlangıçta yalnızca 200 – 250 Km/saat hız ile ilgili deneyimlerin ekstrapolasyonu yeterli olmuştur. Ancak yüksek hızlı trafikte tamamiyle yeni problemler ortaya çıkmıştır. 250 Km/saat altındaki hızların yapıldığı yollardaki dinamik ölçümlerde saptanmış olmasına rağmen, dolgulardaki dinamik performansın değişimiyle ilgili belirtiler ciddiye alınmamıştır.

Hollandalı demiryolcuların yumuşak zeminler üzerindeki demiryolu yapısının davranışı konusundaki bulguları hala geçerlidir. Yük trenlerinde 217 Km/saat (60 m/s) ve yolcu

trenlerinde 270 Km/saat (75 m/s) üzerindeki kritik hızlar, statik yüklerinkine göre daha büyük çökmelere neden olan rezonans belirtilerini ortaya çıkarmıştır. Bu yüzden yetersiz dinamik projeler, yol yatağında çok büyük şekil değiştirmelere neden olmuştur. Dingil yükleri ile oluşan şekil değiştirmeler kuvvetli dinamik artışlara neden olmuştur. Komşu bölgelerde de kabul edilemeyecek titreşim değerleri saptanmıştır.

Yeni teorik araştırmalar, altyapıda kritik tren hızları yüzünden yol yatağında ve dolgularda kuvvetli titreşimler oluştuğunu göstermiştir. Dolayısıyla kritik tren hızlarının bilinmesinin önemi büyüktür. Aşağıda bu konu (2) ve (3) nolu kaynaklardan yararlanılarak kısaca özetlenecektir.

Yüksek hızlı trenin hızı, alttaki yumuşak zemin, yol yatağı / dolgu ve hareketli yükten oluşan dinamik sistemin karakteristik dalga hızına erişebilir ya da aşabilir. Tren hızı bir “kritik hız” a eriştiğinde büyük şekil değiştirmeler oluşabilir.

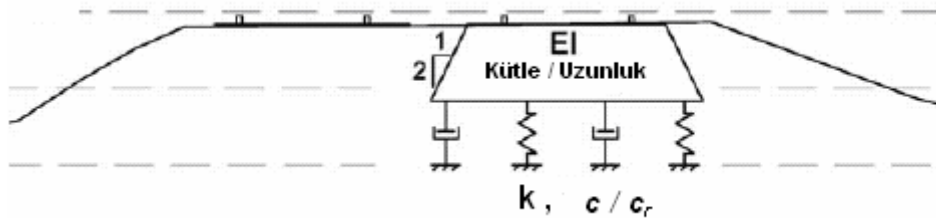
Bu hareketler tren ve yapının bütünlüğü için tehlikeli olabilir, yol bakım maliyetlerini yükseltir. Bu nedenle yoldaki şekil değiştirmeleri kabul edilebilir düzeylerde sınırlayacak dinamik bir rijitlik sağlayacak dolguların tasarımının yaşamsal önemi vardır.

Bu problem bazen “ondülasyon”, “yaylı dalga” ya da “kritik hız” etkisi olarak tanımlanır ve yen bir yüksek hızlı demiryolu tasarlandığında ya da mevcut demiryolunu yüksek işletme hızları için iyileştirme amacıyla geoteknik ölçütler belirlenirken önemlidir.

(V_{cr}) Kritik hız, Kenney (1954) tarafından şöyle formüle edilmiştir (Şekil 3):

$$V_{cr} = \sqrt[4]{\frac{4kEI}{\rho^2}}$$

k = kirişin birim uzunluğunun yay sabiti,
 E = kirişin elastiklik modülü,
 I = kirişin atalet momenti
 ρ = kirişin birim uzunluğunun kütlesi.



Şekil 3. Balast tabakasını içeren kiriş elemanı, visko-elastik temel olarak modellenen kötü kaliteli dolgu ve altyapı.

Kenney bu formülü, bir visko-elastik Winkler ortamı üzerindeki bir Euler –Bernoulli kirişi üstünde sabit hızla hareket eden bir noktasal yük için geliştirmiştir. Kenney’in analitik çözümünde, dolgu ve taban zemini, lineer yaylar üzerine mesnetilmiş tek bir

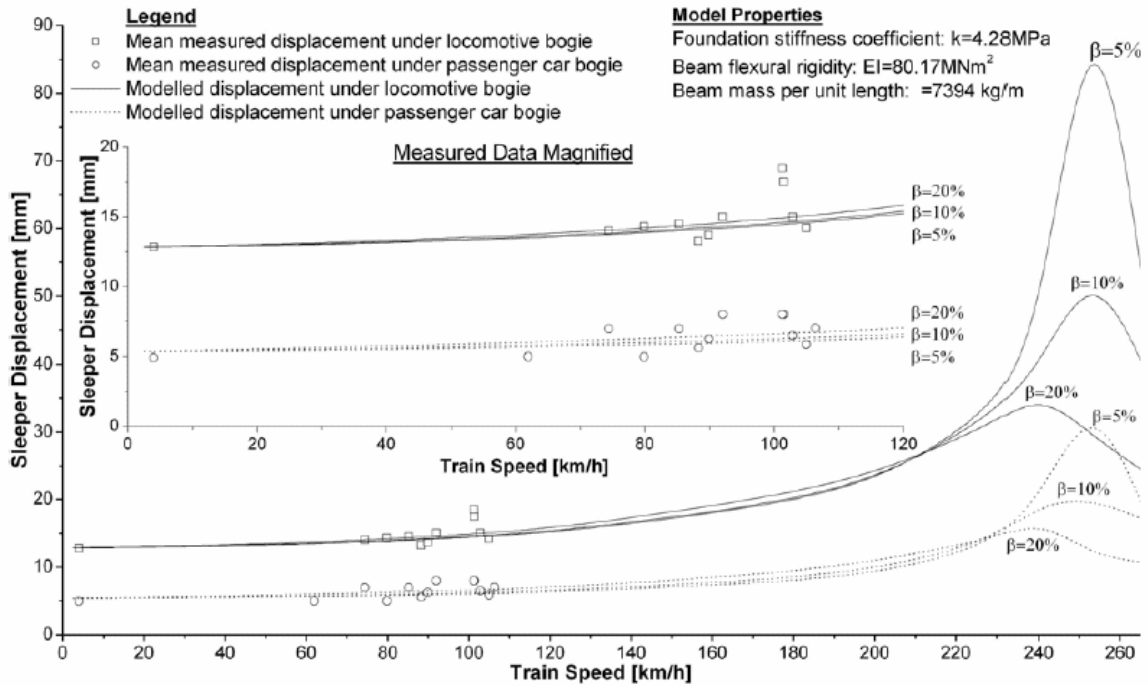
kiriş olarak basitleştirilmiştir. Diğer yöntemlerde, sistem lineer olmayabileceğinden, yük büyüklüğü ve dağılımındaki değişikliklerin de hesaba katılması gerekir.

(θ) Hız oranı tren hızının kritik hıza oranıdır. Benzer şekilde Kenny (1957) aynı zamanda (c_{cr}) kritik sönümlenmeyi ve (β) sönümlenme oranını da tanımlamıştır.

$$\theta = \frac{V}{V_{cr}} \quad c_{cr} = 2\sqrt{k\rho} \quad \beta = \frac{c}{c_r}$$

Bu kavramsal model kullanılarak hesaplanan özellikler: $EI = 80.17 \text{ MNm}^2$, $\rho = 7394 \text{ kg/m}$ (traversleri, yolu ve balastı içerir), verilerden alınan eğilme (çökme) değerlerinin korelasyonundan temel rijitliği (yatak katsayısı) için $k = 4.28 \text{ Mpa}$ elde edilebilir..

Şekil 4'te, modelden $\beta = 5\%$, 10% ve 20% sönümlenme oranları için elde edilen sonuçlar gösterilmiştir. Bu model için dikkate değer konu, $254,8 \text{ Km/saat}$ olarak hesaplanan kritik hız, gözlenen ve NIR trenlerinde uygulanabilecek tüm hızlardan çok büyük olmasıdır. Model aynı zamanda, sönümlenme oranının NIR işletme hızlarında modellenen eğilme değerleri üzerinde küçük bir etkisi olduğunu göstermektedir.



Şekil 4. Tren hızına göre travers yer değiştirmesi (çökmesi) sonuçları.

Çökmeler, statik ve dinamik olmak üzere 2 bileşenden oluşmaktadır. Statik bileşen, duran bir tren altındaki altyapı çökmesi olup, kesinlikle uygulanan yükten, kiriş elemanın eğilme rijitliğinden ve visko-elastik temelin rijitlik (yatak) katsayısından etkilenmektedir. Dinamik bileşen ise, statik çökmedeki sabit hızla seyreden tren nedeniyle oluşan artıştır. Bu artış, kiriş elemanın oluşturulan modelde pA terimi ile ifade edilen ataleti (eylemsizliği) ile tahrik edilir ve sisteme uygulanan sönümlenme miktarı ile sınırlanır. Kiriş elemanın eğilme rijitliği ve visko-elastik temel için rijitlik

(yatak) katsayısı, bu dinamik kuvvetlerin sonucu olan dinamik eğilmenin (çökmenin) miktarını belirler.

Duyarlılık analizinin tüm durumları için hesaplanan kritik hız yeterince yüksektir (>> 145 km/h). Çökmelerin dinamik bileşeni, 145 Km/saat hızda çökmenin yaklaşık % 30'una ulaşmaktadır. Çözümler, çökmenin statik bileşenini belirleyen parametrelerin (rijitlik katsayısı/elastiklik modülü ve dolgunun eğilme rijitliği) kuvvetlendirilmesine odaklanmalıdır.

Çökmelerin ölçümleri ve ilk modelleme, dolgu ve temeldeki mekanizmanın tanınmasını ve zayıflık kaynaklarını belirlemeyi sağlamıştır. Bu, dolgunun iyileştirilmesi ve çökme miktarının azaltılması için değerlendirilebilir bir çözüm konusundaki ilk adımdır. Modelde kullanılan parametrelerin onaylanması için zemin araştırması da önemli bir adım olacaktır.

Dolgu ve/veya taman zemininin iyileştirilmesi ya da sertleştirilmesi ve balast tabanına geotekstil izgara serilmesi ilk akla gelen önlemlerdir.

Yüksek hızlı trafikte önemli projelendirme görevlerinden birisi, yol yatağı- dolgu – altyapı sistemlerinin dinamik davranışlarının analizidir. Amaç, rastlanan titreşimler ve titreşimin altyapıya iletilmesini ve orada yayılmasını minimize etmektir. Bu konuda yol yatağı tabakaları (YYT) ve taban zeminin esneklikleri, geleneksel tanımı ile “yatak katsayısı” çok önemli rol oynar. Aşağıda (4) nolu kaynaktan yararlanılarak, bu konu özetlenmiştir.

Yapılan araştırma sonuçlarına göre, aşağıdaki çelişkili etkilere karşı yol için en uygun bir düşey rijitlik vardır:

- a) Yüksek düşey rijitliğe sahip yollarda ray üzerinde daha aşırı dinamik yükler oluşur,
- b) Aşırı esnek yollarda taşıt tarafından daha fazla enerji yapıya iletilerek boşa harcanır.

Balast çökmesi eşitliğindeki ikinci faktör olan balast tabakası içindeki ivmelenme hemen hemen analiz edilmiştir. Bununla birlikte yol altyapısında ve özellikle balast tabakasında trafik tarafından oluşturulan titreşimlerin düzeyine de önemlidir. Yapılan çalışmalara göre, balast içindeki titreşim hızı, bu malzemenin hızlı kötüleşmesini önlemek için, 15 – 18 mm/san.'yi aşmamalıdır. Ancak, 250 Km/saat seyir hızlarına kadar titreşim hızlarının 30 mm/san civarında olduğu ölçülmüştür. Prud'Homme, TGV hızlı treni tarafından farklı hızlarda balast tabakası içindeki ivmelenmelerin Tablo 2'deki gibi olduğunu belirtmiştir.

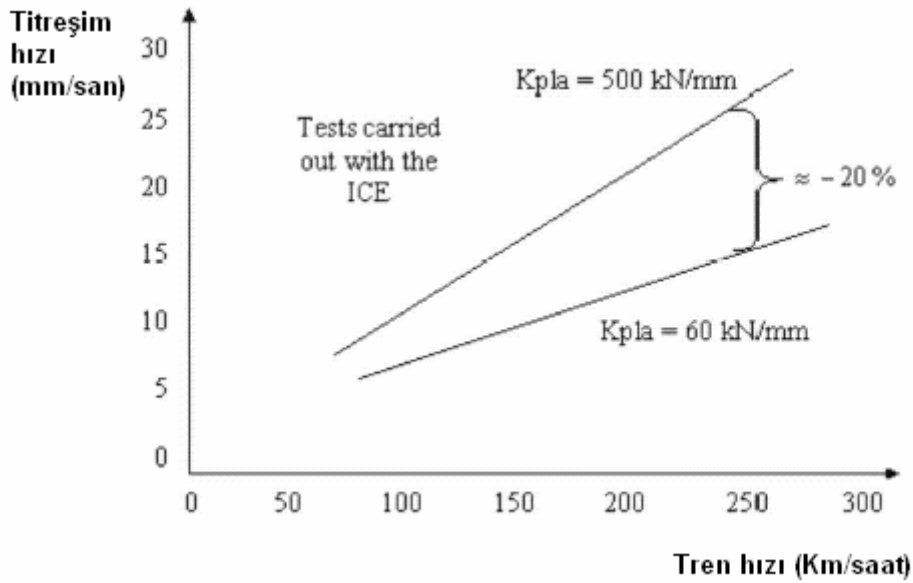
Amaç, yolun yapısal tasarımındaki iyileştirmelerin balast tabakası içinde oluşan ve özellikle yüksek hızlarda zararlı olan titreşimlerin düzeyinin azaltılması konusunda yardımcı olup olmayacağını ve yolun düşey rijitliğinin etkisinin belirlenmesidir. Bu kapsamda Almanya Demiryolları tarafından yükleme plakası ile yapılan düşey rijitlikte (normal yollardaki mesnet levhalarının rijitliğinin beşte birine) azaltma ölçümleri, balast tabakasında taşıtların oluşturduğu titreşim hızlarında farkedilir azalma olduğunu göstermiştir. Şekil 4'de görüldüğü gibi, (titreşim hızı / seyir hızı) oranında da küçük bir sapma oluşmaktadır. Kısaca, yolun düşey rijitliğinin azaltılmasının, yol geometrisindeki bozulmanın azaltılmasında önemli bir rol oynayacağını varsaymak mantıklıdır. Çünkü,

- a) Taşıtların askıya alınmamış (süspansedilmemiş) kütlelerinin yolda oluşturacakları düşey dinamik gerilmelerin sınırlandırılmasına yardımcı olur,
- b) Özellikle yüksek elastisiteye sahip mesnet levhaları ile, balast danelerinin titreşim hızlarının seyir hızına göre azaltılmasına yardımcı olur.

Bunun karşılığı olarak, yoldaki düşey rijitliğin daha az olması, yüksek hızlarda daha fazla enerji kaybına ve dolayısıyla daha yüksek işletme maliyetlerine yolaçar.

Tablo 2. TGV 001 ile balast tabakası içinde ölçülen ivmeler

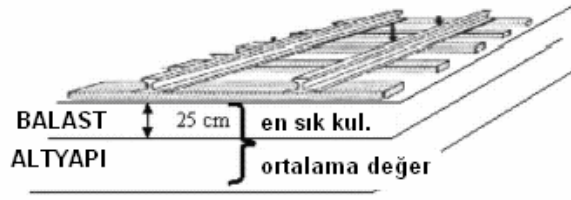
Hız (Km/saat)	Balast tabakası içindeki ivmelenme (g)
140	0,88
300	1,40



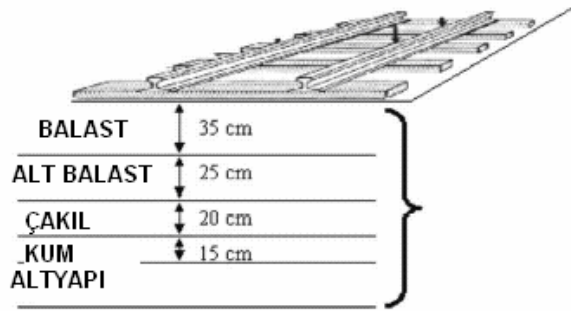
Şekil 4. Mesnet levhasının elastikliğinin, balastın titreşimine etkisi

Şekil 5’de grafik olarak geleneksel bir demiryolu ile yüksek hızlı bir demiryolu hattı, enkesitleri ile birlikte görülmektedir. Yüksek hızlı demiryollarında traverslerin altında çok sayıda malzeme bulunması, balast – platform sisteminin düşey rijitliğinin, geleneksel bir demiryolunun düşey rijitliğinden 2 – 3 kat daha büyük değerlere ulaşmasına neden olur. Bu şekiller, Fransız yüksek hızlı demiryolu hatlarının tasarım kriterine karşıt gelir. Almanya’daki ilk yüksek hızlı demiryolu hatlarının durumu ise Şekil 5’te görülmektedir.

a) GELENEKSEL YOLLARDA (35 kN /mm)



b) YÜKSEK HIZLI YOLLARDA (72 - 107 kN /mm)



Şekil 5. Balast-Altyapı sisteminin düşey rijitliklerinin karakteristik değerleri

Eisenmann and Rump'a göre yolun bu yapısal biçimi, Tablo 3'te görüldüğü gibi, yüksek balast katsayısına yolaçar (yolun düşey rijitliğinin indirekt ölçütü). Bu tablodaki sonuçlar, Almanya yüksek hızlı demiryollarından yerinde yapılan deneysel ölçümlere karşıt gelmektedir. Değerler, yeni Almanya yüksek hızlı demiryollarının geleneksel yollarınınkinin iki katından fazla balast katsayısına sahip olduğunu göstermektedir. Bu araştırmalara göre, bu gerçek yüksek hızlı demiryolunun geometrik kalitesinin erken bozulması anlamına gelmektedir.

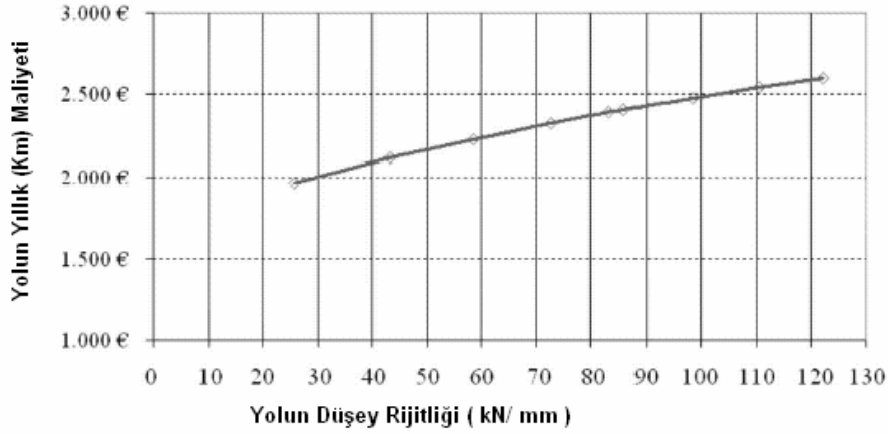
Tablo 3. Bazı Almanya demiryollarında balast katsayıları.

Yol Tipi	Yapı Tipi	Balast Katsayısı (N/mm ³)
Eski ve iyileştirilmiş	Az dayanım kapasitesi	0,05
	İyi kalite	0,15
Yeni yol Hannover – Würzburg Mannheim - Stuttgart	Doğal platform	0,30 – 0,40
	Köprüler ve tüneller	0,40 – 0,50

Bir Yüksek Hızlı Demiryolu İçin En Uygun Düşey Rijitlik Değeri (4)

Yolun düşey rijitliği için en uygun bir değer bulunması önerilir. Bu en uygun değer, iki farklı görüş açısına göre tartışılabilir; ilki, fazla esnek bir yolun neden olduğu yüksek enerji maliyetleri, ikincisi yüksek düşey rijitliğe sahip bir yolda geometrik kalitenin korunması için bakım maliyetlerinin artmasıdır.

Eğer yolun geometrik kalitesindeki bozulma düzeyi ile, bu bozulmanın oluşturacağı bakım maliyetleri arasındaki direkt ilişkinin varlığı makul geçerli kabul edilebilirse, bakım maliyetlerinin Şekil 6'daki gibi bir evrim yarasını izleyeceği kabul edilebilir.



Şekil 6. Bakım Maliyetlerinin Düşey Rijitlikle Değişimi

Bu evrimi ekonomik terimlerle ölçülendirmek için olası yaklaşımlardan birisi, bir yolun ilgili bakım maliyetlerini bilinen bir düşey rijitlikle ilişkilendirilmesine bağlıdır. Bu yöntemde, bakım maliyetlerinin diğer farklı düşey rijitlik değerleri için ekstrapolasyonu mümkün olabilir.

Bu konuda Paris ve Lyon arasındaki hızlı demiryolu hattından harika referanslar elde edilebilir. Aslında bu hatta yolun düşey rijitliği, Alias and Prud'Homme tarafından 80 kN/mm olarak belirtilmiştir. Yol geometrisi bakım maliyetleri ile ilişkili olarak, SNCF tarafından yayınlanan sonuçlar, yaklaşık ortalama yıllık maliyet, yolun Km'si başına 2400 Euro/km'dir. Şu konunun açıklanması önemlidir; bu ekonomik değer sadece, direkt olarak geometrik kalite bozulması ile ilişkili olan, buraj ve yol doğrultulması işlemleri ile ilişkilidir. Ray taşlanması, yol aygıtlarının iyileştirilmesi, yönetim personeli ve malzemelerin temini vb. bu değere katılmamıştır.

Yol üzerine dağılarak boşa harcanan enerjinin ekonomik etkisi, şöyle değerlendirilebilir. Sauvage and Fortin tarafından elde edilen sonuçlar esas alınarak, UIC 60 rayının kullanıldığı bir hızlı demiryolu hattında dağılan enerjinin miktarını değerlendirebilmek için, bu yazarlar tarafından yayınlanan sonuçlar Şekil 7'de görülmektedir. Bu yolla, 300 km/saat sabit hızla seyreden bir tren için, 8,15 ton'luk bir tekerlek tarafından kilometre başına basitleştirilmiş yaklaşık E_i enerji dağılımı değerlendirilebilir (TGV ve AVE trenleri için).

Aşağıda bu konuda bir örnek yapılmıştır:

1. Çok esnek ($K = 26 \text{ kN/mm}$) bir yol için:

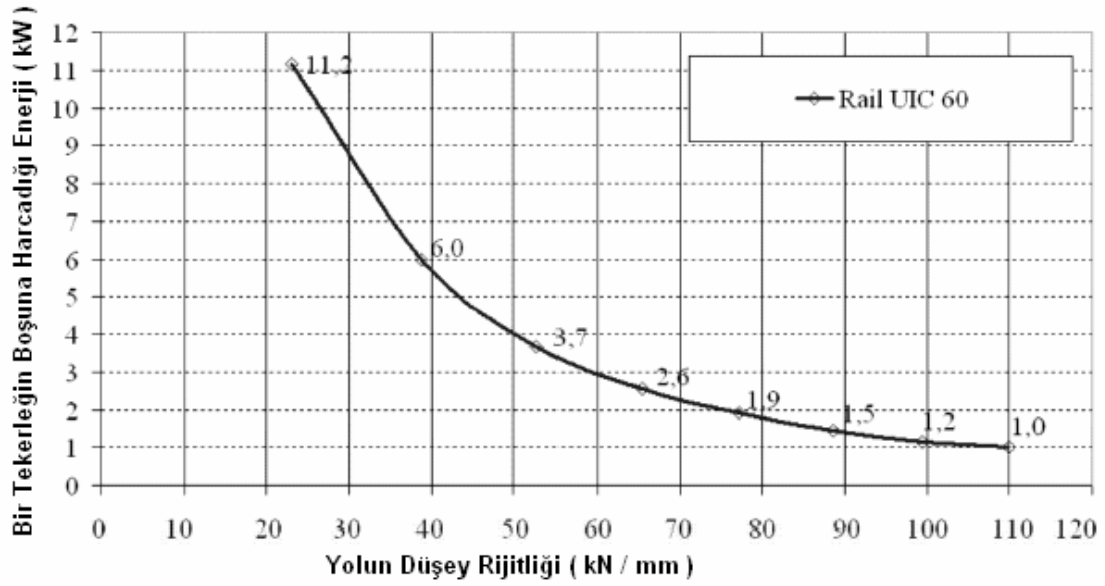
$$E_1 = P_1 \Delta t$$

$$= 11,2 \text{ kW} \frac{1 \text{ Km}}{300 \text{ Km / saat}}$$
$$= 0,0373 \text{ kWsaat}$$

2. Çok rijit ($K = 122 \text{ kN/mm}$) bir yol için:

$$E_2 = P_2 \Delta t$$

$$= 1,0 \text{ kW} \frac{1 \text{ Km}}{300 \text{ Km / saat}}$$
$$= 0,0033 \text{ kWsaat}$$



Şekil 7. Yolun rijitliğinin, 300 Km/saat hızda, bir tekerlek tarafından boşuna harcanan enerji miktarına yaklaşık etkisi (UIC 60 rayı için)

Madrid – Seville arasındaki İspanya hızlı tren hattı için trafik 23 AVE treni / gün-yön 'dür. Bu trenlerin kütlesi 421,5 ton olup, senede bu yolda kilometre başına dağılan E_i enerjisi şöyle olacaktır:

1. Çok esnek (K = 26 kN/mm) bir yol için:

$$E_1' = 0,0373 \text{ kWsaat} \frac{421,5t}{8,15t} \frac{23\text{tren}}{\text{gün}} \frac{365\text{gün}}{\text{yu}}$$

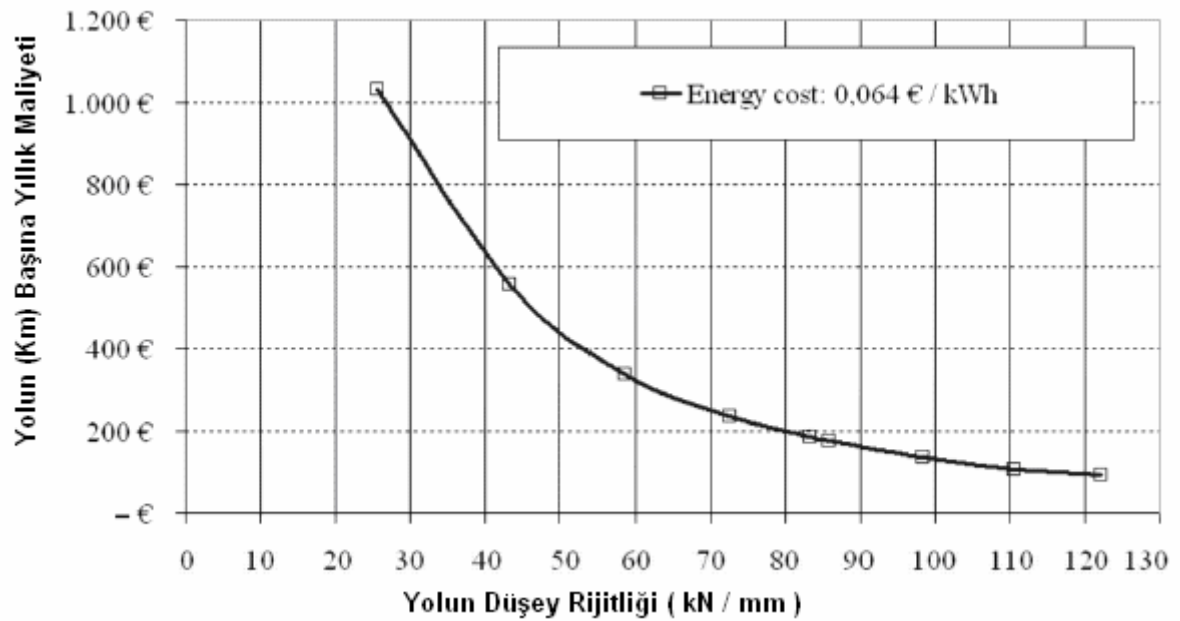
$$= 16137 \text{ kWsaat} / \text{Km.yu}$$

2. Çok rijit (K = 122 kN/mm) bir yol için:

$$E_2' = 0,0033 \text{ kWsaat} \frac{421,5t}{8,15t} \frac{23\text{tren}}{\text{gün}} \frac{365\text{gün}}{\text{yu}}$$

$$= 1447 \text{ kW.saat} / \text{Km.yu}$$

İspanya'da çekim maliyetinin 0,064 Euro / kWsaat olduğu hatırlanırsa, Şekil 8'deki grafiğin çizilmesi uygun olur.



Şekil 8. Yüksek Hızlı Demiryolunun (Km) Başına Boşa Harcanan Enerjinin Tahmini Yıllık Maliyetleri (Günde bir yönde 23 TGV yolcu treninin çalıştığı demiryolu için)

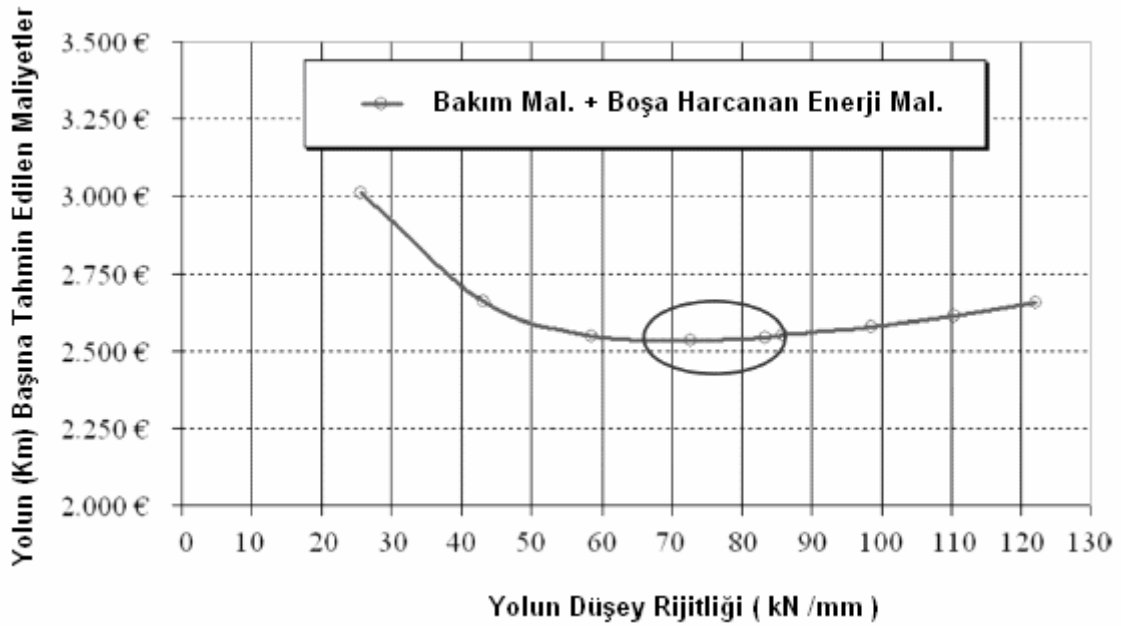
Hem yolun düşey rijitliğinin yolun geometrik bakım maliyetlerinin, hem de dağılarak boşa harcanan enerji maliyetlerinin etkileri ile ilgili öncelikli düşünceler temel alınarak, optimum (en uygun) düşey rijitlik için bir eşik tanımlamak mümkün olur.

Bu eşik, bu ikili perspektif açısından toplam minimum maliyete yönlendirir: geometrik kalitenin korunması maliyeti ve kaybedilen enerji maliyetleri.

Şekil 9'daki grafik, optimum düşey rijitlik eşiğinin 70 ile 80 kN/mm arasında olacağını gösterir. Açık ki, bu büyüklükler bunları elde etmek için kullanılan hipotezlere dayanır, özellikle şunlara:

- Kilowatt-saat başına kabul edilen maliyet;
- Referans olarak alınan düşey rijitlik;
- Dikkate alınan yol geometrisi bakım maliyeti

Bununla birlikte, sözü edilen büyüklüklerdeki makul değişimler esas alınarak gerçekleştirilen simülasyonlar, yukarıdaki aralıkta optimum düşey rijitlik için bulunan değerlerin uygun olduğunu göstermiştir. Ayrıca belirtilmesi gereken konu, yapılan araştırmanın kesin bir değer bulma amacı gütmemesi, yüksek hızlı demiryollarında yol düşey rijitliği için arzu edilen değerlerle ilgili yaklaşımın doğrulanmasını sağlamak amacını gütmesidir.



Şekil 9. Yol Rijitliği İle Toplam Maliyetler Arasındaki İlişki

Yüksek Hızlı Hatlarda Mesnet Levhalarının Düşey Rijitliği (4)

Yüksek hızlı demiryollarının yapımı, taşıtlar tarafından yola düşey olarak aktarılan dinamik etkileri azaltmak amacıyla, esnek yol yapıları için araştırmaları çoğaltmıştır. Bu konuda Fransız demiryolları, yeni Paris – Lyon hattında travers ile ray arasında bir mesnet levhası konulması yolunu tercih etmiştir. Bu levha maksimum hızın 200 Km/Saat olduğu hatlarda kullanılan 4,5 mm kalınlıktakinin 2 katı (9 mm) kalınlıktadır.

Rijitlik konusunda, yüksek hızlı hatlar için yeni levha için 90 kN/mm önerilir, bu değer geleneksel levhaninkinden (150 kN/mm) farklıdır.

Almanya demiryolları Hannover – Würzburg ve Mannheim – Stuttgart arasındaki ilk yüksek hızlı hatlarda UIC 60 B 70 W olarak bilinen ve düşey rijitliği 500 kN /mm olan ZW 687a mesnet levhası kullanılan üstyapı modelini kullanmıştır. Daha sonra düşey rijitliği 60 kN/mm olan mesnet levhasının kullanıldığı UIC 60 B 70 W 14 k 900 modeli uygulanmıştır. Bu Hannover – Berlin arasındaki yeni hızlı demiryolu hattının balastlı bir kesiminde kullanılmıştır. Bu arada 63 cm aralıklı B 75 travere Ioary - 300 tipi bağlantılarla bağlı ve 10 cm varan kalınlıklardaki 27 kN/mm düşey rijitlikteki mesnet levhaları üzerine döşenen 60 Kg/m raylardan oluşan yeni bir üstyapı tipi tasarlanmıştır. Bu model Hannover – Berlin yüksek hızlı hattında Stendal yakınlarında 14 Km yola döşenmiştir.

Madrid – Seville yüksek hızlı düşey rijitliği 400 – 500 kN/mm olan 6 mm kalınlıktaki EVA mesnet levhası kullanılmıştır. Madrid – Barcelona yeni hızlı hattında ortalama rijitliği 100 kN/mm olan 7 mm kalınlıktaki levha kullanılmıştır. Bu konudaki bilgiler Tablo 4’de verilmiştir. Bunların farklılıkları ray mesnetlenmesinde dikkate değer etkiler yapmaktadır.

Tablo 4. Mesnet Levhası Düşey Rijitliği

Yol Tipi	Mesnet Levhası Düşey Rijitliği K_{ml} (kN / mm)
<u>Geleneksel Demiryolları</u>	
Fransa Ulusal Demiryolları	150
Almanya Ulusal Demiryolları	500
<u>Yüksek Hızlı Demiryolları</u>	
Paris – Lyon Demiryolu	90
Hannover – Würzburg ve Mannheim – Stuttgart Demiryolu	500
Hannover – Berlin Demiryolu	60
Hannover – Berlin Demiryolu (Stendal civarı)	27

Önceki hipotezlere göre rayın altındaki toplam düşey rijitlik şu formülle tahmin edilir:

$$K_s = \frac{K_{ml}K_{bpl}}{K_{ml} + K_{bpl}} \quad (8)$$

K_s = Mesnet levhası ve balastlı platform sisteminin oluşturduğu ray mesnetlenmesi düşey rijitliği
 K_{ml} = Mesnet levhasının düşey rijitliği
 K_{bp} = Balastlı platform sisteminin düşey rijitliği

Fransa ve Almanya hatlarındaki mesnet levhalarının rijitlikleri arasındaki dikkati çeken farklılıklar, ray mesnetlenme rijitliği konusunda dikkati çeken farklılıklar oluşturur. Dolayısıyla, yüksek hızlı hatlardaki mesnet levhalarının düşey rijitliklerinin arzu edilen değerlerinin merak edilmesi akılcı görünmektedir. Yaklaşık yanıt şöyle olabilir:

Yüksek hızlı hatlarda balast-platform sisteminin düşey rijitliği yaklaşık 98 kN/mm'dir. Eğer yol için arzu edilen düşey rijitliğin 75 kN/mm olduğu (Şekil 9) varsayılırsa, mesnet levhalarının yaklaşık 30 – 50 kN/mm değerinde bir rijitliğe sahip olmaları gerektiği kolaylıkla ortaya çıkar. Mesnet levhasının esneklik etkisinin, balast içindeki titreşimlerin düzeyinin azaltılmasındaki yararlı etkiyi de unutmamak gerekir.

Deneyimler ve deneysel sonuçlar göstermektedir ki, düşey rijitlikteki bir artış, taşıtların ray üzerinde oluşturacakları düşey gerilmeler üzerinde negatif bir etki yapmaktadır. Bununla birlikte, düşey rijitlikteki böyle bir değişim, yol içine gereksiz yere dağılan enerji miktarını da azaltır. Bu çelişki (ikilem), düşey rijitlik için, hem yol geometrisinin bakım maliyetleri ve hem de enerji maliyetleri ile ilgili ekonomik maliyetleri minimize edecek bir optimum değer bulmak için çaba harcanmasını önerilir duruma getirir.

Yapılan araştırma, yüksek hızlı hatlarda yolun düşey rijitliği için optimum değerlerin 70 – 80 kN/mm olacağını göstermiştir. Bu sonucun elde edilmesinde kullanılan hipotezler, hattan hata değişebilir, ancak bütünsel olarak bu hipotezlerin etkisi elde edilen sonuçları fazla değiştirmez. Bu çalışmada ayrıca, yüksek hızlı hatlarda kullanılan ve 90 ile 500 kN/mm arasında değişen mesnet levhaları düşey rijitlikleri için önerilebilecek değerler de incelenmiş, sonuç olarak 30 – 50 kN/mm bulunmuştur. Bu konudaki optimizasyon, hem taşıtların yola ilettikleri düşey gerilmeleri, hem de balast tabakası içindeki titreşimleri azaltmak konularında yararlı olacaktır.

Yüksek hızlı demiryolları için altyapıtasarım ilkeleri (5)

Yol modelleri, yol üstyapı ve altyapı bileşenlerini, trafik yüklerinin sistem içindeki gerilme ve şekil değiştirmeye etkilerinin belirlenmesindeki karmaşık etkileşimlerini uygun bir şekilde tanımlamak için kullanılırlar. Geleneksel olarak elastik tabana oturan kiriş modeli, demiryolu üstyapısının tanımlanmasında kullanılmaktadır. Bu modelde, herbir rayın elastik tabana oturmuş bir elastik kiriş gibi davrandığı varsayılır ve bir noktadaki şekil değiştirmenin yalnızca bu nokta üzerindeki yükten oluştuğu varsayılır. Bu modelde traverslerden balasta aktarılan basınç tahmin edilebilir ve alt tabakalara uygulanan düşey gerilmeler, Boussinesq'nin eşitliklerinin entegrasyonu ile hesaplanır. Bilgisayar teknolojilerinin ilerlemesi ile düşey tekerlek yükleri altında hat yapısının tasarımı için düşey yükler altındaki Katmanlı Elastik Teori veya Sonlu Elemanlar Yöntemleri benimsenmiştir. Bu yöntemler plastik, viskoz ve visko-elastik şekil değiştirmeleri lineer olmayan karakteristikleri ile dikkate alabilirler.

Analitik yöntemde, altyapının her katmanını karakterize etmek için elastik parametrelere gereksinim duyulur. Tipik olarak esneklik modülü ve poisson oranı

parametreleri kullanılır. Esneklik modülü ana gerilme doğrultusunda gerilmenin esnek şekil değiştirmeye oranı olarak, malzemelerle yapılan laboratuvar testleri ile, ya direkt olarak, ya da yerinde yapılan tepki ölçümlerinin analizi ile belirlenir. Poisson oran ise genellikle tahmin edilir.

Demiryolu altyapısı granüler, ince daneli ya da bunların karışımından oluşabilir. Granüler malzemelerin tekrarlı yükler altında davranışı lineer değildir ve gerilmelere bağlıdır. Başlangıçta her tekrarlanan yük için plastik şekil değiştirmeler oluşurken, tekrarlı yüklerin artması ile plastik şekil değiştirmenin büyüklüğü azalır. Sonunda eğer gerilmelerin derecesi hafiflerse, belirli yük tekrarından sonra esnek şekil değiştirme sabit hale gelir ve malzeme elastik davranır. Gerilme seviyesi esneklik modülünü etkileyen birincil faktördür. Esneklik modülü, içerilen gerilme ile önemli değerlerde artar ve kayma bozukluğuna ulaşıncaya kadar tekrarlanan gerilme ile az miktarda artar.

İnce daneli zeminlerde gerilmeler esneklik modülüne birincil etki etmektedir. Tüm diğer etkenler sabit tutulduğunda, artan gerilme ile, esneklik modülü doğrusal olmayan bir şekilde azalmaktadır. İnce daneli zeminler için kurulan modellerde öncelikle esneklik modülü ile saptırıcı gerilmeler arasındaki ilişkiler olarak ortaya konulmaktadır.

Granüler ve ince daneli tabakaların birbirleri ile olan etkileşimleri de tasarımda önemlidir. Örneğin balast tabakasının yumuşak taban zeminleri üzerine döşenmesi durumunda, çökmeler kısmen balastın yük dağıtım yeteneği (rijitliği) ile kontrol edilebilir. Bu taban zeminine iletilen gerilmelerin düzeyini kontrol eder. Bununla beraber, altyapının aktarılan gerilmeye tepkisi yayılan kuvvetin miktarını etkileyecektir. Yani tabaka etkileşimleri, gerilme dağılımını, her tabakada oluşan toplam elastik ve plastik şekil değiştirmeleri ve bu tabakaların bu gerilmelere karşı tepkilerini etkileyecektir. Bu nedenle olanaklar ölçüsünde gerçeğe yakın arazi koşullarını çoğaltacak koşullarda, ilgili ve anlamlı malzeme özellikleri belirlenmelidir.

Gerilmelerin ve şekil değiştirmelerin trafik tarafından tekrarlanmasının yığılımlı etkisi, yol altyapısını artan bir şekilde zayıflatır. Balast yapısının oluşturulmasının nedeni, tasarım projesinin birincil amacını gerçekleştirmek, yani altyapıyı korumaktır. Taban zemininde trafik kaynaklı bozulmaların birincil türleri, balast tarafından altyapıda oluşturulan sürtünme yıpranmaları, ilerlemiş kesme göçükleri, masif kesme kopmaları ve plastik şekil değiştirmelerin yığılımları ile aşırı düzeylerde çökmelerdir. Bu bozulmalar daha çok ince daneli zeminlerle ilgilidir. Altyapı sürtünme yıpranmaları, balast ve altyapının arayüzündeki görelî hareketlerin bir sonucu olarak meydana gelir. Bunu önlemek için genelde uygulanan yöntem, arayüze bir kum tabakası döşenmesidir.

Yinelenen ve artan kesme bozulmaları, en fazla tekrarlanan gerilmelerin zemini kesmeye maruz bırakacak ve kalıbını değiştirecek yeterli yükseklikteki değerlere ulaştığı altyapının en üst kısmında oluşmaktadır. Bu tür bozulmalarda, aşırı gerilmeye maruz zemin, bir taşıma kapasitesi buzukluğu şekline yol açılacak şekilde, yolun altından yanlara ve yukarıya doğru sıkıştırılır. Bu durum daha yüksek iç sürtünmeye sahip iri daneli malzemeler için daha ufak bir problemdir. Çünkü uygulanan normal gerilmeye bağlı olarak kayma mukavemetindeki artış, oluşan kayma gerilmesindeki artıştan fazla olur. Plastik şekil değiştirme sonucu aşırı bir çökme oluşması sorunu, taban zemininin artan sıkışması nedeniyle kayma şekil değiştirmesinin düşey bileşeni bir "balast cebi" oluşmasına yolaçabilir. Bunları önlemek için bir koruyucu kum tabakası döşenmesi önerilir.

İnce daneli malzemelerde kalıcı şekil değiştirme, periyodik yüklerin sayısının bir fonksiyonu olarak gösterilir. Ek olarak, granüler malzemelerde, tekrarlanan kesme gerilmelerinin üzerinde bir değere çıktığında şekil değiştirmenin birikim oranının hızlı bir şekilde arttığı genel kabul görmektedir. Bu kritik gerilme derecesi eşik gerilme olarak bilinmektedir. Tekrarlı dinamik yüklemenin altında ince daneli zeminlerin kalıcı şekil değiştirmelerinin tahmini için birkaç model ileri sürülmüştür. Genelde kullanılan, en güçlü formlardan biri şudur:

$$\varepsilon_p = AN^b$$

Burada ε_p , toplam plastik şekil değiştirme yüzdesi, N tekrarlı yükleme uygulamalarının sayısı olup, A ve b gerilme durumları ve malzeme özellikleri ile ilişkili parametrelerdir. Li ve Selig (1996), aşağıdaki versiyonu önermişlerdir:

$$\varepsilon_p = a \left(\frac{\sigma_d}{\sigma_s} \right)^m N^b$$

Burada, a, m ve b malzeme parametreleri, σ_d etkili gerilme ve σ_s zeminin statik mukavemetidir

Altyapıyı korumak ve geliştirmek için gereksinimler, başlangıçtan beri sürmektedir. Altyapının korunması ve geliştirilmesi gereksinimi, demiryollarının kullanılmasından bu yana süregelmiştir. Probleme yaklaşım şöyleydi:

- altyapı malzemesinin kendisinin değiştirilmesi ya da onun kuvvetli malzemelerle kuvvetlendirilmesi, ya da
- altyapıyı korumak ve yapısını bir koruma tabakasıyla kuvvetlendirmek.

Bugün her iki yöntem uygulanıyor olsa da, doğru olarak boyutlandırılmış ve sıkıştırılmış çakıl ve kum karışımı özel bir karışımdan oluşturulan örtünün uygulanmasının, en dayanıklı yapıyı oluşturacağı anlaşılmıştır.

Taşıma kapasitesini ölçmek için, Plaka Yükleme Deneyi ile belirlenen ve birimi MN/m² olan E_{v1} ve E_{v2} şekil değiştirme modülleri kullanılır. 30 cm yarıçapındaki bir dairesel plak $\sigma_{max} = 0,5$ MN/m² değerindeki gerilmeye erişilene dek, kademeli olarak yüklenir. Birinci yükleme sonucunun değeri E_{v1} ve ikinci yükleme sonucu E_{v2} değerlerini verir.

$$E_{v2} = \frac{1,5 * \Delta\sigma * r}{\Delta s_2}$$

E_{v2} : Şekil değiştirme modülü (MN/m²)

C : 0,3 σ_{max} ile 0,7 σ_{max} (MN/m²) arasındaki fark

R : Yükleme plağının yarıçapı (mm)

Δs : $0,3 \sigma_{\max}$ ile $0,7 \sigma_{\max}$ arasındaki sıkışma (mm)

Şekil değiştirme modülünün değerleri şöyle olmalıdır:

$$V \leq 160 \text{ Km/saat için } \geq 50 \text{ MN/m}^2$$

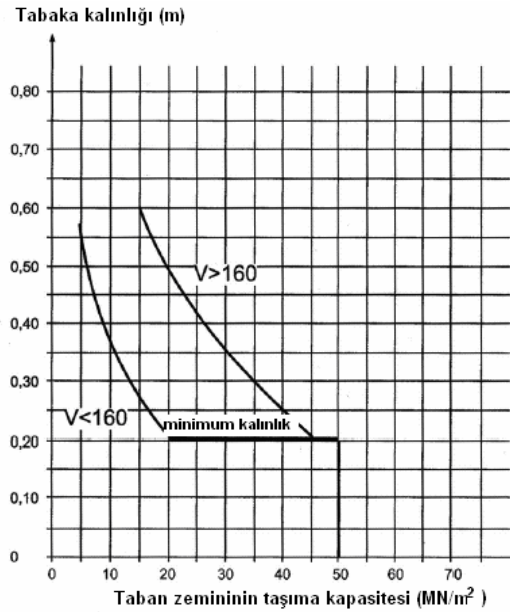
$$V > 160 \text{ Km/saat için } \geq 80 \text{ MN/m}^2$$

Bu deney çok zaman gerektiriyorsa, dinamik yükleme deneyi sonucu elde edilen E_{vd} değerleri kullanılabilir. E_{v2} değerleri ile CBR (California Bearing Test) arasında iyi bir korelasyon vardır. Almanya Demiryolları ortalama olarak $1\% \text{ CBR} = 13 \text{ MN/m}^2$ ve $10\% \text{ CBR} = 40 \text{ MN/m}^2$ olarak almaktadır.

Altyapıyı koruma amacıyla oluşturulacak tabakanın kalınlığı 2 ölçütle belirlenir:

1. Dondan Koruma ; kalınlık, kış aylarındaki sıcaklığa -uzun süreli kayıtlar bir referans olarak alınır- ve altyapı zemininin kompozisyonuna bağlıdır.
2. Taşıma Kapasitesi ; kalınlık, altyapının taşıma kapasitesine ve koruma tabakası üzerinde olması istenen taşıma kapasitesine bağlıdır, Şekil 10'da bu parametreler arasındaki ilişki gösterilmiştir.

İki hesabın sonuçları farklı değerler verirse, bunlardan büyük olanı alınmalıdır. Don olayının olmadığı bölgelerde sadece 2. kriter dikkate alınır. Minimum kalınlık ise 20 cm'dir.



ŞEKİL 10. Dondan koruma tabakası kalınlığı için diyagram.

Kaynaklar

- (1) Erel Aydın (2006), Trakya demiryolu hattı iyileştirilmesi için standartlar, TCDD Genel Müdürlüğü için Yüksel Proje A.Ş. adına hazırlanmıştır.
- (2) Woldringh R.F., New B.M. (1999), Embankment design for high speed trains on soft soils, Geotechnical Engineering for Transportation Infrastructure, Barends et al. (eds) Balkema, Rotterdam, ISBN 90 5809 047 7.
- (3) Hendry M., Hughes D., Barbour L., Atkinson M. (1996), Measurement and modelling the train induced dynamic response of a railway track and embankment constructed over a soft peat foundation, Departments of Civil Engineering in University of Saskatchewan, Canada, Queen's University Belfast, Ireland, UK, and Northern Ireland Railways, Belfast, Northern Ireland, UK.
- (4) Pita A. L., Teixeira P.F. Robuste F. (2004), Center for Innovation in Transport (CENIT), Technical University of Catalonia, Barcelona, Spain, High speed and track deterioration: the role of vertical stiffness of the track, Instn Mech. Engrs Vol. 218 Part F: J. Rail and Rapid Transit
- (5) Burrow M., Ghataora G., Stirling A. (2004), Rail research UK, department of civil engineering, University of Birmingham, A rational approach to railway track substructure design, Birmingham, UK.

Esnek Üstyapıların Mekanik Özelliklerinin Geri-Hesaplanmasında Yapay Zeka Kullanımı

A. Burak Göktepe

Dr., Kolin İnşaat A.Ş., Akköy Brajı ve HES İnşaatı, Kürtün, Gümüşhane

Tel: (456) 723 41 00

E-Posta: abgoktepe@gmail.com

Emine Ağar, A. Hilmi Lav

Prof. Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Maslak, İstanbul

Tel: (212) 285 36 68, 285 65 35

E-Posta: eagar@srv.ins.itu.edu.tr, lav@itu.edu.tr

Öz

Esnek üstyapıların mekanik özelliklerinin hesaplanabilmesi için, tahribatsız deney metotları yaygın olarak tercih edilmektedir. Tahribatsız deney metotları arasında en çok kullanılanlardan birisi ise, Düşen Ağırlık Deflektometresi (FWD) yöntemidir. Bu yöntem ile, kaplama üzerindeki çeşitli noktalarda uygulanan yük sebebi ile meydana gelen zamana bağlı defleksiyon değerleri ölçülmektedir. Elde edilen bu değerler, geri-hesaplama programları yardımı ile üstyapıya ait mekanik özelliklerin hesaplanmasında kullanılmaktadır. Böylece, üstyapının mevcut durumunu değerlendirme ve geleceği ile ilgili tahmin yapabilmek mümkün olmaktadır. Geçmiş yıllarda yapılan çalışmalarda, FWD verilerini kullanan geri-hesaplama modelleri için geleneksel optimizasyon algoritmaları ve yapısal analiz yöntemleri tercih edilmekte iken, son yıllarda geliştirilen modellerde, yapay sinir ağları, bulanık mantık ve genetik algoritma gibi yapay zeka teknikleri kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada, esnek üstyapı tabakalarındaki mekanik özelliklerin FWD verileri ile geri-hesaplanmasında yapay zeka tekniklerinin kullanımı ile ilgili detaylı bilgiler verilmekte, kapsamlı bir literatür taraması sunulmakta ve yapay sinir ağları yardımı ile bir geri-hesaplama problemi çözülerek sonuçları tartışılmaktadır. Kurulan yapay sinir ağı modelinin eğitimi için gerekli olan sentetik veritabanının elde edilmesi için sonlu elamanlar yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda, esnek üstyapı bakım-onarım stratejileri belirleyen ulaştırma mühendislerine yeni bir bakış açısı sunulması amaçlanmıştır.

Anahtar sözcükler: Üstyapı, Tahribatsız deney yöntemleri, Geri-hesaplama, Yapay zeka, Yapay sinir ağları.

Giriş

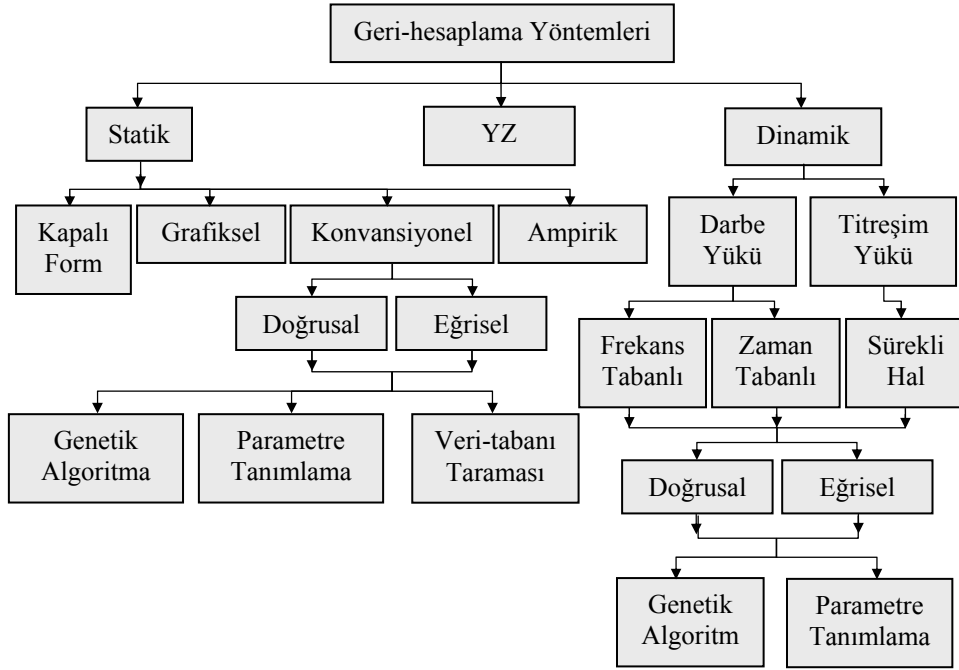
Mevcut bir esnek üstyapının fiziksel durumu hakkında bilgi edinmek ve uygun bakım programını seçmek için mekanik özelliklerin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Tahribatsız deney yöntemleri (NDT), üstyapıya zarar vermemesi ve kolay uygulanabilirliği nedeni ile yaygın olarak tercih edilmektedir. Tahribatsız deney

yöntemlerini temel olarak iki grup halinde ele alabiliriz: (a) Defleksiyon çanağı yöntemleri ve (b) yüzey dalgası analizi. İlk gruba giren yöntemler, tatbik edilen yük nedeni ile oluşan defleksiyonların merkezde ve merkezden belirli uzaklıklarda ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Böylece, bu değerlerin oluşturduğu defleksiyon çanağı ile tabakalara ait mekanik özellikler (modül değerleri) arasında bir korelasyon kurmak hedeflenmektedir. Yapılan analizlerde, uygulanan yükün türü ile büyüklüğünün yanı sıra, temas alanı ve tatbik süresi de hesaba katılmaktadır. Temel olarak, defleksiyon çanağı yöntemleri arasındaki farklılık, yükleme şekilleri, yük özellikleri, ölçüm yerleri ve ölçüm şekline kaynaklanmaktadır. Günümüzde en popüler defleksiyon çanağı yöntemleri arasında düşen ağırlık deflektometresi (FWD) ve hareketli ağırlık deflektometresi (RWD) başı çekmektedir (Stolle, 1991; Göktepe ve diğ., 2005). Diğer yandan, yüzey dalgası analizi teknikleri, jeofiziğin temel ilkelerine göre geliştirilmiştir ve tatbik edilen etki sonrasında oluşan Rayleigh dalgalarının kaplama yüzeyi boyunca hareketinin kaydedilmesi esasına dayanmaktadır. Böylece, dalga hızları ve dalga boylarının spektral analizinin yapılması ile dalganın geçtiği ortamların rijitlikleri hakkında bilgi elde edilmektedir (Nazarian and Stokoe, 1989).

Defleksiyon çanağı yöntemleri ile elde edilen veriler, belirli noktalardaki yer değiştirme bilgilerini içermektedir. Fakat bu değerler normalde, yapısal bir analiz sonucunda elde edilen çıktı değerleridir. Diğer bir deyişle, yapısal bir analiz (sonlu elemanlar, tabakalı elastisite teorisi, v.b.) gerçekleştirildiğinde defleksiyon değerleri bulunmaktadır; fakat bu değerler, tahribatsız bir kaplama analizi için eldeki girdi değerleridir. Bu durumda, bir optimizasyon algoritması yardımı ile, incelenen üstyapı sistemi ve yükleme koşulları için yapısal analiz yönteminin hangi modül değerleri ile eldeki defleksiyon değerlerini hesaplayacağı bulunur. Bu işlem, esasen, bir geri-hesaplama problemi ve ileri hesaplama (yapısal analiz) yönteminin karmaşıklık derecesine bağlı olarak işlemsel olarak önemli bir yüke sahiptir. Hassas bir yapısal analiz için, dinamik özelliklerin ve doğrusal olmayan malzeme davranışının hesaba katılması gerektiği düşünülürse, bu problemin işlemsel karmaşıklığı yüksek olabilmektedir (Ulliditz, 2000).

Geri-hesaplama yöntemlerini temel olarak üç kategori altında ele almak mümkündür: (a) Statik, (b) dinamik, (c) yapay zeka (YZ). İsimlerinden de anlaşılacağı gibi, statik ve dinamik yöntemlerde kullanılan yapısal analiz teknikleri ve dolayısı ile ihtiyaç duyulan veri özellikleri farklıdır. Diğer yandan, YZ yöntemlerinde ise, daha önceden statik ya da dinamik analiz yapılarak oluşturulan bir veritabanı kullanılarak eğitim yapıldığı için bunlar yükleme türünden bağımsızdır. Şekil 1' de geri-hesaplama yöntemlerinin tüm kategorileri detaylı bir şekilde verilmektedir (Göktepe, ve diğ., 2006). Bu konuda şunları ilave etmek gerekir ki, statik yöntemlerde günümüzde kullanılan teknikler, sonlu elemanlar ya da tabakalı elastik teori esasına dayanmaktadır ve üstyapı modellemedeki gerçekçilikleri düşüktür. Dinamik yöntemler ise, analizlerde kullanılan yük türlerine göre farklılık göstermekle birlikte, trafik etkilerini benzetmede çok daha başarılıdır. Ayrıca statik yöntemler, tabi zemin tabakasının çok derinde olmaması (<15-20m) durumunda dinamik metotlara nazaran hatalı sonuçlar vermektedir. Ayrıca, malzeme davranışının doğrusal olmadığı modellerin hassasiyet derecesi yüksek olmakla birlikte, bu durum, dinamik analizlerde olduğu gibi önemli işlemsel yüklere neden olmaktadır. Bununla birlikte, son yıllarda geliştirilen ve geri-hesaplama problemlerine uygulanan spektral eleman yöntemi, hem hassasiyet hem de hız açısından ciddi avantajlara sahiptir (Göktepe ve diğ., 2006; Al-Khoury ve diğ., 2001a, 2001b).

YZ tabanlı yöntemler ise, son yıllarda üstyapı geri-hesaplama problemlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Gerek yapay sinir ağları (YSA), gerek bulanık mantık, gerekse genetik algoritma (GA) yöntemleri, çeşitli araştırmacıların çalışmalarına konu olmuştur. Böylece, özellikle gerçek-zamanlı geri-hesaplama yapılması ve hassas sonuçlar elde edilmesi anlamında önemli başarılar yakalanmıştır. Bu çalışmada ise, YZ yöntemlerinin üstyapı geri-hesaplama problemlerinde kullanımı hakkında detaylı bilgi verilerek, geliştirilmiş olan bir uygulamaya çözümlerle sonuçları tartışılacaktır.



Şekil 1. Geri-hesaplama yöntemleri (Göktepe ve diğ., 2006)

Üstyapı Geri Hesaplamasında Yapay Zeka Kullanımı

Yol üstyapılarının mekanik özelliklerinin geri-hesaplanması için ilk YZ kullanımı, YSA yönteminin uygulanması ile gerçekleştirilmiştir. Uyarlamalı (ya da öğrenmeli) geri-hesaplama olarak da adlandırabileceğimiz bu yöntem, geleneksel metotlardan çok farklı bir bakış açısına sahiptir. Bu yöntemde, iki aşamalı (ileri ve geri) olan geleneksel problem yapısı, tek adıma indirgenmekte ve danışmanlı bir öğrenme algoritması kullanılmaktadır. Diğer bir deyişle, deney verileri ya da sonlu elemanlar gibi bir bilgisayar programı yardımı ile elde edilmiş olan sentetik bir veritabanı yardımı ile eğitilerek elde edilmiş bir model kullanılmaktadır. Daha sonra ise, eğitim sonucu elde edilen ağ parametreleri ve belirlenen ağ yapısı kullanılarak, fonksiyonel bir analiz gibi sonuçlar üretilebilmektedir. Böylece, giriş ve çıkış uzayları arasındaki karmaşık ilişki YSA yardımı ile modellenmiş olmaktadır. Şunu belirtmek gerekir ki, sentetik veri kullanımında yapılan işlem, esasında, verilerin elde edildiği analiz yöntemini taklit etmekten başka bir şey değildir. Böylece, iki aşamalı (yapısal analiz ve optimizasyon) olan geri-hesaplama işlemi tek aşamaya indirgemek ve uzun olan işlem sürelerini gerçek-zamanlı hale getirmek amaçlanmaktadır. Deneysel veriler kullanımında ise, tamamen eldeki verilerin temsil ettiği davranış, yerel olarak deneylerin yapıldığı yer ve koşullar için belirlenmektedir. Bu durumda ise, eldeki verilerin niteliği ve niceliği, sonuçların doğruluğu açısından büyük önem taşımaktadır. Nitekim, bir YSA modelinin

eğitim aralığı dışında bir girdi veya eğitim sırasında yakın bir nokta bulunmayan bir aralık için ne gibi sonuç üreteceği önemli belirsizlik içermektedir. Bu nedenle, eğitim sırasında kullanılacak verilerin niteliği ve niceliği son derece önemlidir (Göktepe ve diğ., 2005).

YSA kullanılarak gerçekleştirilen ilk geri-hesaplama modeli, yüzey dalgalarının spektral analizi ile elde edilen sonuçlar kullanılarak hayata geçirilmiştir (Meier and Rix, 1993). Bu çalışmada, Rayleigh dalga hızlarından yararlanılarak kayma dalgası hızlarını ve tabaka kalınlıklarını geri-hesaplayabilen bir YSA modeli geliştirilmiştir. Daha sonra, aynı araştırmacılar tarafından FWD testi verileri kullanılarak üstyapı mekanik özelliklerinin YSA ile geri-hesaplanması gerçekleştirilmiştir (Meier and Rix, 1994). Bu çalışmada, doğrusal elastik üstyapı analizi yapılarak elde edilmiş sentetik bir veritabanı kullanılarak eğitilen YSA, gerçek-zamanlı ilk geri-hesaplama modeli olarak sunulmuştur. Bu çalışmadan kısa bir süre sonra, elastodinamik analiz yapılarak oluşturulan bir veritabanı kullanılarak eğitilen farklı bir YSA modeli geliştirilmiştir (Meier and Rix, 1995). Bunu takip eden yıllarda, YSA kullanılarak çeşitli üstyapı geri-hesaplama modelleri farklı araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Tutumluer ve Meier (1996), granüler temel tabakası verileri ile eğitilmiş bir YSA modeli önermişlerdir. Ayrıca, YSA'nın deney sonuçlarına benzer değerler için çok başarılı olduğu, fakat, bu aralığın dışındakiler için başarılı olamadığı sonucuna varmışlardır. Bu öncü çalışmada, YSA'nın tamamen veri bağımlı bir yöntem olduğu vurgulanarak, eğitim için kullanılan verilerin modelin sonucu açısından son derece önemli olduğu vurgulanmıştır. Diğer bir deyişle, YSA tabanlı geri-hesaplama modelleri kullanılan verinin niteliğine ve niceliğine bağlı olarak sonuç vermektedir. Daha sonra, Tutumluer ve Seyhan (1998), temel granüler tabakasının kayma modüllerini, üç eksenli deney verileri kullanarak geri-hesaplayabilen bir YSA modeli geliştirmişlerdir. Sonraki yıllarda, Kim ve diğ. (2000), arazi ve laboratuvar deneyleri yardımı ile elde ettikleri verilerle tabaka modüllerinin geri-hesaplandığı bir sinir ağı modeli önermişlerdir. Geliştirilen modelde, ana kayaya olan mesafeyi de geri-hesaplama probleminin içine ilave veri olarak kullanmışlardır. Diğer bir çalışmada ise, Saltan ve diğ. (2002) tarafından FWD ile elde edilebilecek defleksiyon verileri kullanılarak kaplama kalınlıklarının geri-hesaplanması yapılmıştır.

YSA yardımı ile gerçekleştirilen geri-hesaplamalardan yola çıkılarak, uyarlamalı sinirsel-bulanık (ANFIS) yöntemi ile de bu problemi ele almak mümkündür. Benzer şekilde, elde edilen verilerin sinirsel-bulanık yaklaşım ile eğitilerek korelasyon elde edilmesi de mümkündür. Bu temelde gerçekleştirilen çalışmalar literatürde mevcuttur (Göktepe ve diğ., 2005). Fakat, sinirsel-bulanık yaklaşım, özellikle sentetik şekilde elde edilmiş bir veritabanı gibi kapsamlı bir eğitim verisinin içerildiği durumlarda çok ağır kalmakta ya da uygulanamaz gözükmektedir. Bunun yerine, veri sayısının az olduğu ve belirsizliğin daha yüksek seviyelerde olduğu durumlarda kullanılabilir bir alternatif olmaktadır (Göktepe ve diğ., 2005).

Yukarıda belirtilenlerin haricinde, üstyapı geri-hesaplama analizlerinde YZ'nin farklı bir kullanım şekli de mevcuttur. YZ'nin farklı bir kolu olan ve karmaşık optimizasyon problemlerinin çözümünde yaygın olarak kullanılan genetik algoritmalar (GA) da geri-hesaplama analizlerinde bazı araştırmacılar tarafından kullanılmıştır (Fwa ve diğ. 1997; Reddy ve diğ., 2002). Temel olarak, hedeflenen defleksiyon değerlerini veren modül değerlerinin bulunması amacı ile kullanılan GA yaklaşımı kullanılarak başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Fakat, çok hassas sonuçlar vermesine karşılık GA'nın işlemsel yükünün bazı optimizasyon yöntemlerine göre daha fazla olduğu da araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır (Fwa ve diğ. 1997; Reddy ve diğ., 2002).

YSA ile Esnek Üstyapı Geri-Hesaplama Analizi

Bu çalışmada, parametrik bir yaklaşım kullanılarak farklı mimarilerin içerildiği YSA' lar geliştirilerek, eldeki sentetik veritabanını modellemeye en uygun ağ mimarisi seçilmiştir. Öğrenme yöntemi olarak Lavenberg-Marquardt algoritması kullanılmıştır. Geliştirilen YSA modelleri, FWD defleksiyon değerlerini giriş verisi olarak kullanmakta ve tabakalara ait elastisite modüllerini çıkış değerleri olarak hesaplamaktadır. Poisson oranının etkisinin elastisite modülüne oranla çok düşük olması ve belirlenmesindeki güçlükler sebebi ile analizlerde bu parametre her tabaka için sabit (0.35) alınmıştır.

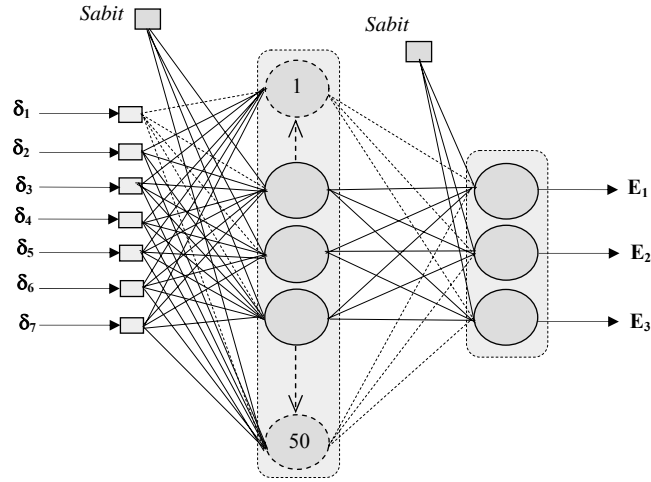
Diğer yandan, YSA' ların eğitiminde kullanılan sentetik veritabanı, sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak MICHPAVE (Harichandran ve diğ., 1989) yazılımı yardımı ile oluşturulmuştur. Toplam 97 veriden oluşan sentetik veritabanının bir kısmı (12 tanesi) YSA' nın hiç görmediği (eğitimde kullanılmayan) veriler üzerindeki başarısının test edilmesi amacı ile ayrılmıştır. Böylece, eğitim veritabanı 85, deneme veritabanı da 12 veriden oluşmaktadır. Tüm veritabanına ait genel bilgiler Tablo 1 sunulmaktadır.

Tablo 1. Tüm veritabanına ait genel bilgiler

Tabaka	Kalınlık (m)	Elast. modülü (MPa)	Poisson oranı
Asfalt	0.10	10000 – 15000	0.35
Temel	0.30	200 – 300	0.35
Tabi zemin	15.00	100 – 200	0.35

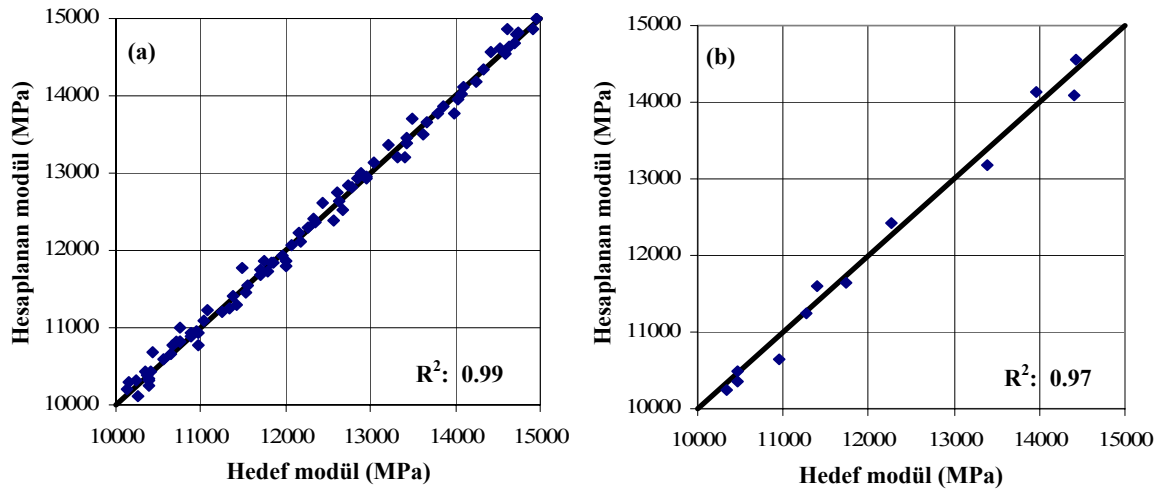
Temel olarak, Lavenberg-Marquardt algoritması, doğrusal olmayan en küçük kareler yaklaşımından ve maksimum komşuluk prensibinden yararlanmaktadır. Bu algoritmada, Lavenberg-Marquardt tarafından geliştirilen ikinci-derece sayısal optimizasyon tekniği kullanılmaktadır ve bu teknikte Hessian matrisinin hesaplanmasına ihtiyaç duyulmamaktadır. Kısaca bu yöntem, Gauss-Newton ve azalan gradyan yöntemlerinin birleştirilmesi ile geliştirilmiştir (Hagan and Menhaj, 1994). Matematiksel olarak, bu algoritmada, Hessian matrisi yerine Jakobian matris hesaplanmaktadır ve gradyan terimi, optimizasyonun yapılacağı doğrultuyu belirlemek için kullanılmaktadır. Lavenberg-Marquardt algoritmasına ait detaylar başka yerde bulunabilir (Hagan and Menhaj, 1994). Bu çalışma kapsamında, eğitim ve deneme işlemleri, MATLAB paket programı kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca, enerji fonksiyonu olarak *hataların karelerinin ortalaması* fonksiyonu ve transfer fonksiyonu olarak da *lojistik sigmoid* fonksiyonu seçilmiştir. Lojistik sigmoid fonksiyonu tercih edildiği için, eğitim ve deneme veri kümeleri [0,1] aralığına normalize edilmiştir. YSA modellerinde bir ara katman kullanılmıştır ve parametrik bir yaklaşım ile en uygun ağ tipine (ara katmandaki nöron sayısına) karar verilmiştir. Bunun sonucunda, 7x50x3'lük YSA mimarisi tercih edilmiştir. Kullanılan YSA' nın şematik gösterimi Şekil 2' de verilmektedir. Şekilden de görülebileceği gibi FWD sensörlerinden alınan defleksiyon bilgileri ($\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_7$) girdi olarak ve tabakalara ait elastisite modülleri (E_1, E_2 ve E_3) de çıktı olarak kullanılmaktadır. Diğer yandan, optimum epok (ağın 1 tur işlem yapması) sayısına karar vermek için, seçilen YSA (7x50x3), 100000 epoka kadar eğitilmiştir. Ayrıca, artan epok sayısı ile performansın da arttığı, fakat 90000 epoktan sonra, performans artış eğiminin gittikçe azaldığı gözlenmiştir. Sonuç olarak, bu model için, 90000'lik bir epok

büyüklüğü yeterli bulunmuştur. Problemi basitleştirmek amacı ile, tabaka kalınlıkları modele dahil edilmemiştir. Fakat, istendiği takdirde bunlar da modele giriş parametresi olarak kolaylıkla eklenebilir. Bu çalışma kapsamında YSA tekniği ile ilgili daha detaylı bilgi verilmemektedir. İstendiği takdire, başka yerden kolaylıkla edinilebilir (Demuth and Beale, 2000).



Şekil 2. Seçilen YSA modelinin şematik gösterimi

Şekil 3’ de kullanılan YSA’ ya ait asfalt tabakasının eğitime ve deneme veritabanlarına ait saçılma diyagramları verilmektedir. Bu diyagramlardan ve elde edilen korelasyon katsayılarından kolayca görülebileceği gibi, YSA yöntemi, istenilen davranışı kolaylıkla modelleyebilmiştir. Bu çalışmada, kısıtlı sayıda (toplam 97 adet) veri üretildiği için, veri aralığının alt-üst sınırları kısıtlı tutulmuştur. Daha gerçekçi bir model için, karşılaşılabilecek elastisite modülü aralığının daha fazla tutulması ve buna göre veri üretilmesi gerekmektedir. Bu çalışmadaki amaç, sadece yöntemin problem üzerindeki uygulanabilirliğini göstermek olduğu için bu yeterli bulunmuştur.



Şekil 3. Asfalt tabakasına ait (a) eğitime ve (b) deneme saçılma grafikleri

Sonuçlar

Bu çalışmada, yol üstyapısı geri-hesaplama problemlerinde kullanılan YZ teknikleri anlatılarak, YSA yöntemini kullanan bir geri-hesaplama modeli geliştirilmiştir. Sonuçlar göstermiştir ki, elde edilen performans değerleri oldukça yüksektir ve YSA yöntemi kullanılan sonlu elemanlar modelinin geri-hesaplamasını hassasiyetle yapabilmektedir. Şunu eklemek gerekir ki, YSA' nın bir davranışı öğrenmesi, nöronların arasındaki sinaptik bağlantı ağırlıklarının belirlenmesi işlemidir ve böylece belirlenen ağırlık kullanılarak yeni giriş değerleri için gerçek zamanlı olarak sonuçlar üretilebilmektedir. Kısacası YSA' lar bir fonksiyon gibi, belirli girdi değerleri için çıkış değerleri elde edebilmektedir. Sonuç olarak, YSA yöntemi, gerçek-zamanlı olarak üstyapıların mekanik özelliklerinin geri-hesaplanabilmesini mümkün kılmaktadır. Gerçek-zamanlı geri hesaplama yapılabilmesi, ulaştırma mühendisliği açısından büyük önem taşımaktadır. Çünkü ele alınan bir yol kesmine ait çok sayıda verinin analizi oldukça uzun zaman almaktadır ve bu da, karar verme aşamasında önemli gecikmelere neden olmaktadır.

Üstyapı geri-hesaplama probleminde YSA haricinde, bulanık mantık ve GA gibi farklı YZ yöntemlerinin de uygulama alanları mevcuttur. Sinirsel-bulanık mantık yardımı ile az sayıda verinin mevcut olduğu durumlarda başarılı sayılabilecek korelasyonlar kurulabilmektedir. Özellikle, belirsizlik içeren ve eksik verini söz konusu olduğu bu durumlarda sinirsel-bulanık mantık tercih edilebilmektedir. GA ise, optimizasyon amaçlı olarak kullanılmakta ve oldukça başarılı sonuçlar vermektedir. Fakat, işlem hızı açısından bazı dezavantajları mevcuttur.

Vurgulanması gereken çok önemli bir konu, YZ tabanlı geri-hesaplama yöntemleri veri-bağımlı tekniklerdir. Bunlar, sadece eğitimde kullanılan verilerin öğrenilmesi ve bu davranışın karakterize edilmesinde kullanılabilirlerdir. Bu anlamda, çok başarılı bir regresyon tekniği olarak da görülebilirler. Bu nedenle, eldeki verilerin niteliğine ve niceliğine bağlı olarak sonuç verirler. Fakat hiçbir şekilde sonlu elemanlar ya da elasto-dinamik analiz gibi belirli bir teoriye ve felsefeye sahip mekanik yöntemlere alternatif değildir.

Kaynaklar

Al-Khoury R, Scarpas A, Kasbergen C, and J. Blaauwendraad (2001) Spectral element technique for efficient parameter identification of layered media. Part I. Forward calculation, Int. Journal of Solids and Structures, Vol.38, pp. 1605-1623.

Al-Khoury R, Scarpas A, Kasbergen C, and J. Blaauwendraad (2001) Spectral element technique for efficient parameter identification of layered media. Part II. Inverse calculation, Int. Journal of Solids and Structures, Vol.38, pp. 8753-8772.

Demuth, H. and M. Beale (2000) Neural Network Toolbox for use with MATLAB, User's Guide, Math Works Inc., California.

Fwa T.F., Tan C.Y., and W.T. Chan (1997) Backcalculation analysis of pavement-layer moduli using genetic algorithms, Transportation Research Record 1570, TRB. Washington DC, pp. 134-142.

Goktepe A.B., Agar E., and A.H. Lav (2005) Comparison of multilayer perceptron and adaptive neuro-fuzzy system on backcalculating the mechanical properties of flexible pavements, ARI Bulletin of Istanbul Technical University, Vo.54, No.3, pp. 65-77.

Goktepe A.B., Lav A.H., and E. Agar (2006) Advances in backcalculating the mechanical properties of flexible pavements, Advances in Engineering Software, Vol.37, pp. 421-431.

Hagan, M.T. and M. Menhaj (1994) Training feed forward networks with the Marquardt algorithm, IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 5, pp. 989-993.

Harichandran, R.S., Baladi, G.Y., and M. Yeh (1989) Development of a Computer Program for Design of Pavement Systems Consisting of Bound and Unbound Materials, Michigan State University Press, Michigan.

Kim YR, Xu B, and Y. Kim (2000) A new backcalculation procedure based on dispersion analysis of FWD time history deflections and surface wave measurements using ANNs, NDT of Pavements and Backcalculation of Moduli, STP 1375, Eds. Tayabji, S.D. and Lukanen, E.O., ASTM Publication, Pennsylvania, pp. 297-312.

Meier R.W and G.J. Rix (1993) An initial study of surface wave inversion using artificial neural networks, ASTM Geotechnical Testing Journal, Vol.16, pp. 425-431.

Meier R.W. and G.J. Rix (1994) Backcalculation of flexible pavement moduli using artificial neural networks, Transportation Research Record, 1448, TRB, Washington, DC, pp. 75-82.

Meier R.W. and G.J. Rix (1995) Backcalculation of flexible pavement moduli from dynamic deflection basins using artificial neural networks, Transportation Research Record, 1473, TRB, Washington, DC, pp. 72-81.

Nazarian S. and K.H. Stokoe (1989) Nondestructive evaluation of pavements by surface wave method, NDT of Pavements and Backcalculation of Moduli, Special Technical Publication, STP 1026, Eds. Bush, A.J. and Baladi, G.Y., ASTM Publication, Pennsylvania, pp. 119-137.

Reddy M.A, Reddy K.S., and B.B. Pandey (2002) Backcalculation of pavement moduli using genetic algorithms, Journal of Highway Research Board, Vol.66, pp.1-10.

Saltan M. (2002) Modeling deflection basin using neurofuzzy in backcalculating flexible pavement layer moduli, Pakistan Journal of Inf. and Technology, Vol.1, pp. 180-187.

Stolle, D.F. (1991) Modeling of dynamic response of pavements to impact loading", Computers and Geotechnics, Vol.11, No.1, pp. 83-94.

Tutumluer E. and R.W. Meier (1996) Attempt at resilient modulus modeling using artificial neural networks, Transportation Research Record, 1560, TRB, Washington, DC, pp. 1-6.

Tutumluer E. and U. Seyhan (1998) Neural network modeling of anisotropic aggregate behavior from repeated load triaxial tests, Transportation Research Record, 1615, Washington, DC, pp. 86-93.

Ullidtz P. (2000) Will nonlinear backcalculation help, NDT of Pavements and Backcalculation of Moduli, Special Technical Publication, STP 1375, Eds. Tayabji, S.D. and Lukanen, E.O., ASTM Publication, Pennsylvania, pp. 14-22.

Uzun Ömürlü Esnek Üstyapıların Tasarımı

Perviz Ahmedzade, Mehmet Yılmaz

Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, ELAZIĞ

Tel: (424) 2370000/*****

pahmedzade@firat.edu.tr

Öz

Kaplama tabakasında kullanılan bağlayıcı cinsine göre yol üstyapıları; esnek ve rijit olmak üzere iki ana sınıfa ayrılmaktadır. Bağlayıcı olarak bitümlü malzemelerin kullanıldığı üstyapı çeşidine esnek yol üstyapısı denilmektedir. Üstyapı tabakalarının en uygun şekilde tasarımı; güvenlik, konfor ve ekonomi bakımından büyük önem arz etmektedir. Üstyapı kaplama tabakalarının servis ömrü, trafiğe açılışından rehabilitasyon veya yeniden yapım gerekinceye kadar geçen periyot olarak tanımlanmaktadır. Üstyapının ömrü; yapısal tasarım şartlarına, malzeme karakteristiklerine, tabaka kalınlıklarına, bakım aktivitelerine veya kabul edilen bozulma kriterlerine göre değişiklik göstermektedir.

Üstyapının dayanımını arttırmak için tabaka kalınlıklarının artırılması veya kullanılacak malzemelerin özelliklerinin iyileştirilmesi gerekmektedir. Her iki alternatifte ilk yapım maliyetinin arttırmasına rağmen bakım ve yenileme ayrıca taşıtların gecikmesinden kaynaklanan maliyetin azalmasını sağlamaktadır. Bu nedenle özellikle trafik hacmi yüksek olan yolların uzun servis ömrüne göre projelendirilmeleri büyük önem arz etmektedir. Belirtilen faktörler göz önünde bulundurularak “Uzun Ömürlü Üstyapı Tasarım Yöntemi” geliştirilmiştir. Uzun Ömürlü Üstyapı, 50 yıldan daha uzun bir süre büyük yapısal rehabilitasyonlara ve yeniden yapımlara gereksinim duymayan, sadece çeşitli nedenlerden dolayı oluşan gerilmelerden kaynaklanan bozulmaları gidermek amacıyla periyodik yüzey yenilemesi yapılan, uygun şekilde dizayn ve inşaa edilmiş asfalt üstyapılarını ifade etmektedir. Uzun Ömürlü Üstyapılarda onarım veya yenilemenin yüzeydeki ince bir tabakada sınırlandırılması amaçlanmaktadır.

Bu çalışma, Uzun Ömürlü Üstyapıların tasarımı hakkında bilgiler içermektedir. Üstyapıyı oluşturan tabakaların kalınlıkları ve görevleri genişçe açıklanmaktadır. Uzun Ömürlü Üstyapı tabakalarının kullanılmasıyla, yüzey yenileme ve rehabilitasyon masrafları en alt seviyelere indirilmekte ve bunun yanında trafik akışı da en az oranda engellenmektedir.

Anahtar Kelimeler:Uzun ömürlü üstyapı, yorulma, termal çatlak, kalıcı deformasyon.

Giriş

Uzun Ömürlü Üstyapı, 50 yıldan daha uzun bir süre büyük yapısal rehabilitasyonlara ve yeniden yapımlara ihtiyaç duymayan, sadece çeşitli nedenlerden dolayı oluşan

gerilmelerden kaynaklanan bozulmaları gidermek amacıyla periyodik yüzey yenilemesi yapılan, uygun şekilde dizayn ve inşaa edilmiş esnek üstyapı tabakalarını ifade etmektedir. Uzun süre dayanıklı esnek üstyapı terimi yeni olmayıp "tam derinlik" ve "derin dayanım" esnek üstyapılar 1960'lerden beri yapılmaktadır. Tam derinlik üstyapılar, doğrudan doğruya taşıma gücü arttırılmış veya doğal taban zemini üzerine inşaa edilmiş kalın kaplama tabakalarını, derin dayanım kaplamalar ise nispeten kalın (4-6 inç) granüler temel tabakası üzerine uygulanmış kaplama tabakalarını ifade etmektedir. Derin dayanım üstyapıların başlıca faydalarından biri altta kullanılan granüler temel tabakası sayesinde kaplama kalınlığının daha ince yapılmasıdır. Tam derinlik ve derin dayanım üstyapılar, kaplama tabakası altında oluşan çekme gerilmelerini en az seviyeye indirerek, yorulma çatlağı oluşma ihtimalini önemli oranda azaltması gibi eklenen avantajlara sahiptir (APA, 2002).

Üstyapı ömrünü uzatmak amacıyla tabaka kalınlıklarını arttırmanın yanı sıra malzeme özelliklerini dikkate alarak fizik prensiplerine göre dizayn yapılması gerekmektedir. Amerika'nın Illinois, Kentucky, Minnesota ve Washington gibi eyaletlerinde ayrıca İngiltere'de 1980'lerden itibaren mekanik tekniklere dayalı üstyapı tasarımları yapılmaya başlanmıştır. Uzun ömürlü üstyapıların tasarımında kullanılan mekanik-ampirik dizayn yönteminde fizik prensipleri kullanılarak üstyapının iklim şartlarına ve yüklemeye karşı tepkisi belirlenmektedir. Mekanik-ampirik tasarım yönteminde mekanik yöntemlerle belirlenen malzeme özellikleri kabul edilen formüllerde kullanılarak uygunluk kontrolü yapılmaktadır. Üstyapı tasarımıyla ilgili kritik noktalardan biri, malzeme veya tabaka kalınlıklarının doğru seçerek bozulma veya hasar şekillerine kesinlikle izin vermeyecek şekilde dizayn yapabilmektir. Üstyapının servis yeteneğini azaltarak zamanla rehabilitasyona neden olan başlıca bozulmalar; kalıcı deformasyon (tekerlek izi), termal ve yorulma çatlaklarıdır. Bu tasarım yönteminin kullanılması ile üstyapı yüzey tabakalarında tekerlek izi oluşmasına engel olacak yeterli sertlik, yeterli toplam üstyapı kalınlığı ve kaplama yapısı altında oluşan yorulma çatlamlarından kaçınmak için alt tabakalarda yeterli esneklik sağlanabilmektedir (Newcomb, 2001).

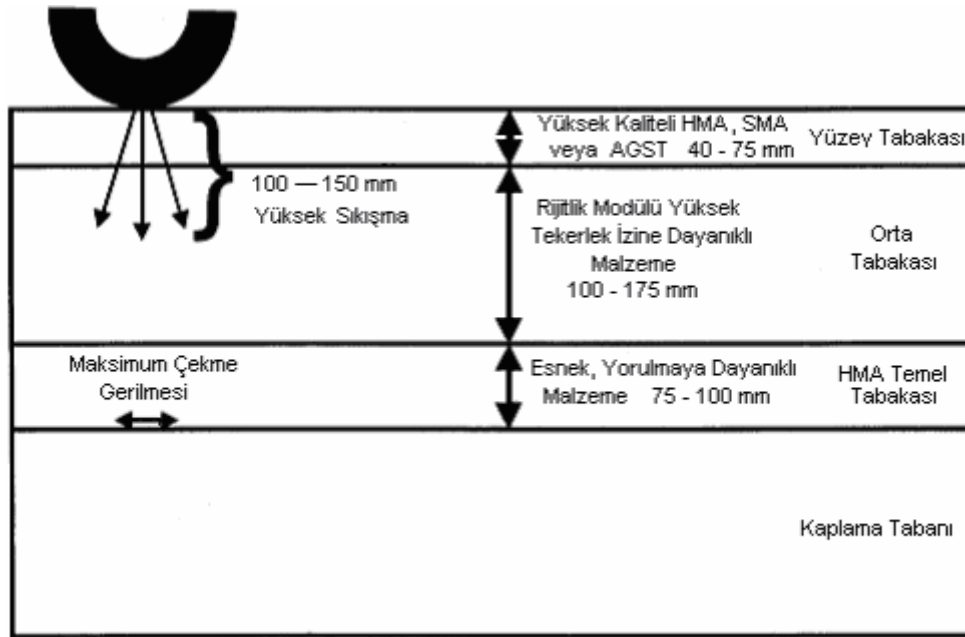
Bu yaklaşımın kullanılması ve uygun şekilde yapılmasıyla yeniden yapım ve rehabilitasyon masrafları en alt seviyelere indirilmekte ve bunun yanında trafik akışı da en az miktarda engellenmektedir. Bu düşünceler, özellikle yüksek trafik hacimli yollarda ve büyük havaalanlarında yolculuk edenlerin seyahatlerinin gecikmesinden doğan maddi kaybın engellenmesi açısından büyük öneme sahiptir. Uzun ömürlü üstyapılarda, düşük hacimli yollarda ve sivil havacılık havaalanlarında gerekli bakım yatırımının gecikmesi nedeniyle rehabilitasyonun ertelenmesi gibi bir sorun bulunmaması da yöntemin tercih sebepleri arasında gösterilebilir.

Uzun Ömürlü Üstyapıların Kısımları

Uzun üstyapı ömrünü sağlayan ana unsur, üstyapıda oluşan bozulmalara ve bu bozulmalar sonucunda gereken pahalı yeniden yapımlara engel olacak, stabil temel üzerine oturtulmuş uygun kalınlıkta üstyapı tabakalarıdır. Yapısal olarak üstyapı, temel malzemelerinde veya taban zemininde deformasyonlara izin vermeyecek yeterli kalınlık ve sertliğe sahip olmalıdır. Üstyapıdaki her bir tabakanın kendine özgü performansına göre tasarımının yapılabilmesi için, bu tabakaların ayrı ayrı analizine izin veren yapısal dizayn metodunun kullanılması gerekmektedir. Günümüzde kullanılmakta olan kaplama

dizayn yöntemlerinin pek çoğunda asfalt üstyapı tabakaları ayrı ayrı göz önüne alınmamaktadır. Bunun yerine, asfalt tabakaların hepsi 1993 AASHTO Kaplama Dizayn Yönetmeliği'ndeki tabaka katsayısı gibi kaplama tertibinde kullanılan faktörlerle dikkate alınmaktadır. Bu tabaka katsayıları, AASHTO Yol Test'ten elde edilmekte ve servis yeteneği bakımından bütün kaplamanın performansa ilişkin malzeme davranışlarını ifade etmektedir. Bu katsayılar sıcaklık çatlakları, tekerlek izi oluşumu ve yorulma deformasyonları ile kaplamanın yük taşıma karakteristiklerinin açıklanmasında yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, üstyapı dizaynında yeni yaklaşım olan mekanistik-ampirik yaklaşıma ihtiyaç duyulmaktadır (Newcomb, 2001).

Uzun ömürlü kaplamalarla ilgili malzeme seçimi, karışım dizaynı, performans testleri ve üstyapı dizaynındaki yaklaşımlar bir metodoloji ile sunulmuştur. Bu metodoloji, düzenli olarak (yaklaşık her 20 yılda bir) yüzey tabakası yenilenen esnek üstyapı tabakalarının uzun süreli (50 yıldan fazla) dayanım performansını belirlemekte kullanılmaktadır. Uzun ömürlü üstyapı tasarımı Nunn ve ekibi (1997) tarafından İngiltere Ulaşım Araştırma Laboratuvarında tasarlanmış, son hali ise yapılan çalışmalar sonucu Von Quintus (2000) tarafından sunulmuştur. Durabilitenin uzun süre sağlanması amacıyla inşa edilen üstyapı bünyesinde bulunan; tekerlek izi ve aşınma dayanımı sağlayan yüzey tabakası (bitümlü sıcak karışım (HMA), taş mastik asfalt (SMA) veya açık gradasyonlu sürtünme tabakası (AGST)), tekerlek izi oluşumuna dayanıklı orta tabaka ve yorulma çatlaklarına karşı dayanımı sağlayan temel tabakası Şekil 1'de verilmiştir (APA, 2002).



Şekil 1 Uzun Ömürlü Üstyapı Tabakaları (APA, 2002).

Üstyapının beklenen projelendirme ömrünü sağlayabilmesi için tabaka kalınlıklarının ve kullanılan malzemelerin uygun olması gerekmektedir. Uzun Ömürlü Üstyapılar; uygun üstyapı tabanı, bitümlü sıcak karışım temel, orta ve yüzey tabakalarından oluşmaktadır.

Üstyapı Tabanı

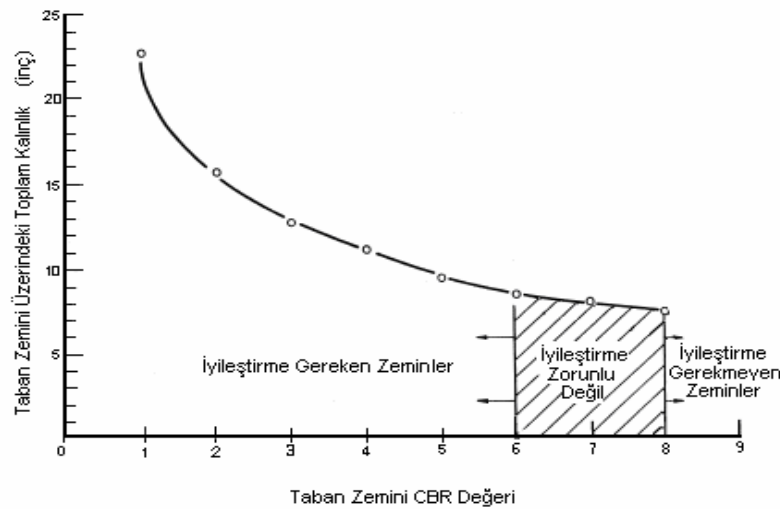
Üstyapı tabanı, uzun ömürlü üstyapıların yapımı ve performansı açısından çok

önemlidir. Taban, yapım süresince kullanılan iş makinelerinin çalışacağı düzgün bir yüzey oluşturan, kullanılacak malzemeleri taşıyan, bunun yanında üst HMA tabakalarının yeterli oranda sıkışmasını sağlayan silindirlerin etkilerine karşı deformasyon direnci sağlayan kısımdır. Taban, performans periyodu boyunca trafik yüklerine karşı dayanım sağlama ile mevsimsel donma – çözülme ve nem oranındaki değişikliklerden kaynaklanan dayanımdaki değişikliklerin azaltılması açısından önemlidir. Tabanın uygun şekilde dizayn ve yapımıyla, killi zeminlerde ıslanma–kuruma dönemlerinde, dona karşı hassas zeminlerde donma – çözülme dönemlerinde meydana gelen hacim değişikliklerini önlemek mümkündür.

Üstyapı tabanı; sıkıştırılmış taban zemininden, kimyasal maddelerle stabilizasyon yapılmış taban zemini veya granüler malzemeden, kırma taş veya çakıl gibi doğal granüler malzemelerden oluşabilmektedir. Kullanılan malzeme çeşidi ne olursa olsun, kaplama ömrü boyunca olduğu gibi yapım sırasında da taban yeterli sertliğe sahip olmalıdır. Bölge şartlarına ve üstyapı tasarımına bağlı olan bu durum, taban zemini veya temel malzemelerinde kimyasal veya mekanik stabilizasyon yapılarak giderilebilmektedir.

İllinois Eyaleti Ulaştırma Departmanı (IDOT), yapım sırasında kaplama tabanında herhangi bir problem meydana gelmemesi için minimum Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) değerinin 6 olması gerektiğini belirtmiştir (IDOT,1982). Taban zemininin CBR değerinin 6'dan az olması durumunda çeşitli işlemlerle dayanımın artırılması sağlanmaktadır. Bu sayede yapım işlemleri boyunca gerekli çalışma platformu sağlanmakta, taban yüzeyinin altındaki malzeme aşırı gerilmelerden korunmakta ayrıca yapım trafiği nedeniyle yüzeyde tekerlek izi miktarının minimum seviyede tutulması sağlanmaktadır.

İllinois'te taban zeminini güçlendirmek amacıyla en sık kullanılan yöntem zeminin kireçle modifiye edilmesidir. Zemini kazıma ve boşalan alanı granüler malzeme ile doldurma sıklıkla kullanılan diğer bir yöntemdir. Doğal zeminin CBR değerine göre gerekli granüler tabaka kalınlığı Şekil 2 kullanılarak belirlenebilmektedir.



Şekil 2 CBR Değerine Göre Uygulanacak Granüler Tabaka Kalınlıkları (IDOT, 1982).

Zemin kireçle modifiye edilmesine rağmen yinede CBR değeri 10'dan küçük ise modifiye zemin üzerine granüler malzeme uygulanması zorunlu hale gelmektedir. Kireç modifiyeli zemin ve granüler malzeme kalınlıklarının toplamı 200 mm.den az olmaması gerekmektedir. Modifiye zeminin CBR değerine bağlı olarak gerekli granüler malzeme kalınlığı Şekil 2 kullanılarak belirlenebilmektedir. Granüler tabaka, yapım trafiğine karşı yeterli sertlik ve dayanıma sahip olmalıdır. Yumuşak ince daneli malzeme taban malzemesi olarak kullanılmamalıdır.

İngiltere'de uzun ömürlü üstyapı olarak derin dayanım üstyapılar kullanılmıştır. Taban zeminin dayanımına göre doğal zemin üzerine örtme tabakası ve alttemel tabakası uygulanmıştır. Tabanın CBR değerine göre, örtme ve alttemel tabakalarının kalınlıkları belirlenmektedir. CBR değeri 15'den küçük olan taban zeminlerinde en az 150 mm. alttemele ihtiyaç duyulmaktadır. Kullanılan örtme tabakası malzemeleri düşük kaliteli temel malzemeleriyle aynı özelliklere sahip olmalı fakat alttemelde yüksek kaliteli temel özelliklerini taşıyan malzemeler kullanılmalıdır. İngiltere Ulaşım Araştırma Laboratuvarı (TRL) hem yapım sırasında hem de yapımdan sonra kaplama tabanı için gerekli şartları belirlemişlerdir. 40 kN Düşen Ağırlık Deflektometresi (FWD) ile yapılan deneylerde tabanın üst kısmında 40 Mpa ve alttemelin üzerinde 65 Mpa sertliğe ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir (APA, 2002).

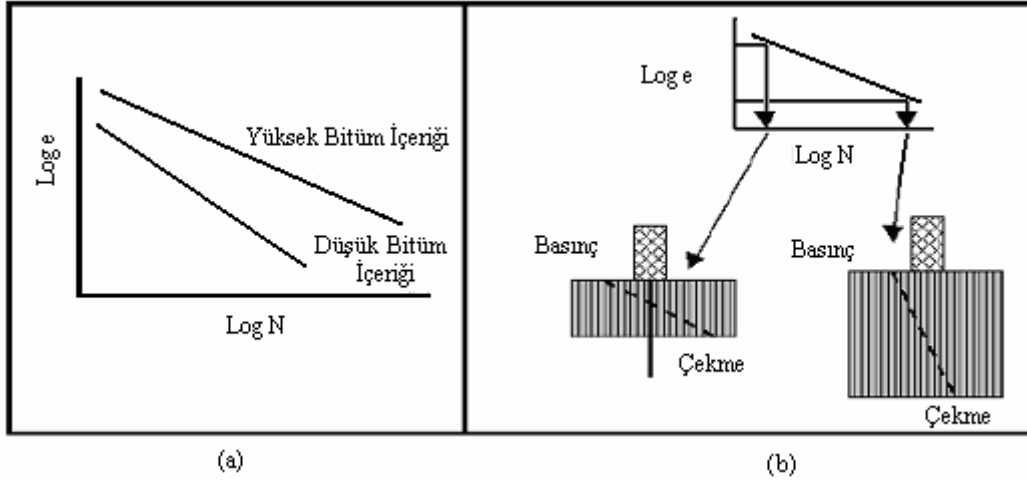
Uzun ömürlü üstyapılar için güçlü, stabil ve uygun bir tabanın dizayn edilmesi ve yapılması çok önemlidir. Üstyapı tabanı yapım aşamasındaki trafiğe karşı yeterli dayanıma ve sıkıştırmadan dolayı taban düzgünlüğünün bozulmasına engel olacak yeterli sertliğe sahip olmalıdır. Uzun dönemde ise trafik yüklerini taşıyabilmesi ve hacim değişikliklerini en az seviyede tutması performans bakımından çok önemlidir.

Bitümlü Sıcak Karışım (HMA) Temel Tabakası

Bitümlü sıcak karışım (HMA) üstyapı temel tabakasının, trafik yükleri altında eğilmeden kaynaklanan yorulma çatlaklarına karşı dayanımı yüksek olmalıdır. Yorulma çatlaklarına karşı korunmaya yardım eden karışımın esas karakteristiği yüksek asfalt içerikleridir (Şekil 3.a). Bitüm, boşluk miktarını azaltmak amacıyla kullanılmaktadır. Bu sayede durabiliteyi ve esnekliği sağlayan doğal agregada boşluklarındaki (VMA) bağlayıcının yüksek oranda bulunması sağlanmaktadır. Daha ince taneli agregada gradasyonu kullanılması da yorulma dayanımının artmasını sağlayabilmektedir. Bu karakteristiklerin uygun üstyapı kalınlığıyla birleştirilmesiyle, tabaka altından kaynaklanan yorulma çatlaklarının oluşumu engellenebilmektedir (Şekil 3.b). Bu tabakanın durabilitesi öncelikli olarak yüksek bitüm içeriği sayesinde sağlanmaktadır (APA, 2002).

Bu tabakaların karışım dizaynında Superpave sistemi dahilinde bulunan alt kaplama tabakaları tasarım şartları kullanılmaktadır. Temel tabakalarında kullanılan bitümün performans seviyesi, kaplama bünyesinde bulunan bu tabakalarda tekerlek izi oluşumuna karşı korunmaya yetecek seviyede olmalıdır. Bitüm cinsi, kaplama altı için belirlenmiş olan yüksek sıcaklık değerlerine uygun olmalıdır. Düşük sıcaklık karakteristikleri ise orta tabakayla aynı olmalıdır. Eğer bu tabaka yapımı süresince trafik devam edecekse, yapım boyunca minimum performansı sağlamak amacıyla malzemeler tekerlek izi deneyine tabi tutulmalıdır. Yorulma performansını belirlemek amacıyla karışım numuneleri Tayebali ve ekibi tarafından (1994) geliştirilen ve AASHTO TP 8-94'te belirtilen dört nokta kiriş eğme deneyine tabi tutulmalıdır. Bu

deney kaplamasının altındaki eğilme gerilmelerinin malzemelerin yorulma sınırından az olacak şekilde kaplamasının dizayn edilmesi açısından çok önemlidir. Yorulma limiti, malzemede yorulmadan kaynaklanan bozulma meydana getirmeyecek maksimum gerilmeyi ifade etmektedir. Bu tabaka tabandan ötürü suyla temas edeceğinden kaplamasının dizaynında su tesiri de göz önünde bulundurulmalıdır. Yüksek bitüm içeriğiyle nemin etkisi azaltılsa da karışım numunesi AASHTO T 283 deneyine uygun olarak nem hasarına karşı denenmelidir.



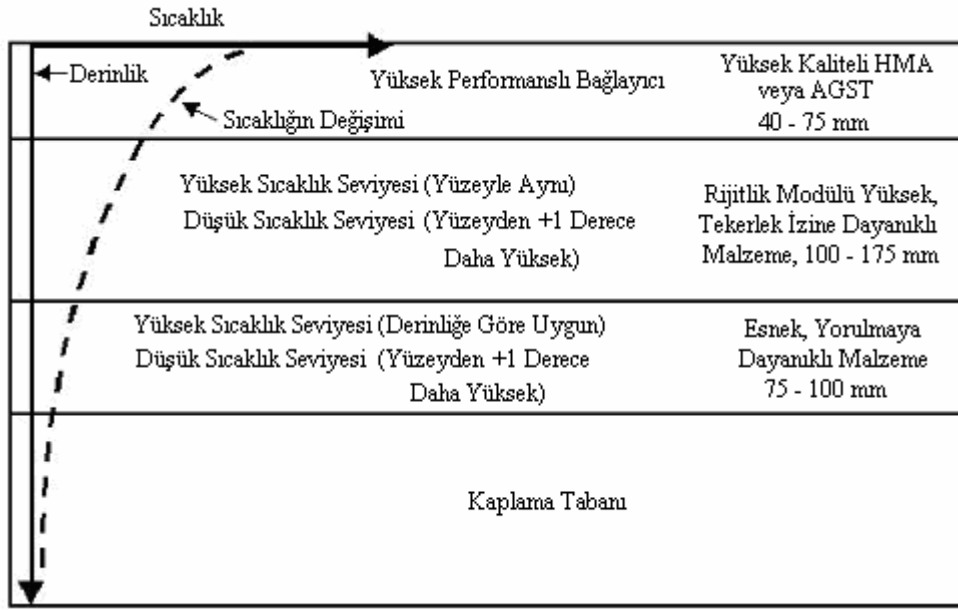
Şekil 3 Bozulmaya Dayanıklı HMA Temel : (a) Yüksek bitüm içerikleri ile yorulma direncinin artırılması; (b) Kaplama kalınlığının artmasıyla çekme gerilmelerinin azaltılması (e : Şekil değiştirme değerlerinin logaritması ; Log N : Bozulmaya yol açan tekerlek yükü tekerrür sayısı logaritması).

Yorulma ömrünü arttırmak için diğer bir yaklaşım, asfalt tabakaların altında oluşan çekme gerilmelerinin etkisini azaltmak amacıyla sert bir yapı sağlayacak şekilde kalınlık dizaynı yapmaktır. Bu kalınlık dizaynı, temel veya orta tabakaların tek bir karışıma göre dizayn edilmesi ve uygulanması ile sağlanabilmektedir.

Orta (Binder)Tabaka

Orta veya binder tabaka, yüksek stabilite ve durabiliteye sahip olmalıdır. Bu tabakadaki stabilite, yüksek sıcaklık seviyelerine dayanıklı bağlayıcı kullanılmasıyla ve agregalar arasındaki temasının sağlanmasıyla elde edilebilmektedir. Agregalar tarafından sağlanan iç sürtünme, kırma taş veya çakıl kullanılmasıyla elde edilebilmektedir. İç sürtünmeyi sağlamak için diğer seçeneklerden biri büyük nominal maksimum boyutta agregalar (37,5 mm) kullanılmasıdır. Aynı etki küçük agregalar boyutlarıyla daneler arasındaki temasın sürdürülmesiyle oluşturulabilmektedir. Bu tabakada kullanılacak bitümün yüksek sıcaklık performans seviyesi yüzey tabakasında kullanılan ve tekerlek izi oluşumuna izin vermeyen bağlayıcı performans seviyesine eşit olmalıdır. Ancak, kaplamadaki sıcaklık seviyesi değişim çizgisi nispeten dik olduğundan ve orta tabakadaki düşük sıcaklık değerleri, yüzey tabakasındaki kadar düşük olmadığından bu tabakada kullanılacak bağlayıcının düşük sıcaklık performans seviyesi yüzeydeki bağlayıcı seviyesinden bir derece yüksek olabilir (Şekil 4). Örnek vermek gerekirse yüzey tabakasında kullanılacak bağlayıcı performans seviyesi PG 70-28 olarak belirlendiğinde orta tabakada kullanılacak bağlayıcı performans seviyesi PG 70-22 olarak alınabilir.

Karışım dizaynı standart Superpave yaklaşımına uygun olarak yapılmalı ayrıca dizayn bitüm içeriği optimum seviyede olmalıdır. Binder tabakası için yapılması gereken performans deneyleri, tekerlek izi ve nem hassasiyeti deneylerini içermelidir. Tekerlek izi dayanımını belirlemek amacıyla kullanılacak deney üzerine Amerikan Ulaşım Araştırma Programı Ulusal Birliği (NCHRP) tarafından çalışmalar devam ettiği için mevcut tekerlek izine dayanım deneylerinden birinin kalıcı deformasyon dayanımını belirlemek amacıyla kullanılabilmesi belirtilmiştir (APA, 2002). Uygulanabilecek diğer bir deney AASHTO TP 7-01 standardında belirtilen Superpave Kesme Deneyi'dir (AASHTO,2001). Nem hasarına karşı dayanımı belirlemek amacıyla da AASHTO T 283 standardında belirtilen deney uygulanmalıdır.



Şekil 4 Üstyapı Derinliğine Göre Sıcaklık Gradyanının Değişimi (APA, 2002).

Aşınma Tabakası

Aşınma tabakasının kalınlığı; trafik şartlarına, çevre şartlarına, uygulanacak bölgeye ait deneyimlere ve ekonomik şartlara bağlı olarak değişmektedir. Aşınma tabakası, tekerlek izi oluşumuna ve yüzey çatlaklarına dayanımı, güvenli sürtünmeyi, gürültünün en alt seviyelere indirilmesini sağlayacak şekilde dizayn edilip uygulanmalıdır. Bu şartlar, taş mastik asfalt (SMA), Superpave yaklaşımına uygun iyi derecelenmiş karışımlar ve açık gradasyonlu sürtünme tabakaları kullanılarak sağlanabilmektedir. Tekerlek izi dayanımı, durabilite, su geçirimsizliği ve su tesirlerine karşı dayanıklılığın zorunlu olduğu durumlarda SMA kullanılması zorunlu hale gelmektedir. SMA'nın kullanılması, özellikle kamyon trafik hacmi yüksek yollarda ve şehir içi yollarda gerekmektedir. Uygun şekilde dizayn etme ve uygulamada SMA özellikle yük taşıma kapasitesi için sert yapı iskeletini sağlamaktadır. Mastik ise (bağlayıcı ve filler karışımı) karışımın sertlik ve su geçirmezliğinin artmasına yardımcı olmaktadır. SMA için karışım dizayn yöntemi NCHRP Rapor No: 425'te belirtilmiştir (Brown ve Cooley, 1999).

Trafik hacmi düşük veya kamyon trafiği az olan yollarda durabilite, uygun Superpave karışımlarının kullanılmasıyla sağlanabilmektedir. Tekerlek izi, geçirgenlik, hava tesiriyle bozulma ve aşınmaya karşı daha uygun dizayn yapılabilmesi için Superpave sistemine göre hazırlanan karışımlarda SMA kullanılabilir. Karışımlar Superpave tarafından belirtilen hacimsel özelliklere uygun olmalıdır. SMA, Superpave veya yoğun derecelenmiş asfalt karışımların dizayn aşamasında bazı tip performans deneylerine tabi tutulması, en azından tekerlek izi deneyinin yapılmasını tavsiye edilmektedir (Brown ve diğ., 2001). Superpave Kesme Deneyi'nin uygulanması ile malzemelerin performansı hakkında daha fazla bilgi elde edilebileceği bu nedenle kesme deneyinin de uygulanması gerektiği Sousa ve ekibi tarafından (1994) belirtilmiştir. Ayrıca yine karışımdaki toplam boşluğun en aza indirilmesiyle karışımın geçirimsizliliği sağlanmaktadır. Aşınma dayanımı ise düşük cilalanma değerine sahip yüksek dayanımlı agrega kullanılmasıyla sağlanmaktadır. Bu tabakanın sertliği, yüzeyde 20 yıl tekerlek izi oluşmadan servis yeteneğine devam ettirmesi açısından önemlidir.

İklima bağlı olan teker izi oluşumundan kaçınmak ve gerekli performansı sağlamak için bağlayıcının yüksek sıcaklık performans derecesi, araziye uygun yüksek sıcaklık performans seviyesinden bir derece fazla olacak şekilde seçilmelidir (Brown ve Cooley, 1999). Düşük sıcaklık seviyesi ise genellikle arazideki termal çatlaklara karşı dayanımı yaklaşık olarak % 95-99 oranında sağlayacak sıcaklık derecesi olmalıdır. Açık gradasyonlu sürtünme tabakası (AGST), yol yüzeyindeki suyun tahliye edilmesine izin verecek boşluklara sahip şekilde dizayn edilmelidir. AGST fazla yağış alan bölgelerde ıslak zeminde sürtünmeyi arttırmak amacıyla kullanılmaktadır. Genellikle bu karışımlar % 15 hava boşluğuna göre dizayn edilmesine rağmen % 18 – 22 hava boşluğuna sahip karışımların uzun süreli performans değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir (huber, 2000). Açık gradasyonlu sürtünme tabakaları için karışım dizaynı Kandhall ve Mallick tarafından 1999 yılında açıklanmıştır.

Uzun Ömürlü Üstyapılarda Tabaka Kalınlık Tasarımı

Uzun ömürlü üstyapılarda bulunan aşınma tabakasında termal çatlak ve tekerlek izi, orta tabakada kalıcı deformasyon, temel tabakasında yorulma çatlak ve nem hasarı, üstyapı tabanında kalıcı deformasyon ve nem hasarı dikkate alınarak tasarım yapılmaktadır. Kaplama yüzeyinde 0,5-1,0 inç (1,27-2,54 cm) düşey deformasyon meydana gelmesi veya trafik yüklerinin etkisi altında bulunan alanın % 10'unda çatlak oluşması durumunda yüzey yenilenmesi yapılması gerektiği belirtilmiştir (Von Quintus, 2000).

Amerikan Askeri Mühendisler Topluluğu, üst üste bulunan bağlayıcı kullanılmamış kaplama tabanı ve alttemel tabakalarının rijitlik modülleri arasında bir oran bulunması gerektiği belirtmişlerdir (Barker, 1975). Bağlayıcısız tabakalardan alınan numuneler üzerinde uygulanan üç eksenli basınç deneylerinden elde edilen sonuçlar kullanılarak yüzeyde 0,5 inç kalıcı deformasyon meydana getirecek yük tekerrür sayısı belirlenmektedir. Bu değerler dizayn yük tekerrür sayısı ile karşılaştırılarak malzemelerin uygunluğu belirlenmektedir.

HMA temel tabakası yorulma çatlaklarına karşı dayanımı sağlayacak şekilde dizayn edilmelidir. Bu tabakada kullanılacak malzemelere uygun karışım numuneleri hazırlanarak giriş eğme yorulma deneylerine tabi tutulmaktadır. Bu deneylerden

yorulma çatlaklarıyla ilgili parametreler elde edilmektedir. Bu parametreler kullanılarak yorulma çatlaklarının sınır değere ulaşması için gerekli yük tekerrür sayısı belirlenmektedir. Bu değer dizayn yük tekerrür sayısıyla karşılaştırılarak ihtiyaç halinde karışım dizaynı değiştirilmekte veya tabaka kalınlığı arttırılmaktadır.

Binder veya aşınma tabakasında kullanılacak karışımlar tekerlek izi ve termal çatlaklara karşı dayanımı sağlamalıdır. Superpave bağlayıcı dizaynına göre bölge için uygun performans seviyesi değerinden bir büyük sıcaklık değeri aşınma tabakası için seçilmelidir. Yüzeyde oluşacak bozulmaları engellemek için Superpave karışım dizayn yöntemi ve SMA birlikte kullanılmalı, güvenlik açısından yeterli sürtünme katsayısını elde edebilmek için AGST kullanılmalıdır. Tekerlek izi bakımından erken bozulmaların meydana gelmemesi için her iki tabakada da kullanılacak karışım numuneleri tekerlek izi deneylerine tabi tutulmalıdır. Sınır seviyede kalıcı deformasyon meydana geldiği yük tekerrür sayısı dizayn yük tekerrür sayısıyla karşılaştırılarak karışım numunelerinin uygunluğu tespit edilmelidir.

Sonuç

Uzun ömürlü üstyapı; yorulma çatlağı, tekerlek izi oluşumu, termal çatlakları engelleyerek üstyapının servis ömrü boyunca yüksek seviyede hizmet verebilmesi amacıyla tasarlanmış ve uygulanmıştır. Uzun ömürlü üstyapılar; kalıcı deformasyona karşı yeterli rijitliğe sahip üstyapı tabanından, yorulma dayanımını sağlayan HMA temel tabakasından, kalıcı deformasyona ve termal çatlaklara karşı dayanıklı orta ve aşınma tabakalarından oluşturulmuştur.

Üstyapı tabanının CBR değeri belirlenmiş, gerekli görülmesi durumunda kireç modifikasyonu veya granüler tabaka tavsiye edilmiştir. Ayrıca kullanılan bağlayıcısız malzemeler üç eksenli basınç deneyine tabi tutularak malzemelerin kullanılabilirlikleri belirlenmiştir. HMA temel tabakasında bitüm muhtevası optimum değerden fazla tutulmuş böylece yorulmaya karşı dayanımın artması uygun kalınlıkta dizayn ile birlikte sağlanmıştır. Orta tabaka aşınma tabakasında kalıcı deformasyon oluşumunu engellemek amacıyla uygulanmıştır. Bu tabakada kullanılan karışımın rijitliğinin yüzeyde kullanılan karışımın rijitliğine benzer olması amaçlanmıştır. Aşınma tabakasında kullanılacak malzemelerin kalıcı deformasyona ve termal çatlaklara karşı dayanıklı olması istenmiştir. Tekerlek izine dayanım açısından bu tabakada kullanılacak bitümlü bağlayıcının performans seviyesi yüksek sıcaklık değerinin bölge şartlarının gerektirdiği değerden yüksek tutulması istenmiştir.

Ülkemizde AASHTO yöntemi kullanılarak üstyapı tasarımı yapılmaktadır. Bu yöntemde bölge ve malzeme karakteristikleri direkt göz önüne alınmadan tabaka katsayılarıyla değerlendirilmektedir. Ayrıca termal ve yorulma çatlağı, kalıcı deformasyon gibi üstyapılarda en çok rastlanan sorunlarda dikkate alınmamaktadır. Tabakaların mekanik-ampirik dizaynında çeşitli deneylerle her tabakanın yüklemeye karşı tepkisi belirlenmekte ve dizayn kriterleriyle karşılaştırılarak tasarım işlemi tamamlanmaktadır. Belirli kabullerden yola çıkarak üstyapı tasarımı yapmak yerine malzeme karakteristiklerini direkt dikkate almak ayrıca başlıca bozulmalara dayanıklı üstyapı tabakaları dizayn etmenin daha uygun ve mantıklı olduğu söylenebilmektedir.

Kaynaklar

Asphalt Pavement Alliance (2002), Perpetual Pavements a Synthesis, p. 27.

Barker, W. R. and Brabston, W. N. (1975) Development of a Structural Design Procedure for Flexible Airport Pavements, Report No. FAA-RD-74-199. U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, FAA.

Brown, E. R., Kandhal P S., and Zhang J. (2001), Performance Testing for Hot Mix Asphalt, Report No. 2001-05, National Center for Asphalt Technology, Auburn University, Alabama.

Brown, E.R. and Cooley, Jr. L.A. (1999), Designing Stone Matrix Asphalt Mixtures for Rut-Resistant Pavements, Report No. 425, National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board, Washington, DC.

Huber, G. (2000), Performance Survey on Open-Graded Friction Course Mixes, NCHRP Synthesis 284, Transportation Research Board, Washington, DC.

Illinois Department of Transportation (IDOT) (1982), Subgrade Stability Manual, Policy MAT – 10, Springfield.

Kandhal, P.S. and Mallick R.B. (1999), Design of New-Generation Open-Graded Friction Courses, Report No. 99-3, National Center for Asphalt Technology, Auburn University, Alabama.

Newcomb, D. E., Buncher, M., Huddleston, I. J. (2001), Transportation Research Circular 503: Perpetual Bituminous Pavements, Transport. Research Board, pp. 4-11.

Nunn, M. E., Brown A., Weston D., and Nicholls J. C. (1997), Design of Long – Life Flexible Pavements for Heavy Traffic, Raport No. 250, Transportation Research Laboratory, Berkshire, U.K.

Sousa, J.B., Deacon J.A., Weissman S., Harvey J.T., Monismith C.L., Leahy R.B., Paulson G. and Complantz J.S. (1994), Permanent Deformation Response of Asphalt-Aggregate Mixes, Report No. SHRP-A-415, Strategic Highway Research Program, Transportation Research Board, Washington, DC.

Tayebali, A.J., Deacon J., Coplantz J., Finn F., and Monismith C. (1994), Fatigue Response of Asphalt-Aggregate Mixes, Report No. SHRP-A-404, Strategic Highway Research Program, Transportation Research Board, Washington, DC.

Von Quintus, H. L. (2000), Pavement Structural Design Study : A Simplified Catalog of Solutions. Raport No. 3065, Fugro – BRE, Inc., Austin, Texas.

Üstyapı Yönetim Sistemlerinde Kullanılan Veri Türlerinin Sınıflandırma Yöntemleri

Ufuk Kırbas

Yıldız Teknik Üniversitesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü
Ulaştırma Anabilim Dalı
34349, Beşiktaş-İstanbul
Tel: (212) 259 70 70 / 2338
E-Posta: ukirbas@yildiz.edu.tr

Mustafa Gürsoy

Yıldız Teknik Üniversitesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü
Ulaştırma Anabilim Dalı
34349, Beşiktaş-İstanbul
Tel: (212) 259 70 70 / 2481
E-Posta: gursoy@yildiz.edu.tr

Öz

İyi bir üstyapı yönetimi sistematik yaklaşımli ve organize edilmiş bir şekilde düşünmeyi gerektirmesinin yanında işlerin günü gününe yapılmasını da sağlayan bir sistemin bütünüdür. Üstyapı yönetimi en geniş anlamda planlama, programlama, tasarım, yapım, bakım, onarım ve yenileme işlemlerinin tamamını içeren çalışma programıdır. Bir üstyapı yönetim sistemi (ÜYS) verilen bir periyot süresinde karar vericiler için en uygun bakım ve onarım takviminin belirlenmesinde kullanılacak araçların ve yöntemlerin ayarlanmasını sağlar. ÜYS'nin işlevi yönetimle ilgilenen kurum/kurumlar içinde/arasında koordinasyonu sağlayarak karar verme, verilen kararların sonuçlarını yorumlama ve aynı organizasyon içerisinde farklı yönetim düzeylerindeki kararların tutarlılığını sağlamak olarak belirtilebilir.

Bir ÜYS'nin kapsamı ÜYS yönetimi ile ilgilenen kurumun sistemden beklentilerine bağlıdır. Ağ ve Proje olmak üzere iki düzeyde şehir içi yollar, otoyollar ve hava meydanları gibi birçok alanda kurulabilecek bir yönetim sistemi üstyapıların yönetiminde oldukça faydalar sağlar.

Çalışmada, herhangi bir bölge için kurulacak ÜYS'de bakım, onarım, yenileme ve iyileştirme gibi faaliyetlere karar vermede kullanılacak verilerin hangi türlerden oluşabileceği, toplanan bu verilerin ne sebeplerle oluşabileceği, hangi amaçlar için kullanılabilmesi üzerinde durulmuştur. Ayrıca, veri tabanını gereksiz yere doldurmaksızın, üstyapıların mevcuttaki ve gelecekteki durumlarını tespit ve tahmin etmeye yarayan verilerin türleri ve sınıflarının açıklanmasının yanında, yol bakım, onarım vb. gibi faaliyetlerde hangi tür verilerin ne şekilde yorumlanarak karar verilebileceği Beşiktaş İlçesi sınırlarında yapılan bir uygulama ile gösterilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Üstyapı Yönetim Sistemi, Veri Sınıflama, Bozulma Türleri, Bozulma Sınıfları

Giriş

Gerçek anlamda ilk yol MÖ 3500'lerde tekerleğin bulunuşundan hemen sonra Asya kıtasının güney batı yakasından Mısır'a yapılmıştır. Via Appia veya "Appian Yolu" olarak bilinen ilk bilimsel temellere dayanan yolu Romalılar MÖ. 300'lerde yapmıştır. Bilinen en eski ve uzun mesafeli yol Pers uygarlığı tarafından yapılan yaklaşık 2825 km uzunluğundaki "Kral

Yolu”dur. 18. yüzyılın sonlarına doğru yol yapımında bilimsel prensipler tanımlanmaya başlanmıştır. 1966 yılında AASHO (American Association of State Highway Officials) tarafından, AASHO yol testi sonuçlarına bakılarak üstyapı konusunun teorik temelleri belirlenmeye başlanmıştır.

1960’ların sonu ile 1970’lerin başlarında araştırmacılar tarafından üstyapı yönetim sistemi terimi telaffuz edilmeye başlanmıştır. Bu ilk dönemde aynı zamanda ÜYS’ler de geliştirilmeye başlanmıştır. Geliştirilen bu sistemler arasından en büyük ölçekli olanı “Project 123” adıyla Teksas Yollar İdaresi (Teksas Highway Department), Teksas A&M Üniversitesi (Texas A&M University) ve Teksas Üniversitesi’nin (University of Texas) ortaklaşa çalıştığı ve yönettiği sistemdir. Ayrıca bir diğer önemli ilerleme 1968 yılında Ulusal Otoyollar İşbirliği Araştırma Programı (National Cooperative Highway Research Program – NCHRP) tarafından “Project 1-10” projesiyle sağlanmıştır.

Hudson ve McCullough isimli araştırmacılar tarafından çalışmanın ikinci döneminde ulusal düzeyde aktif olarak çalışabilen sistemler düşünülmüş ve geliştirilmiştir. Üçüncü dönemde Lytton vd. tarafından önceki dönemlerde geliştirilmiş uygulamalar sonlandırılarak sonuçları incelenmiş ve günümüzdeki son dönemde yani dördüncü dönemde ilerlemeler malzeme araştırmaları ve geliştirmeleri ile devam etmektedir (Haas R. ve diğ, 1994).

Üstyapı, ulaştırma şebekesi altında ucuz olmayan bir parçadır. Amerika’da yalnızca şehirlerarası yollardaki üstyapı yatırımına harcanan para 1994 yılı itibariyle 30 milyar dolardır (Haas R. ve diğ, 1994), ayrıca bu üstyapıların bakımı ve geliştirilmesine yılda 1 milyar dolardan fazla para harcanılmaktadır. İstanbul’da ise yol bakım onarım faaliyetleri ana arter ve daha yüksek hizmet hacimli yollarda üstyapıların bakım, onarım ve yenileme faaliyetleri İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) Yol Bakım Onarım Müdürlüğü tarafından yürütülmekte olup 2003 yılından başlayarak 2007 yılı Mayıs ayına kadar yapılan üstyapı yatırımları 2007 yılı birim fiyatlarıyla şu şekildedir.

Tablo 1 İstanbul İli Üstyapı Yatırım Maliyetleri.

	Bitümlü Sıcak Karışım (Ton)	Miktar (YTL)
2003 Yılı	1.382.334	128.604.905,00
2004 Yılı	1.084.369	87.766.171,00
2005 Yılı	1.751.860	156.484.983,00
2006 Yılı	2.201.308	204.642.037,00
2007 Yılı	365.451	33.250.835,00

Üstyapı Yönetim Sistemi

Yapılan pek çok gözlem 20 yıl olarak tasarlanan bir üstyapı ömrünün bakım ve onarım yapılmaksızın ancak 10-12 yıl, bazen de daha az sürdüğünü kanıtlamıştır. Bu durumdan da görüldüğü gibi bir üst yapıdan olması gerektiği gibi faydalanabilmek için belirli periyotlarda planlı, programlı bir şekilde bakım ve onarımlar yapmak şarttır. Her kurum kendi sınırlarında sorumlu olduğu üstyapıların en verimli şekilde kullanabilmek için kendi bakım ve onarım politikalarını belirleyerek ileride oluşturulacak bir yönetim sisteminin temellerini atmış olur. Bu durum da, her kurumun kendine özgü beklentilerine cevap verebilecek, özgün yönetim sistemlerini kurması gerektiği sonucunu beraberinde getirir. Üstyapı yönetimi ve ÜYS terminolojisi şu şekilde tariflenmektedir:

Üstyapı Yönetimi, çeşitli yönetim düzeylerinde optimum stratejileri oluşturmayı ve oluşturulan bu stratejilerin uygulamalarını da kapsayan aynı zamanda veri toplama, değerlendirme ve yeterli servis düzeyinde, üstyapıların yenileme, bakım ve onarım gibi aktivitelerinin tümünü içeren ve üstyapının servis düzeyini periyodik olarak takip eden işlemler topluluğuna verilen isimdir.

Üstyapı Yönetim Sistemi (ÜYS), ise hazırlanan optimum stratejilerin ilişkili ve eşgüdümlü biçimde çeşitli özellikler, ölçütler ve kısıtlar göz önüne alınarak karar vericiler tarafından dinamik bir şekilde değerlendirilmesi ve işleme konulması adımlarının tamamına denir (Haas R. ve diğ, 1994).

Üstyapı Yönetimin Gerekli Özellikleri

Bir üstyapı yönetiminde çeşitli teknik veya yönetsel düzeyde kararlar alınırken, alınan bu kararların tekil projeleri olduğu kadar ağıın tamamını da kapsayabilmesi gereklidir. Karar vermede kullanılacak, kararı alınarak projesi tamamlanmış veya kararı alınmış fakat henüz projelendirilmemiş stratejilerin projelendirilmesi, bütçeleme, programlama, proje tasarımı, yenileme ve bakım, kaynak gereklilikleri, hizmet düzeyi gözleme ve araştırma gibi bilgilerin her biri birlikte değerlendirilerek ilişkilendirilmelidir.

Bir ÜYS’de bulunması gereken özellikler şu şekilde sıralanabilir:

- Yeni bilgi ve daha iyi modeller elde edildiğinde kolaylıkla sistem güncellenebilmeli ve düzenlenebilmelidir.
- Alternatif stratejilerin tamamı hesaba katılabilmelidir.
- Optimum alternatifler veya stratejiler tanımlanabilmelidir.
- Tanımlanan özellikler, kriterler veya kısıtlar ile birlikte temel kararlar gerçekçi yaklaşımlara dayandırılabilir.
- Kararların karşılaştırılması sonucunda elde edilen yorumlar bilgi olarak kullanılabilir.

Üstyapı Yönetiminde Ağ ve Proje olmak üzere iki farklı işletim düzeyi bulunmaktadır. Ağ düzeyindeki esas amaç yönetim sistemi iş planlarının ve öncelikli programların geliştirilmesidir. Proje düzeyinde de ağ düzeyinde verilen kararların fiziksel uygulamalarının iş programları ve projelerin yapılarak tamamlanması temel alınmaktadır.

Üstyapı Yönetim Sistemlerinde Veri Gereksinimleri

Veri İhtiyaçlarının Sınıflandırılması

ÜYS’nin amacı maliyet etkin olarak üstyapıların verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamak için gerekli tüm işlemlerin eşgüdümlü içinde yapılmasıdır. Bu işlemler kapsamlı bir ÜYS’de farklı derecelerde etkiye sahiptir. Bu işlemlerin yapılabilmesi için her adımda geniş veri tabanlarına ihtiyaç duyulur. Veriler ana başlıklar altında şu şekilde sınıflandırılabilir:

- Kesim Tanımlamaları ile ilgili veriler,
- Performansla ilgili veriler,
- Önceki yıllara ait veriler,
- İşletme politikası ile ilgili veriler,

- Geometri ile ilgili veriler,
- Çevre ile ilgili veriler,
- Harcamalarla ilgili veriler.

Politikalar ve harcamalarla ilgili veriler hariç diğer veriler üstyapı performansı ve analizi için gerekli altlık bilgisini oluşturur. Bu verilerin tamamı aynı merkezde tutulmalı ve veri saklamadaki formatlar standart olmalıdır. ÜYS altında veri tabanı fonksiyonları ilgili tüm birimlerin verilere kolayca erişmesi sağlanarak merkezileştirilmelidir. Ayrıca verilerin önceki yıllara ait olan veriler ile birlikte değerlendirilmesi gelecek ihtiyaçlarının belirlenmesinde çok etkili tahminler yapılmasına yardımcı olur.

Bununla ilişkili olarak verilerin temel sınıf ve bileşenlerinin üstyapılar üzerindeki etkileri ağ ve proje düzeyindeki değerlendirmelere göre Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2 Üstyapı Yönetimine ait Verilerin Tipik Kullanım Amaçları (Haas R. ve diğ., 1994).

Veri Cinsi	Ağ Düzeyi	Proje Düzeyi
1. Performansla ilgili veriler		
Düzensizlik	<ul style="list-style-type: none"> • Mevcut durumu tanımlar. • Gelecek durumu tahmin etmede kullanılır. • Analiz ve programlama öncelikleri için temeller oluşturur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kalite garantisidir. • Bozulma eğrilerinin yaratılmasına yardımcı olur. • Kaplamanın niteliğinin tahminini sağlar.
Yüzey Bozulmaları	<ul style="list-style-type: none"> • Mevcut durumu tanımlar. • Gelecek durumu tahmin etmede kullanılır. • Mevcut ve gelecekteki ihtiyaçları belirlemede yardımcı olur. • Öncelikli bakım programlarını belirlemede yardımcı olur. • Alternatif iyileştirmelerin verimliliğini belirlemede yardımcı olur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bakım yönteminin seçiminde kullanılır. • Bölgesel yenileme ihtiyaçlarının belirlenmesini sağlar. • Bakım kalite tahminlerinin geliştirilmesi sağlar. • İyileştirme verimliliğinin belirlenmesini sağlar.
Sürtünme	<ul style="list-style-type: none"> • Mevcut durumu tanımlar. • Gelecek durumu tahmin etmede kullanılır. • Programlama önceliğini belirlemede kullanılır. • İyileştirme verimliliğinin belirlenmesini sağlar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bölgenin veya kesimin iyileştirme ihtiyaçlarını tanımlar. • İyileştirme verimliliğinin belirlenmesini sağlar.
Defleksiyonlar	<ul style="list-style-type: none"> • Mevcut durumu tanımlar. • Gelecek durumu tahmin etmede kullanılır. • Yapısal yetersizliği tanımlar. • İyileştirme programlamada önceliğin belirlenmesinde yardımcı olur. • Mevsimlik yük taşıma kısıtlarının belirlenmesini sağlar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tabaka tasarımına girdi teşkil eder. • İmalat yapısal yeterliliğini belirlenmesine yardımcı olur. • Kalan servis ömrünün tahminine yardımcı olur. • Kalan yük taşıma kısıtlarının tahminine yardımcı olur.
Tabaka malzeme özellikleri	<ul style="list-style-type: none"> • Kesim kesim değişkenliğin belirlenmesini sağlar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tabaka tasarımına girdi teşkil eder.

Veri Cinsi	Ağ Düzeyi	Proje Düzeyi
	<ul style="list-style-type: none"> Tasarım standartlarının gelişimine yardımcı olur. 	<ul style="list-style-type: none"> Mevcutta bulunan imalat kayıtlarının tutulmasını sağlar.
2. Önceki yıllara ait veriler		
Bakım tarihi	<ul style="list-style-type: none"> Bakım programlarının üretilmesinde kullanılır. Bakımın verimliliğinin belirlenmesinde yardımcı olur. Alternatif tasarımlar ve iyileştirmede, maliyet etkinliğinin sağlanmasında yardımcı olur. 	<ul style="list-style-type: none"> Problemlili kesimlerin belirlenmesinde yardımcı olur.
Yenileme tarihi	<ul style="list-style-type: none"> Yenileme verimliliğinin değerlendirilmesinde yardımcı olur. Alternatif tasarımların ve yenileme işlemlerinin maliyet etkinliğinin sağlanmasında yardımcı olur. Kalite garantisinin gelişmesi için ihtiyaçların belirlenmesi sağlar. 	<ul style="list-style-type: none"> Mevcutta bulunan imalat kayıtlarının tutulmasını sağlar. Tasarım sırasında yorumlama imkanı sağlar.
Trafik	<ul style="list-style-type: none"> Programlama önceliğini belirlemede kullanılır. Genel performans/ bozulma eğiliminin tahminine girdi teşkil eder. 	<ul style="list-style-type: none"> Üstyapı tasarımı için girdi olarak kabul edilir. Trafik tahmin yöntemlerini tanımlamada kullanılır. Kalan servis ömrünün tahminine yardımcı olur
Kazalar	<ul style="list-style-type: none"> Kazalara karşı tedbirlerin geliştirilmesine yardımcı olur. Programlama önceliğini belirlemede kullanılır. 	<ul style="list-style-type: none"> Yüksek kaza riski taşıyan kesimlerin tanımlanmasında yardımcı olur. Kazalara karşı tedbirlerin geliştirilmesine yardımcı olur.
3. İşletme politikası ile ilgili veriler		
Bütçe	<ul style="list-style-type: none"> Programlama önceliğini belirlemede kullanılır. Yönetim stratejilerinin seçilmesine yardımcı olur. 	<ul style="list-style-type: none"> Harcama sınırlarının belirlenmesini sağlar.
Mevcut alternatifler (Bakım&İyileştirme)	<ul style="list-style-type: none"> Yönetim stratejilerinin seçilmesine yardımcı olur. Programlama önceliğini belirlemede kullanılır. 	<ul style="list-style-type: none"> Ekonomik değerlendirme yapılmasını sağlar. Ömür-döngü maliyetinin belirlenmesine yardımcı olur.
4. Geometri ile ilgili veriler		
Kesim Boyutlandırmaları	<ul style="list-style-type: none"> Genel politika veya standartların geliştirilmesini sağlar. 	<ul style="list-style-type: none"> Kesim belirlemede kısıtların belirlenmesini sağlar.
Eğrilik	<ul style="list-style-type: none"> Genel politika veya standartların geliştirilmesini sağlar. 	<ul style="list-style-type: none"> Kesim belirlemede kısıtların belirlenmesini sağlar. Güvenlik değerlendirilmesini sağlar.
Enine eğim	<ul style="list-style-type: none"> Genel politika veya standartların geliştirilmesini sağlar. 	<ul style="list-style-type: none"> Drenaj yeterliliği değerlendirilmesini sağlar. Güvenlik

Veri Cinsi	Ağ Düzeyi	Proje Düzeyi
		değerlendirilmesini sağlar.
Boyuna eğim	<ul style="list-style-type: none"> Genel politika veya standartların geliştirilmesini sağlar. 	<ul style="list-style-type: none"> Drenaj yeterliliği değerlendirilmesini sağlar. Güvenlik değerlendirilmesini sağlar.
Banket / Kurb	<ul style="list-style-type: none"> Genel politika veya standartların geliştirilmesini sağlar. 	<ul style="list-style-type: none"> Drenaj yeterliliği değerlendirilmesini sağlar. Güvenlik değerlendirilmesini sağlar.
5. Çevre ile ilgili veriler		
Drenaj	<ul style="list-style-type: none"> Ağın genel performans değerlendirmesinin yapılmasını sağlar. 	<ul style="list-style-type: none"> Kesimin genel performans değerlendirmesinin yapılmasını sağlar.
İklim	<ul style="list-style-type: none"> Ağın genel performans değerlendirmesinin yapılmasını sağlar. 	<ul style="list-style-type: none"> Kesimin genel performans değerlendirmesinin yapılmasını sağlar.
6. Harcamalarla ilgili veriler		
Yenileme harcamaları	<ul style="list-style-type: none"> Programlama önceliğini belirlemede kullanılır. Ağın yatırım stratejilerinin seçilmesini sağlar. 	<ul style="list-style-type: none"> Ekonomik değerlendirme yapılmasını sağlar. Stratejilerin seçilmesini sağlar.
Bakım harcamaları	<ul style="list-style-type: none"> Programlama önceliğini belirlemede kullanılır. Ağın bakım stratejisinin seçilmesini sağlar. 	<ul style="list-style-type: none"> Bakım verimliliğini değerlendirir. Bakım kesimlerini seçilmesini sağlar.
İyileştirme harcamaları	<ul style="list-style-type: none"> Programlama önceliğini belirlemede kullanılır. Ağın iyileştirme stratejisinin seçilmesini sağlar. 	<ul style="list-style-type: none"> Ekonomik değerlendirme yapılmasını sağlar. İyileştirme stratejilerin seçilmesini sağlar.
Kullanıcı harcamaları	<ul style="list-style-type: none"> Programlama önceliğini belirlemede kullanılır. Yönetim stratejilerin seçilmesini sağlar. 	<ul style="list-style-type: none"> Ekonomik değerlendirme yapılmasını sağlar. Maliyeti azaltma stratejilerin seçilmesini sağlar.

Üstyapılarda Görülen Bozulmalar ve Sınıflandırmaları

Birçok üstyapı kuruluşu yetki alanları içindeki üstyapıların durumunu görmek için periyodik olarak bozulma anketleri yapar. Bozulma anketleri çeşitli tiplerde, önem derecelerinde ve yoğunlukta bozulmaların boyutları ölçülerek yapılır. Kullanılan yöntemler arasında farklılıklar olsa da genellikle ölçülen faktör veya bileşenler bakımından birbirleriyle benzerlik gösterirler. Ölçülen bu faktörler şu şekilde sınıflandırılabilir:

1. Yüzey kusurları,
2. Sürekli deformasyonlar,
3. Çatlaklar,
4. Yamalar,

Günümüzde kullanılan üstyapı yüzeyi bozukluğu tanımlama kılavuzu örnekleri kullandıkları bir takım parametrelerle birlikte Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3 Bozulma Tanımlama Kılavuzlarının Karşılaştırılması(Cafiso S. ve diğ, 2006).

Kılavuz	Yoğunluk düzeylerinin değerlendirilmesi	İnceleme tekniği	Örnek alan tanımlama	Ölçüm bilgileri	Üstyapı durum göstergesi
Austroroads (1987)	Yalnızca fotoğraflar	Veri kodlama	Yok	Birimler	Yok
SHRP (1993)	Sayısal değerler ve/veya tanımlama	Veri sayfaları	Yok	Birimler ve oranlar	Yok
ASTM (1999)	Sayısal değerler ve/veya tanımlama	Veri sayfaları	Var	Birimler ve oranlar	PCI
Mn-DOT (2001)	Sayısal değerler ve/veya tanımlama	Yok	Yok	Birimler	Yüzey Oranlama
FHWA (2003)	Sayısal değerler ve/veya tanımlama	Veri sayfaları	Yok	Birimler ve oranlar	Yok

Uzun dönemli Üstyapı Performans Çalışması (Long-Term Pavement Performance - LTPP) Bozulma Kılavuzu

Amerika’da 1993 yılında tamamlanan Stratejik Yollar Araştırma Programı (Strategic Highway Research Program – SHRP) tarafından yürütülen LTPP çalışması sonucunda oluşturulmuş bozulma tanımlama kılavuzunun bozulma sınıfları Tablo 4’de görülmektedir.

Tablo 4 LTPP Bozulma Sınıflandırmaları (Miller J. ve Bellinger W., 2003)

Bozulma Tipi	Ölçüm Birimi	Yoğunluk Düzeyi Tanımlama
A.Çatlaklar		
1. Yorulma Çatlağı	Metre kare	Evet
2. Blok Çatlak	Metre kare	Evet
3. Kenar Çatlağı	Metre	Evet
4a. Tekerlek İzi Boyuna Çatlak	Metre	Evet
4b. Tekerlek Alanı Dışı Boyuna Çatlak	Metre	Evet
5. Yansıma Çatlakları		
Enine Yansıma Çatlakları	Ölçülmez	Belirsiz
Boyuna Yansıma Çatlakları	Ölçülmez	Belirsiz
6. Enine Çatlaklar	Sayı, Metre	Evet
B. Yamalar ve Oyulmalar		
7. Yama/ Yama Bozulmaları	Sayı, Metre kare	Evet
8. Oyulmalar	Sayı, Metre kare	Evet
C. Yüzey Deformasyonu		
9. Tekerlek İzi	Milimetre	Hayır
10. Toplanma	Sayı, Metre kare	Hayır
D. Yüzey Kusurları		
11. Kasma	Metre kare	Hayır
12. Cilalanma	Metre kare	Hayır
13. Sökülme	Metre kare	Hayır
E. Çeşitli Bozulmalar		
14. Şerit-Banket Düşüklükleri	Ölçülmez	Belirsiz
15. Yağış Oyulmaları	Sayı, Metre	Hayır

ASTM tarafından 1991 yılında standart olarak yayınlanmış ve PAVER sisteminin kullandığı bozulma tanımlama kılavuzu Tablo 5’de görölmektedir.

Tablo 5 ASTM Bozulma Sınıflandırmaları (Shahin M.Y., 2002)

Kod	Bozulma	Ölçüm Birimi	Yoğunluk Düzeyi Tanımlama	Bozulma Nedeni
01	Timsah Sırtı Çatlak	Metre kare	Evet	Yük
02	Kusma	Metre kare	Evet	Diğer
03	Blok Çatlak	Metre kare	Evet	İklim
04	Kabarma ve Oturma	Metre	Evet	Diğer
05	Ondülasyon	Metre kare	Evet	Diğer
06	Çökme	Metre kare	Evet	Diğer
07	Kenar Çatlağı	Metre	Evet	Yük
08	Yansıma Çatlağı	Metre	Evet	İklim
09	Kenar/Banket Düşüklüğü	Metre	Evet	Diğer
10	Boyuna ve Enine Çatlak	Metre	Evet	İklim
11	Yama	Metre kare	Evet	Diğer
12	Cilalanma	Metre kare	Hayır	Diğer
13	Oyulma	Sayı	Evet	Yük
14	Demiryolu Geçişi	Metre kare	Evet	Diğer
15	Tekerlek izi	Metre kare	Evet	Yük
16	Toplanma	Metre kare	Evet	Yük
17	Tabaka Kayması Çatlağı	Metre kare	Evet	Diğer
18	Şişme	Metre kare	Evet	Diğer
19	Sökülme ve Ayrışma	Metre kare	Evet	İklim

Bir Ağda Üstyapı Bozulma Nedenlerinin Araştırılması

1980’lerde ABD Ordusu Mühendislik Birimi (U.S. Army Corporation of Engineers) tarafından askeri amaçlar için geliştirmiş ve günümüzde çoğunluğu ABD’de yaklaşık 600 şehrin üstyapı yönetim sistemi olarak kullanılan PAVER sistemi Beşiktaş İlçesi ana arter ulaşım ağına ait 20 kesimde uygulanmıştır. MicroPAVER adında bir paket programı da bulunan PAVER sistemi, üstyapılardaki bozulma verilerinin yanında tahribatlı ve tahribatsız performans test sonuçlarını da göz önüne alarak belirlenmiş uzman görüşlerini modelleyen bir sistemdir.

Çalışmada öncelikle PAVER sisteminin kesim belirleme yöntemine sadık kalınarak ayrıca, İBB Yol Bakım Onarım Müdürlüğünün kabul ettiği sistem de gözetilerek, Beşiktaş İlçesi ana arter yol ağında 20 kesim’lik bir ağ oluşturulmuştur. Seçilen bu kesimler, sistemin gerektirdiği kadar “örnek alan”lara ayrılarak bu örnek alanlarda ASTM standartlarında bozulma verileri toplanmıştır. Daha sonra toplanan bu bozulma verilerinin “sonuç değer” grafiklerinden bozulma üzerindeki etkileri okunmuş ve elde edilen bu sonuç değerler kullanılarak her kesim için bozulma nedenleri yük, iklim ve diğer (malzeme özellikleri, işçilik vb.) olmak üzere yüzdesel olarak üç sınıfta toplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Şekil 1 ve Tablo 6’da görölmektedir.

Sonuçlardan, tüm ağ için yükten kaynaklanan bozulmaların %21, iklimden kaynaklanan bozulmaların %23 ve diğer sebeplerden kaynaklanan bozulmaların %56 olduğu görülmektedir. Elde edilen bu sonuçlardan, ağır taşıt trafiğinin çok düşük ve iklimin yumuşak olduğu bu ağda, kullanılan üstyapı tasarımının uygun olduğu rahatlıkla görülebilmektedir.



Şekil 1 Beşiktaş ilçe sınırlarında kalan ağın kesimleri.

Tablo 6 Ağın Bozulma Nedenleri Türünden İncelenmesi.

	BOZULMA NEDENLERİ		
	YÜK (%)	İKLİM (%)	DİĞER (%)
Kesim 1	15	59	27
Kesim 2	2	21	77
Kesim 3	28	28	44
Kesim 4	0	49	51
Kesim 5	0	41	59
Kesim 6	9	34	57
Kesim 7	27	17	56
Kesim 8	22	30	47
Kesim 9	44	3	53
Kesim 10/1	16	12	72
Kesim 10/2	34	13	54
Kesim 11	19	25	56
Kesim 12	30	31	39
Kesim 13	24	14	62
Kesim 14	13	13	75
Kesim 15	28	14	58
Kesim 16	22	9	69
Kesim 17	30	8	62
Kesim 18	33	13	54
Kesim 19	33	19	48
Ağ Genelinde	21	23	56

Üstyapı Yönetim Sisteminde Veri Toplama Yöntemleri

Üstyapının mevcut durumunu değerlendirmek üzere geliştirilen sistemlerin çoğu görüntü işleme algoritmalarını kullanabilecek şekilde uyarlanmışlardır. Toplanan görüntü verilerinin 80 km/sa hızda, şerit genişliği 3.66 m kabulü ile saatte yaklaşık 91 GB olduğu belirlenmiştir. Bu kadar çok verinin toplanabilmesi ve işlenebilmesi için donanımı oldukça güçlü bilgisayarlar gerekmektedir. Bu sorunla başa çıkabilmek için uzmanlar, toplanan verileri o anda değerlendirerek değerlendirme sonuçlarını çıktı olarak veren bir yöntem geliştirmişlerdir. Görüntü işleme teknolojisini kullanarak üstyapı bozulmalarını belirleyen sistemlerden dünyada en çok kullanılanları aşağıda verilmiştir (Wang K.,2000).

- Japon Komatsu sistemi,
- ABD Üstyapı Durum Değerlendirme Servisi (U.S. PCES) sistemi,
- İsveç PAVUE sistemi,
- İsviçre Çatlak Tanıma Sistemi (CREHOS),
- Illinois Otomatik Yol Denetleme sistemi.

Sonuç

Üstyapı Yönetim Sistemi, sistem genelindeki tüm işlemlerin koordineli bir şekilde ayarlanarak, temelde topluma ait olan bütçenin en uygun harcamalarla düzgün, güvenli ve ekonomik üstyapıların işletimini sağlamayı içeren çalışmaların tamamına verilen genel isimdir.

Bu çalışmada, ÜYS kavramının ortaya atılmasından bugüne kadar kullanılan verilerin sınıflandırılarak yönetim düzeylerinde ne amaçlar için kullanılabileceğine değinilmiştir. Ayrıca, bozulma türleri ve sınıfları hakkında bilgiler verilmiş ve Beşiktaş İlçe sınırlarında ana arter yol ağında toplam 20 kesimde bozulma verileri ASTM standardı kurallarına uygun şekilde toplanıp PAVER sistemi ile değerlendirilerek üstyapı kesimlerinin bozulma nedenleri yüzdesel ifade ile gösterilmiştir.

Kaynaklar

Cafiso S., Graziano A., Battiato S. (2006), Evaluation of pavement surface distress using digital image collection and analysis, Seventh International Congress on Advancement in Civil Engineering, Yıldız Technical University, İstanbul

Federal Highway Administration (2003) Distress identification manual for the long-term pavement performance program. Miller J.S., Bellinger W.Y.

Haas R., Hudson W. R., Zaniewski J., (1994) Modern Pavement Management, Krieger Publishing Company, Florida, USA

Shahin M.Y. (2002), Pavement Management For Airports, Roads and Parking Lots, Kluwer Academic Publishers, Boston, London

Wang K.C.P. (2000), Design and implementation of automated systems for pavement surface distress survey, Journal of infrastructure systems, Vol.6, No.1, pp.24-32

Temel Dayanımının Fraktal Boyut İle İncelenmesi

Alper Sezer

Ege Üniversitesi İnşaat Mühendisliği
Bölümü, 35100 Bornova/İZMİR
Tel: (232) 3886026
E-posta: alper.sezer@ege.edu.tr

A. Burak Göktepe

Kolin İnşaat A.Ş., Akköy Barajı ve HES
İnşaatı, Kürtün, Gümüşhane
Tel: (456) 7234100
E-posta: abgoktepe@mail.ege.edu.tr

Selim Altun

Ege Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 35100 Bornova/İZMİR
Tel: (232) 3886026
E-posta: selim.altun@ege.edu.tr

Öz

Üstyapı temel ve alt temel tabakalarındaki granüler zeminlerin dayanımı, genellikle, eski bir deney olan ve yaygın olarak kullanılan CBR (Kaliforniya Taşıma Oranı) deneyi ile bulunmaktadır. Diğer yandan, granüler zeminlerin dayanımının yüzey pürüzlülükleri ile orantılı olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte, gradasyon ve ortalama dane boyutunun, dayanım özelliklerini pürüzlülüğten daha fazla etkilediği kabul edilmektedir. Bu çalışmada, temel zemini dayanımını farklı bir şekilde ele almak amacı ile, zeminler üzerinde yapılan görüntü analizlerinin sonucunda elde edilen fraktal boyutun dayanımlarla olan ilişkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, Ege Bölgesi'nden elde edilen 5 farklı orijinde granüler zemin, ince kısmı ve çakıldan büyük kısmı ayrılarak, dayanım deneylerine ve görüntü analizlerine hazır hale getirilmiştir. Gradasyonun etkisini azaltmak amacı ile, %100 kum olarak benzer dane boyu dağılımına sahip 2 doğal ve 3 kırmataş zeminden, ince, orta ve kaba olmak üzere üçer gradasyonda kum örnekler hazırlanarak, toplamda 15 farklı zemin örneği elde edilmiştir. Ayrıca, 5 kaba, 5 orta ve 5 ince olmak üzere, Standart Proktor sıklığında ve optimum su muhtevasında sıkıştırılan örnekler üzerinde CBR deneyleri yapılmıştır. Daha sonra, bu numunelerden en az 100'er danenin, mikroyapı laboratuvarında bulunan stereomikroskop altında yüksek çözünürlükte fotoğrafları alınarak görüntü analizine tabi tutulmuş ve bunların fraktal boyutları "alan-çevre metodu" ile hesaplanmıştır. Elde edilen fraktal boyutlar ile normalize edilmiş dayanımlar arasında doğrusal bir ilişki elde edilmiştir. .

Anahtar sözcükler: Görüntü analizi, fraktal analiz, alan-çevre metodu, CBR dayanımı

Giriş

Zeminlerin homojen olmayan, anizotropik ve başlangıçtaki mühendislik özelliklerine bağlı yapısı, oldukça değişken davranışlarının sebebidir. Bundan dolayı, zeminin davranışını tam doğru olarak tahmin etmek, çoğu durumda mümkün olmamaktadır. Bununla birlikte, zeminlerin bazı mühendislik özellikleri, dane boyutu ve şekli

tarafından kontrol edilmekte, bu parametreler bazı problemlerde tasarlanan davranış için hayati anlam taşımaktadır. Granüler zeminlerin oluşturduğu boşluklu ortamların özelliklerine dane boyu dağılım eğrisi ve dane şekil özellikleri (yuvarlaklık, köşelilik, ve pürüzlülük) doğrudan etki yapmaktadır.

Öte yandan, yol inşaatında temel altında yer alan zeminlerin dayanımları genellikle CBR (Kaliforniya Taşıma Oranı) deneyi ile belirlenmektedir. 1929 yılında ilk kez zeminlerin karayolları alt yapılarında kullanımının uygunluğu test eden deney, daha sonra bazı değişiklikler yapılarak havaalanı inşaatlarında dayanım değerlerinin kontrol edilmesi amaçlı kullanılmıştır.

Bu çalışmada, temel malzemelerinin dayanım özellikleri ve istatistik anlamda yeterli derecede danenin ortalama pürüzlülüğünü açıklayan fraktal boyut arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu amaçla, temiz kum zeminler üzerinde yapılan CBR deneyleri ile alan-çevre metodu kullanılarak elde edilen ortalama fraktal boyut değerleri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Sonuçta, masrafsız bir yöntem olan fraktal analiz kullanılarak zeminin mikroyapısal özelliklerinden zemin dinamik özellikleri hakkında yararlı bilgilerin toplanabildiği sonucuna varılmıştır. Şunu belirtmek gerekir ki, bu analiz sadece bu çalışmada kullanılan zeminler için geçerli olmakta, bu bölümde elde edilen sonuçlar başka veri tabanlarında oluşturulmuş fraktal boyut-taşıma gücü ilişkileri ile karşılaştırılmalıdır.

Çalışmada kullanılan zeminlerin mühendislik özellikleri

Çalışmada kullanılan doğal ve kaya kökenli zeminler, laboratuara getirilerek öncelikle No.120 elekte yikanarak, ince malzeme (silt ve kil) içeriği sifıra indirilmiştir. Daha sonra, havada kurutulmaya bırakılan bu zeminler, kuru elek analizi ile benzer dane boyu dağılımlarına getirilmiştir. Tablo 1’de ise tamamı kum olan bu zeminlerin mühendislik özellikleri verilmektedir. Tabloda görüleceği üzere, zeminler, % 100 kum olan değişik boyutlardaki danelerden oluşmaktadır. Her orijindeki zeminler kaba (1), orta (2) ve ince (3) boyutlarda olmak üzere kötü derecelenmiş kumlar haline getirilmiştir. Özgül ağırlıklar incelendiğinde, bazalt zeminin özgül ağırlığı en yüksek olmak üzere, kireçtaşı, dere kumu ve sahil kumu gelmektedir. Kıрма malzemenin özgül ağırlıkları, genelde doğal malzemelere göre daha yüksektir. Andezit zemindeki düşük özgül ağırlık, mineralojik incelemede gözlenen boşluklu yapısına bağlanmıştır.

Zeminlerin kötü derecelenmiş hale getirilip, daha sonra fraktal analizlerin yapılma gerekliliği, gradasyonun dayanıma olan etkisini azaltmak amacı ile yapılmıştır. Dane şekli, dane boyu dağılımından sonra boşluk oranına ve dayanıma etkiyen ikinci bir etken olarak ele alındığı için, dane boyu dağılımının etkisi sifıra indirildikten sonra fraktal boyut- dayanımlar arasında ilişkilerin araştırılması daha uygun olacaktır.

Tablo 1 Zeminlerin sınıflandırılmasına esas bazı parametreler.

Orijin	No	D ₁₀	D ₃₀	D ₆₀	C _u	C _c	Özgül Ağırlık	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	Zemin sınıfı
Kireçtaşı (L)	1	2.20	2.65	3.40	1.55	0.94	2.69	0	100	0	SP
	2	0.93	1.20	1.50	1.61	1.03		0	100	0	SP
	3	0.18	0.22	0.30	1.67	0.90		0	100	0	SP
Bazalt (B)	1	2.20	2.65	3.40	1.55	0.94	2.73	0	100	0	SP
	2	0.93	1.20	1.50	1.61	1.03		0	100	0	SP
	3	0.18	0.22	0.30	1.67	0.90		0	100	0	SP
Dere Kumu (R)	1	2.20	2.65	3.40	1.55	0.94	2.62	0	100	0	SP
	2	0.93	1.20	1.50	1.61	1.03		0	100	0	SP
	3	0.18	0.22	0.30	1.67	0.90		0	100	0	SP
Andezit (A)	1	2.20	2.65	3.40	1.55	0.94	2.58	0	100	0	SP
	2	0.93	1.20	1.50	1.61	1.03		0	100	0	SP
	3	0.15	0.20	0.35	2.33	0.76		0	100	0	SP
Sahil kumu (S)	1	2.20	2.65	3.40	1.55	0.94	2.68	0	100	0	SP
	2	0.93	1.20	1.50	1.61	1.03		0	100	0	SP
	3	0.17	0.22	0.31	1.82	0.92		0	100	0	SP

Dayanım deneyleri

Kaliforniya Taşıma Oranı (California Bearing Ratio), zemin içerisine 1.27 mm/dk (0.05 in/dk) hızla batırılan penetrasyon pistonuna karşı gösterilen direncin, aynı penetrasyon derinliği için standart bir kırmataş numunenin gösterdiği dirence oranı olarak bilinmektedir. CBR dayanımı, önceden belirlenen bir su içeriğinde belirli bir enerjiye göre sıkıştırılan zeminin üzerine hız kontrollü olarak batırılan penetrasyon pistonunun istenilen derinliğe ulaşması için uygulanan gerilmenin (birim kuvvet), Tablo 2’de listelenen kırmataşla yapılan deneyde pistonun aynı derinliğine ulaşması için uygulanan standart gerilmeye oranı olarak tanımlanmaktadır (Aytekin, 2000):

$$CBR = \frac{\text{Deneyde Uygulanan Gerilme (veya yük)}}{\text{Standart Gerilme (veya yük)}} \times 100 \quad (1)$$

Tablo 2 Kırmataşla yapılan deneyde penetrasyon (batma) miktarlarına göre standart gerilmeler (Bowles, 1970).

Penetrasyon Derinliği (mm)	Standart Gerilme (kg/cm ²)	Standart Yük (kg)
2.54	70.4	1362.6
5.08	105.6	2043.9
7.62	133.7	2587.7
10.16	161.9	3133.5
12.70	183.0	3541.9

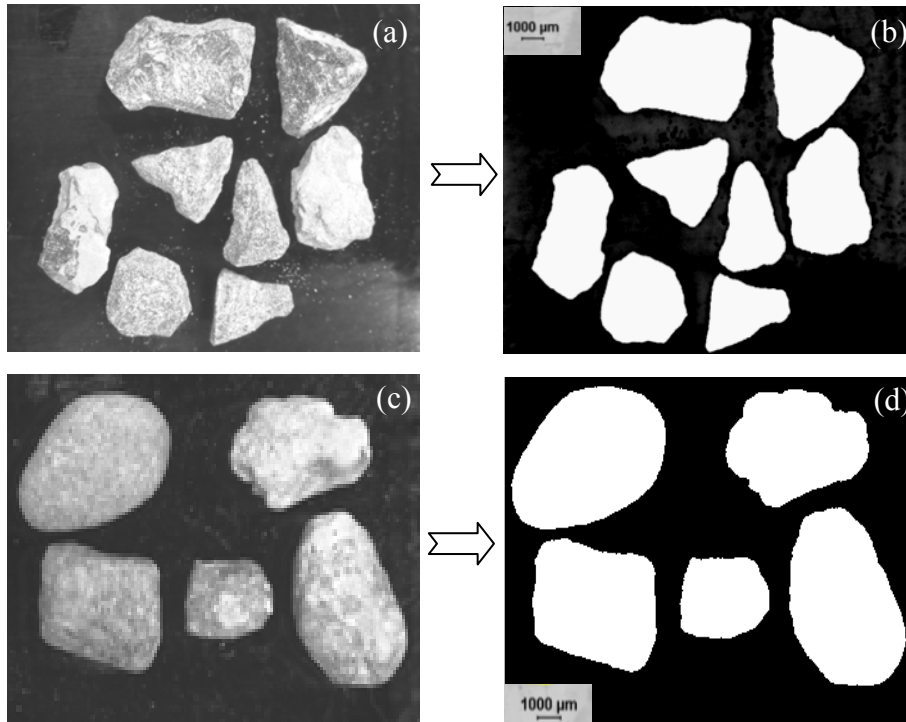
Bu çalışmada CBR deneylerinde için her zemin, üç enerji seviyesinde sıkıştırılmıştır. Bu enerji seviyeleri, aynı zamanda karşı gelen tokmak ağırlığı ve vuruş sayıları Tablo 3'de verilmektedir.

Tablo 3 CBR deneylerinde uygulanan sıkıştırma enerjileri.

Deney (D=15 cm)	Tokmak Ağırlığı (N)	Düşü (m)	Toplam Vuruş sayısı	Kalıp Hacmi (cm ³)	Enerji (kNm/m ³)
Standart Proktor(S)	24.4	0.3	168	2114	582
Değ. Std. Proktor (DS)	44.5	0.45	168	2114	1591
Modifiye Proktor (M)	44.5	0.45	280	2114	2652

Görüntü analizi

Fraktal boyutun elde edilebilmesi için, çok yüksek kalitede görüntüler ile çalışılması esastır, bu nedenle, ölçeceğimiz esas itibarı ile zemin danelerinin pürüzlülüğü olduğu için, görüntü, danelerin sınırlarındaki değişimi çok hassas bir biçimde resimleyebilmelidir. Tablo 1'de özellikleri verilen kaba, orta ve ince kumların azami 100'er adedinin 3132x2325 piksel boyutunda fotoğrafları Leica MZ-16 mikroskobu yardımıyla çekilmiştir. Daha sonra, danelerin şekli ve pürüzlülüğü hakkında bilgi, Qwin ve MATLAB 7 programı kullanılarak elde edilmiştir. (Mathworks, 2006; Qwin, 2003). İki tip kum üzerinde yapılan görüntü örnekleri Şekil 1a ve Şekil 1c'de verilmektedir. Daha sonra bilinen bir ölçekte alınan fotoğraflar, Qwin yazılımı kullanılarak işlenmiş, eşikleme işleminden sonra, danelerin içinde program tarafından tespit edilemeyen pikseller doldurulmuştur. Ardışık genleşme/daralma işlemlerinin uygulanması ile, istenen pikselleri gösteren bir ikili görüntü elde edilmiştir (Şekil 1b ve Şekil 1d).



Şekil

1 Örnek

fotoğraflar a) L1 b) işlenmiş L1 c) R1 d) işlenmiş R1.

Fraktal boyut ve alan-çevre yöntemi

İlk olarak Mandelbrot (1975) tarafından tanıtılan fraktal boyut kavramı, doğada rastlanan pek çok düzensiz danenin şekillerinin modellenmesinde oldukça faydalı bir araçtır. Zemin danelerinin şekilleri birbirinden bağımsız olarak görünen küresellik, yuvarlaklık, pürüzlülük, v.b. gibi parametrelerle tarif edilebiliyor olsa da, fraktal boyut bu parametrelerin tamamını tek bir parametre ile açıklayabilmektedir. (Gori and Mari, 2001). Yöntemin oldukça geniş bir kullanım alanı olmasına rağmen, burada literatürdeki çalışmaların birkaçından bahsedilecektir. Schlueter vd. (1997) sedimanter kayaların geçirimsizliğe boşluk fraktal boyutunun etkisini incelemiştir. Millan vd. (2003) fraktal geometri ile karakterize edilen dane boyu dağılımlarının zemin dokusuna bağlı olarak farklı davranışlar gösterebileceğini göstermiştir. Martin vd. (2005) zemin dokusal kümelerinin fraktal boyutunu kullanarak bir entropik indis tanımlamış, daha sonra bu parametre ile zemin dokusunu sınıflandırmıştır.

Fraktal boyutun elde edilmesinde bir çok yöntem kullanılmasına rağmen, en popüler ve kolay uygulanabilir metodlar alan-çevre, parçalı doğru ve kutu sayma metodları olarak sayılabilir (Kaye, 1989; Xie, 1993; Hyslip and Vallejo, 1997).

Alan-çevre metodu fraktal geometrinin en kolay uygulaması olarak bilinmektedir. İstatistik anlamda uygun sayıda danenin fotoğrafları alındıktan sonra, görüntü işleme teknikleri kullanılarak danelerin alan ve çevreleri elde edilmektedir. Bu işlemde, Mandelbrot'un (1975, 1982) "uzantıların doğrusal oranı" önerisinden faydalanılmaktadır:

$$c = \frac{P^{1/D_R}}{A^{0.5}} \quad (2)$$

Burada, c , benzerlik içeren fraktal şekil için sabit bir değer, P danenin alanı, A danenin alanı ve D_R danelerin ortalama pürüzlülük fraktal boyutudur. Denklem 2'de her iki tarafın logaritması alınır, aşağıdaki eşitlik elde edilebilir:

$$\frac{1}{D_R} \log P = \log(c\sqrt{A}) \quad (3)$$

Daha sonra gerekli düzenlemeler yapılırsa,

$$\log P = \frac{D_R}{2} (\log c^2 + \log A) \quad (4)$$

ve, nihai olarak denklem 5 elde edilmektedir:

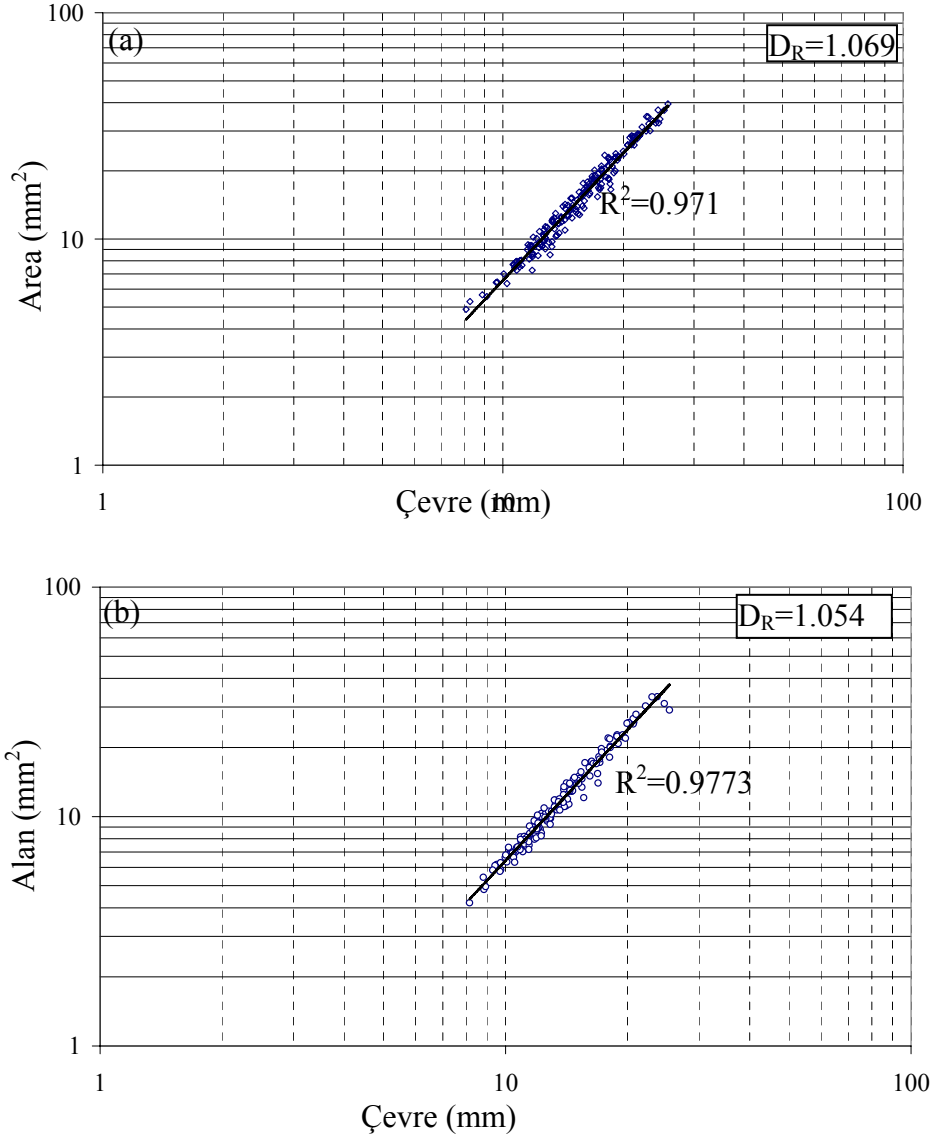
$$\log P = k + \frac{D_R}{2} (\log A) \quad (5)$$

Denklem 5'de danelerin alanlarına karşı çevrelerinin noktalanmış değerlere en küçük kareler yöntemine göre çizilen doğrunun eğimi, $2/\text{fraktal boyuta}$ eşit olmaktadır. Ancak, bu model, her dane için ayrı ayrı pürüzlülüğü belirleyememektedir.

Oldukça basit olan yöntemin iki kum örneği üzerinde uygulaması Şekil 2a ve 2b'de verilmektedir. Dayanım değerlerinin normalize edilmesinde aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır:

$$(N(CBR))_i = \frac{(CBR)_i}{(CBR)_{\max}} \quad (6)$$

Burada $N(CBR)$, normalize edilmiş CBR değeri, CBR , normalize edilecek dayanım değeri, $(CBR)_{\max}$ ise o enerjide elde edilen maksimum CBR dayanımı değeridir.

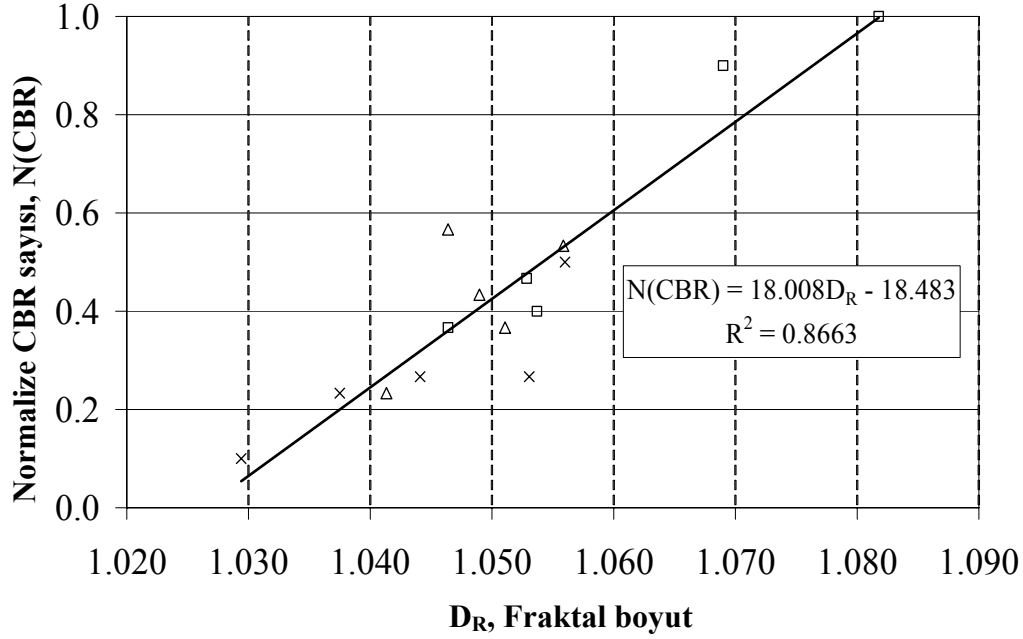


Şekil 2 Alan-çevre metodu sonuçları a) L1 b) R1 kumu.

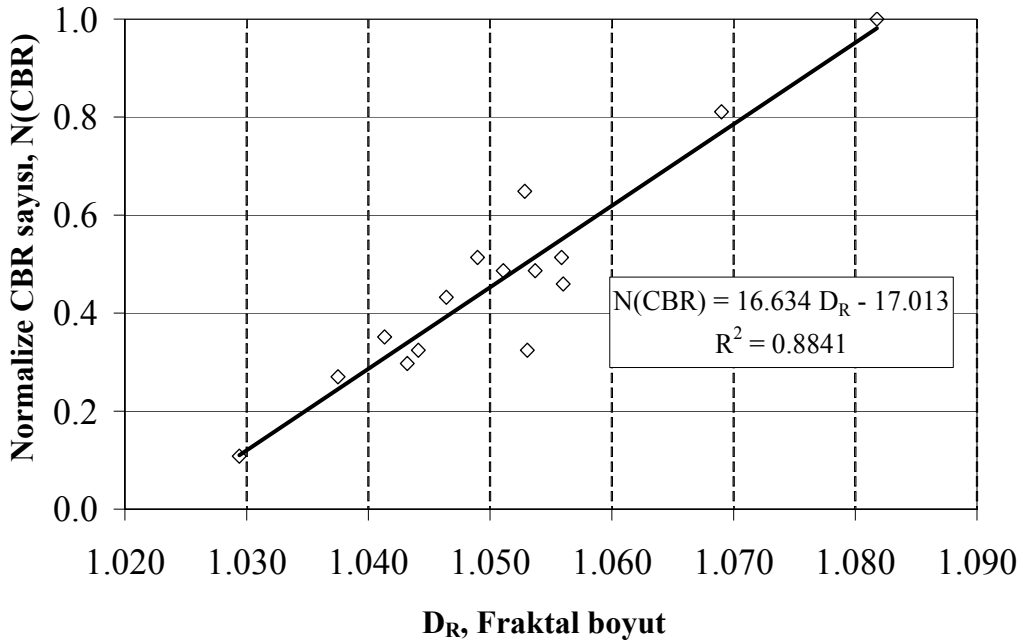
Fraktal boyut-dayanım ilişkileri

Burada altını çizmek gerekir ki, fraktal boyut; dane boyundan bağımsız bir parametredir. Yani, farklı boyutlarda doğal olarak farklı dayanımlar gösterecek zeminler yakın fraktal boyut değerlerine sahip olabilir. Bu çalışmanın amacı, esasen, ele alınan

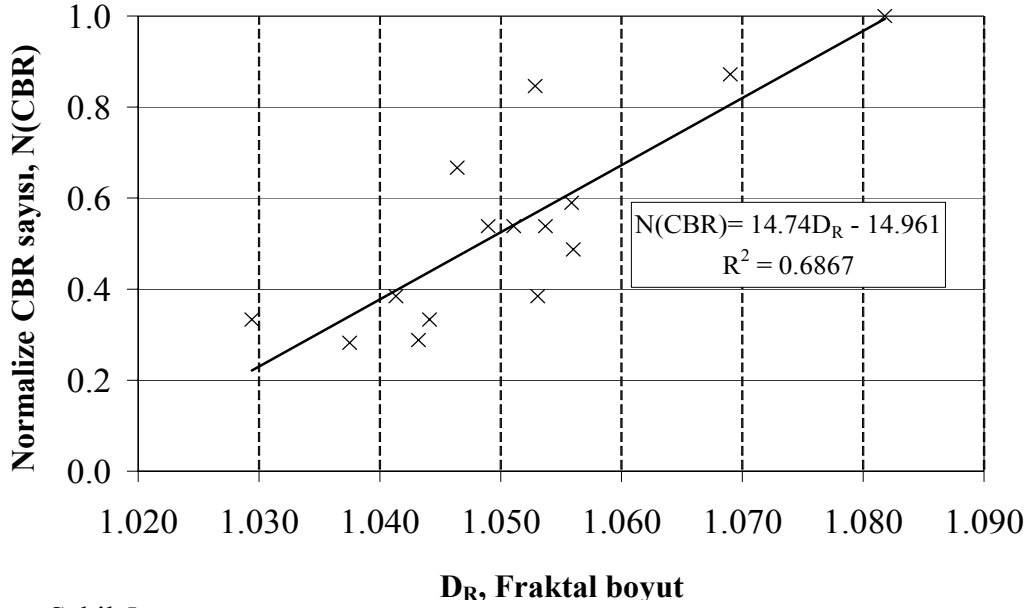
15 zeminde fraktal boyut-dayanım ilişkisinin tamamını ortaya koyabilmektir. Bu amaçla, üç değişik enerjide normalize edilmiş CBR değerleri ve fraktal boyut arasında anlamlı sayılabilecek ilişkiler elde edilmiştir. Fakat, enerjinin artması ile doğru denklemlerinde anlamlı bir artış ya da azalış görülmemiştir. Sadece, enerji arttıkça doğru denklemlerinin eğimlerinin azaldığı söylenebilir. S, DS VE M enerjilerinde $N(\text{CBR})-D_R$ arası ilişkilere ait determinasyon katsayıları sırası ile 0.8663, 0.8841 ve 0.6867 olarak elde edilmiştir (Şekil 3-5).



Şekil 3 Standart enerjide sıkıştırılmış zeminlerin dayanımı ile fraktal boyutun değişimi.



Şekil 4 Değiştirilmiş standart enerjide sıkıştırılmış zeminlerin dayanımı ile fraktal boyutun değişimi.



Şekil 5 Modifiye enerjide sıkıştırılmış zeminlerin dayanımı ile fraktal boyutun değişimi

Elde edilen sonuçlar üzerinde Durbin–Watson istatistikleri hesaplanarak, çalışmada kurulan ilişkilerin geçerliliği test edilmiştir. Bu değerler, sıfır hipotezini, yani iki veri kümesi arasında ilişki olmadığını reddetmektedir. Bir başka deyişle, üç enerjideki normalize CBR değerleri ile fraktal boyutlar arasında anlamlı bir ilişki olduğunu belirtmektedir.

Tablo 4 İstatistik analiz

İstatistik/Enerji	S	DS	M
Durbin-Watson istatistik	1.53	1.50	1.57

Ek olarak, boyut etkisinin sıfırlanması amacı ile ince, orta ve kaba kumların N(CBR) değerleri ile D_R değerleri arasında regresyonlar kurularak determinasyon katsayıları (R^2) hesaplanmış ve bu değerler Tablo 5’de verilmiştir. İnce kumların modifiye enerjideki N(CBR) değerleri, kaba kumların modifiye enerjide N(CBR) değerleri, ve orta kumların standart enerjideki N(CBR) değerleri ile D_R değerleri arasında kısmen düşük R^2 değerleri hesaplanmış olsa da, neticede bu zeminlerin taşıma güçleri ve fraktal boyutları arasında anlamlı sayılabilecek ilişkiler olduğu görülebilmektedir.

Tablo 5 Kaba, orta ve ince kum zeminlerin dayanımları ile alan-çevre metoduna göre elde edilen fraktal boyutlar arası determinasyon katsayıları

Kum boyutu	Belli enerjilerde R^2 değerleri		
	S	DS	M
Kaba	0.9386	0.9272	0.6122
Orta	0.6478	0.7512	0.7916
İnce	0.7421	0.8507	0.5993

Sonuçlar ve öneriler

Bu çalışmada, kumların fraktal boyutları ile taşıma güçleri arasında ilişkiler araştırılmış ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Değişik zeminlere fraktal boyutun etkisi araştırılırken, benzer gradasyona sahip zeminlerle çalışmak daha anlamlı görünmektedir. Bu amaçla, bütün zeminler, eş dane boyu dağılımlarına sahip hale getirilmiştir.
2. Değişik enerji seviyelerinde sıkıştırılan, bir başka deyişle benzer boşluk oranlarına sahip örneklerle fraktal boyutun etkisi ilgili tablolardaki anlamlı ilişkilerle verilmektedir. Genel anlamda, artan fraktal boyutun, taşıma güçlerinde artışa yol açtığı söylenebilir.
3. Bu yöntem, yol üstyapısı tasarımlarında ya da imalat sırasındaki kontrol işlemlerinde çalışan mühendislere yeni bir bakış açısı sunmaktadır. Böylece, temel tabakasının davranışının şekil özellikleri ile nasıl değiştiği konusunda kolay uygulanabilir bir yöntem önerilmektedir.
4. Her ne kadar bu çalışmanın sonuçları istatistik anlamda test edilmiş ve bu testlerden olumlu sonuçlar alınmış olsa da, ek deneyler yapılarak bu çalışmanın sonuçları genişletilmelidir.

Teşekkür Yazarlar, bu çalışmaya MAG-HD-08 (105M013) nolu proje ile destek veren TÜBİTAK'a teşekkür eder.

Kaynaklar

- Aytekin, M. (2000) Zemin Mekaniği, Akademi Yayınevi, Trabzon, Türkiye
- Bowles, J.(1997) Foundation Analysis and Design, McGraw-Hill, New York, USA.
- Gori, U and M. Mari (2001) The correlation between the fractal dimension and internal friction angle of different granular materials, Soils and Foundations, Vol.41, No. 3-4, pp.17-23
- Hyslip J.P.and L.E. Vallejo (1997) Fractal analysis and the roughness distribution of granular materials. Engineering Geology, Vol. 48, No 3-4, pp.231-244.
- Kaye B.H. (1998) A random walk through fractal dimensions.VCH, New York,USA.
- Leica Microsystems (2003), Qwin Reference Guide.
- Mathworks (2006) Matlab image processing toolbox release notes.

Mandelbrot, B.B. (1975) Les objets fractals: forme, hazard et dimension. Flammarion, Paris, France.

Mandelbrot, B.B. (1982) The fractal geometry of nature. W.H. Freeman, New York, USA.

Martin, M.A., Rey, J-M. and F.J. Taguas (2005) An entropy-based heterogeneity index for mass-size distributions in Earth science. Ecological Modeling, Vol. 182, No.3-4, pp. 221-228.

Millán H., González-Posada M., Aguilar M., Domínguez J. and L. Céspedes (2003) On the fractal scaling of soil data: Particle-size distributions. Geoderma, Vol. 117, No. 1-2, pp.117-128.

Schlueter E.M, Zimmerman, R.W., Witherspoon, P.A. and N.G.W. Cook (1997) The fractal dimension of pores in sedimentary rocks and its influence on permeability. Engineering Geology, Vol. 48, No.3-4, pp.199-215.

Xie H and F. Gao (2000) The mechanics of cracks and a statistical strength theory for rocks. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 37, No. 3, pp.477-488.

Yük Taşımacılığının Planlanması

Sevil Ay

Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ulaştırma Anabilim Dalı, 34349, Beşiktaş, İstanbul, Türkiye

Tel: +90 212 259 70 70/2703

Faks: +90 212 236 41 77

e-mail: say@yildiz.edu.tr

Aydın Erel

Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ulaştırma Anabilim Dalı, 34349, Beşiktaş, İstanbul, Türkiye

Tel: 0212 259 70 70/2330

Faks: +90 212 236 41 77

e-mail: erel@yildiz.edu.tr

Özet

Taşımacılık, dar anlamda bir nesnenin (eşya, ürün, yük veya mal) bir yerden başka bir yere nakli demektir. Geniş anlamda ise, müşteri ihtiyaçlarının giderilmesi amacı ile üretilen malların ihtiyaç duyulan bölge ve merkezlere zamanında, uygun fiyatla en az hasarla ulaştırılmasıdır. Bu yönüyle taşımacılık, ulaştırma sürecinin yanında yükün taşınması için gerekli araçların (yük, taşıma aracı, sürücü, gümrük, v.b.) hazırlanmasından müşteri deposuna teslimine kadar, çeşitli hizmetleri de içeren daha kapsamlı ve karmaşık bir sektör haline gelmiştir. Yük taşımacılığı, bir ülke için çok önemli bir ekonomik aktivitedir. İşlenmemiş ürünlerin üretim yerinden (maden, çiftlik,..) işleme tesislerine(fabrika,..) taşınması, daha sonra buralardan alınıp dağıtım merkezlerine ya da doğrudan toptancıya götürülmesi ve son olarak tüketiciye taşınması, kabaca yük taşımacılığının adımlarını göstermektedir. Bazı açılardan yük taşımacılığı yolcu taşımacılığı ile benzer karakteristiklere sahip olsa da, yük taşımacılığının kendine özgün farklılıkları vardır. Yük taşımacılığı talebinin analizi için kapsamlı bir modelin geliştirilmesi yolcu taşımacılığına göre daha zordur. Bu durumun başlıca sebebi talep analizinin karmaşıklığı ve etkin faktörlerin çokluğudur. Yük taşımacılığı talebi, mekansal, fiziksel, ekonomik ve sosyal faktörlerin bir kombinasyonudur.

Sunulacak bildiri kapsamında çeşitli ülkelerde yük taşımacılığının planlanması ile ilgili modeller incelenecek, birbirleri ile karşılaştırılacak ve en uygun yük planlaması modeli ile ilgili öneriler sunulacaktır.

Anahtar kelimeler: Yük taşımacılığı, talep analizi, lojistik,

Giriş

Yük taşımacılığı, bir ülke için çok önemli bir ekonomik aktivitedir. İşlenmemiş ürünlerin üretim yerinden (maden, çiftlik,..) işleme tesislerine(fabrika, atölye,..)

taşınması, daha sonra buralardan alınıp dağıtım merkezlerine ya da doğrudan toptancıya götürülmesi ve son olarak tüketiciye taşınması, kabaca yük taşımacılığının adımlarını göstermektedir. Bazı açılardan yük hareketi yolcu hareketi ile benzer karakteristiklere sahip olsa da, yük taşımacılığının kendine özgün farklılıkları vardır. Bunlar:

1. Yüklerin hareketi için değişik türde taşıtlara ve daha özgünleşmiş servis ve ekipmanlara gereksinim duyulur,
2. Yük hareketi için yaratılan talep, tüketim yerlerinin gereksinimlerine bağlı olarak ortaya çıkar , yolcu taşımacılığında bu durum sözkonusu değildir.
3. Yüklerin hareketi endüstri, tarım, ticaret, ulaşım ve teknoloji ile ilgili değişik özel ve kamu firmalarını içeren daha fazla ekonomik aktiviteyle ilgilidir,
4. Yük hareketi dışsal ekonomik etkilere daha duyarlıdır ve yönetim ya da firmanın politika ve kararlarıyla daha çok ilişkilidir.

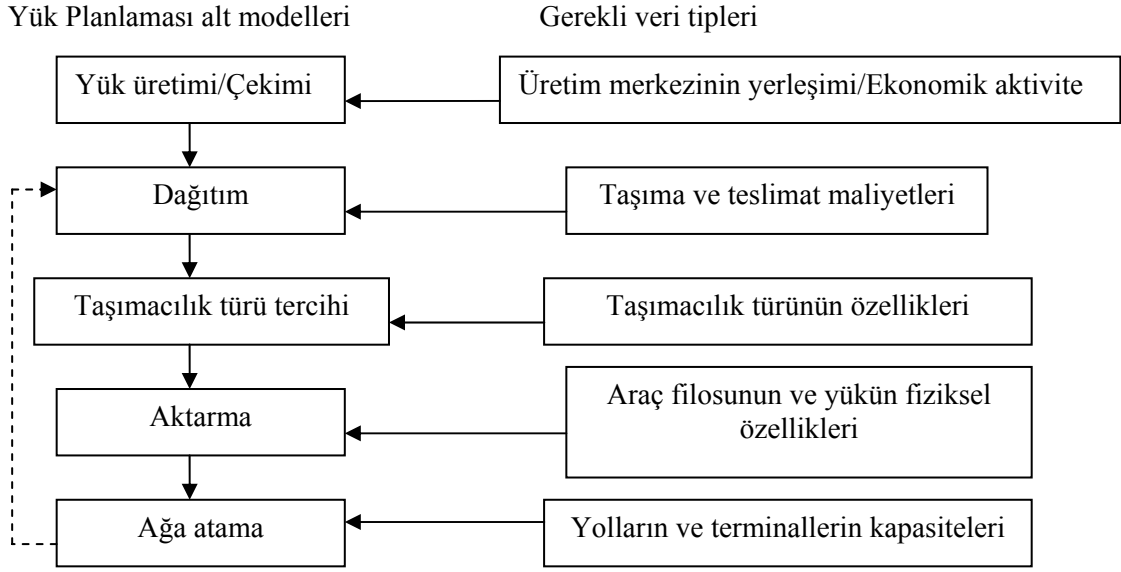
Bu nedenle, yük taşımacılığı talebinin analizi için kapsamlı bir modelin geliştirilmesi yolcu taşımacılığına göre daha zordur. Yük hareketlerinin modellenmesinin bir başka zorluğu da talep anazinin karmaşıklığıdır. Yük taşımacılığı talebi, mekansal, fiziksel, ekonomik ve sosyal faktörlerin bir kombinasyonudur ve bu durum, kaynakların dağılımında heterojenliğe neden olmaktadır. Yük taşımacılığı talebi, özel ekonomik aktivitelerin sonucunda oluşmaktadır. Bu aktiviteler şunlardır:

- Çeşitli sektörlerde bölgesel ekonominin büyümesi veya yapısal değişimi (Örn. yeni üretim tesislerinin inşası, doğal kaynakların geliştirilmesi v.b.)
- Ekonomik düzenlemelerdeki, yönetim politikasındaki ya da yük tüketimindeki değişimler (Örn. ithalat-ihracat politikasındaki ayarlamalar, hammadde fiyatlarındaki değişimler ve endüstrideki teknolojik yenilikler v.b.)
- Nüfusun ve yüklerin değişik coğrafik bölgelere dağılımındaki değişimler (Örn. yeni bölgelerin oluşması, yeni kentlerin kurulması v.b.)

Bu aktivitelerin tümü, yük ulaşım talebinin analizinde birçok ekonomik faktörün araştırılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle yük ulaşım talebinin modellenmesi, tüketici teorisi ya da firma teorisi gibi ekonomik kabullerin analizi ile yakın ilişkilidir.

Yük Taşımacılığında Talep Modeli Oluşturulmasının Aşamaları

Yük taşımacılığı modelleri, genel olarak yolcu taşımacılığı modellerinden türetilmiştir. Bu konuda çalışan bir çok araştırmacı(örn. Pendyala ve Shankar, D'Este) yolcu taşımacılığı için kullanılan dört aşamalı genel model yapısının, yük taşımacılığı için de uygun olduğu konusunda görüş birliğine varmıştır(FHWA,1996). Şekil 1'de yük taşımacılığı talebinin modellenmesinin aşamaları ve her bir aşama için gerekli veri tipleri görülmektedir. Ancak yük taşımacılığı talep modellerinde bu dört aşamanın her bir adımı, yolcu taşımacılığı modellerinden farklı oluşturulur. Yük taşımacılığı talep modellerinin oluşturulmasının dört adımı şu şekildedir:



Şekil 1. Talep analizi modeli ve gerekli temel veri tipleri

Üretim ve Çekim

Bu adımda, çeşitli üretim merkezlerinden alınıp çeşitli tüketim merkezlerine taşınan ürün miktarı belirlenir (O/D matrisinin sınırları belirlenir). Kullanılan ölçü birimi “ton”dur. Üretim ve çekim modellerinin ara safhalarında kullanılan ölçü birimi parasal değerleri olabilir.

Bir yük talep modelinde üretim ve çekim aşamasında kullanılan başlıca model tipleri şunlardır(Roberts v.d.1981):

- Trend ve zaman serileri modelleri
- Sistem dinamikleri modelleri
- Zonal seyahat oranı modelleri
- Girdi-Çıktı (input-output) ve bunlarla ilişkili modeller

Bu modeller, bütünlük veri tabanına dayalıdır. Üretim-çekim aşamasında, ayrışık veri tabanına dayalı modelleme çalışması çok nadir bulunur.

Trend modellerinde, geçmişteki verilere dayanılarak gelecekteki oluşabilecek durumlar belirlenir. Modelin geliştirilmesi aşamasında, çeşitli derecedeki komplike durumlarda zaman serisi verileri kullanılır. Trend modelleri basit büyütme faktörü modelinden kompleks oto-regresive ortalama hareket modellerine kadar çeşitli karmaşıklık düzeylerinde olabilirler.

Sistem dinamikleri modellerinde, taşımacılık süresi boyunca taşınan ürün miktarındaki değişim, ekonomideki değişim, mekan kullanımı ve çevresel etkiler modellenir. Modelde kullanılan parametreler genellikle istatistiksel tahminlerden elde edilemezler. Bu parametreler daha önce yapılmış çalışmaların sonuçlarından veya sistemin dinamik davranışının sonuçlarından elde edilir. Sistem dinamiği modelleri, talep modelinin üçüncü ve dördüncü adımını da içerebilir. Ancak bu modeller genellikle zondan zona akım miktarını ve yol kapasitelerini belirlemek için gerekli mekansal ve ağ detaylarını içermezler.

Zonal seyahat oranları modeli, her bir zona ait verilerin sınıflandırılmasından elde edilir. Bu yöntemle oluşturulan modellerin sayısal örnekleri, “Quick Response Freight Manual”(Cambridge Systematics et al.,1998) ve “Guidebook on Statewide Travel Forecasting”(FHWA,1999) isimli yayınlarda inceleyebilir.

Girdi-çıkıttı modelleri, basit makroekonomik modellerdir ve girdi-çıkıttı tablolarından oluşturulurlar. Bu tablolar, her bir sektöre ait girdi ve çıkıttı ürünlerinin, tüketim merkezlerinde talep edilen ürünlerin parasal değerleri tanımlanır. Bir ülkeye ait girdi-çıkıttı tabloları, her bir merkezi yerleşim birimi için veya genellikle birkaç bölgenin birleştirilmiş bir şekilde çoklu bölgesel tablolar olarak devlete ait istatistik birimleri tarafından oluşturulur. Çoklu bölgesel girdi-çıkıttı tablolarının kullanıldığı başlıca yük modelleri şunlardır:

- Yük ve yolcu taşımacılığı için İtalyan bölgesel model sistemi (Cascetta,1997)
- Norveç’te yük taşımacılığı için hazırlanan NEMO modelinde kullanılan REGARD modeli (EXPEDITE projesi,2000)
- Belçika için geliştirilen Walloon bölgesi için hazırlanan WFTM yük modeli (Geertsve Jourquin,2000)
- Avrupa’da yük ve yolcu taşımacılığı için hazırlanan SCENES ve STREAMS model sistemi (SCENES projesi, 2000)

Tablo 1’de yukarıda incelenen yük taşımacılığının talep modellerinde üretim-çekim aşamasında kullanılan dört model yapısının avantajları ve dezavantajları görülmektedir.

Tablo1. Üretim-çekim modellerinin özeti

Model tipi	Avantajları	Dezavantajları
Trend ve zaman serileri modelleri	Az veriye gereksinim duyulması	Nedensellik ve politik etkilerle ilgili değişkenleri sınırlı miktarda içermesi
Sistem dinamikleri modelleri	Az veriye gereksinim duyulması, arazi kullanımı, politik ve çevresel etkilerle ilgili değişkenleri içermesi	Model parametrelerinin oluşturulmasında istatistiksel verilerin kullanılmaması
Zonal seyahat oranı modelleri	Zonal bazda az veriye gereksinim duyulması	Nedensellik ve politik etkilerle ilgili değişkenleri sınırlı miktarda içermesi
Girdi-çıkıttı ve bunlarla ilişkili modeller	Ekonomi ile ilişkili olması, arazi kullanımı, politik etkilerle ilgili değişkenler içermesi	Girdi-çıkıttı tablosuna ihtiyaç olması, bu tablolardan alınan parasal birimlerin “ton”’a dönüştürülmesinin gerekmesi

Dağıtım

Bu aşamada, üretim ve çekim merkezleri arasında taşınan ürün miktarlarının dağılımı belirlenir. (O/D matrisinin hücreleri belirlenir) Kullanılan ölçü birimi “ton”dur. Yük taşımacılığında talep analizinde bir önceki aşamadaki gibi, bu aşamada da daha önce oluşturulmuş modeller incelenirse, büyük çoğunlukla bütünleşik veri tabanı kullanıldığı görülür. En yaygın olarak kullanılan dağıtım yöntemi, çekim modelidir. Çekim modelinin kullanıldığı başlıca yük modelleri şunlardır(FHWA,1996):

- Hollanda'nın TEM-II modeli (Tavasszy,1994)
- Hollanda'nın SMILE modeli (Tavasszy v.d.,1998)

Dağıtım aşamasında kullanılan diğer bir model tipi de girdi-çıkıtı modelidir. Özellikle çoklu bölgesel girdi-çıkıtı modelleri hem üretim/çekim, hem de dağıtım aşamasında kullanılırlar.

Taşımacılık Türü Tercihi

Taşımacılık türü tercihinde kullanılan veri tabanına göre başlıca üç tip model yapısı mevcuttur(Harker v.d.,1986):

1. **Bütünleşik taşımacılık türü seçimi modelleri:** Bu modeller, genellikle çok terimli (multi-nominal) lojit modellerdir. İncelenen taşımacılık türlerinin zonlara nasıl dağıldığı belirlenmeye çalışılır. Bütünleşik taşımacılık türü seçimi modeli, ekonomik teoriye dayalıdır. Bu teoriye göre, oldukça kısıtlı varsayımlar altında faydanın maksimizasyonu esas alınır. Lojit modelde multi-nominal formun en belirgin problemi, farklı taşımacılık türleri arasında çapraz esnekliğin (cross-elasticitie) eşit olmasıdır. Eğer ikili (nested) lojit model sözkonusu ise, sabit bir çapraz esneklik problemi oluşmaz.
2. **Ayrışık taşımacılık türü seçimi modelleri:** Bu tip modellerde zonal bazda değil, her bir nakliye için ayrı ayrı modelleme yapılır. Modellemede kullanılan veritabanı oluşturulmasında iki çeşit yöntem kullanılır. Yapılmış tercihler (Revealed Preferences) yönteminde yük taşımacılığı hizmetinde karar değişkenlerinin önem derecesinin belirlenmesi için mevcut veritabanları kullanılır. Açıklanmış tercihler (Stated Preferences) yönteminde ise, kapsamlı bir ölçek oluşturulur ve nakliye sahipleri ile görüşmeler yani anketler yapılır. En yaygın kullanılan açıklanmış tercih tekniği, nakliye sahiplerini her bir karar değişkeni için ne kadar ek ödeme yapmayı göze alacağını sorulmasıdır.

İtalya yük modeli SISD'de sadece yapılmış tercihler(revealed preferences) veri tabanı kullanılmışsa da, genellikle yapılmış tercihler ve açıklanmış tercihler veri tabanları beraber kullanılır. Açıklanmış tercihler veri tabanı kullanıldığı zaman, tür seçimi modeline hükümet politikası ile ilgili değişkenlerin katılabilir. Ayrıca bu veri tabanı, maliyet ve zaman dışında güvenilirlik gibi diğer değişkenlerin modellemeye etkileri göz önüne alınabilir. Ayrışık modeller, bütünleşik modellerin aksine daha genel varsayımlara dayalı olarak ekonomik teoriye dayalıdır yani her bir taşımacılık türünde faydanın maksimizasyonu esas alınır.

3. **Çok türlü ağ modelleri:** Bu tip modellerde eş zamanlı olarak taşımacılık türü ve rota seçimi yapılır. Optimum taşımacılık türü-rota kombinasyonunu belirlemek için maliyet minimizasyonu algoritması kullanılır. Bu algorithmada doğrudan çok türlü taşımacılık hareketleri modellenir. Her bir rotanın maliyetinde, her bir taşıma türüne ait maliyet ve süre bileşenleri mevcuttur. Her bir rotanın maliyeti, taşıma türleri arasındaki aktarmalarla ilgilidir. Çok türlü ağ modellerinde genellikle STAN gibi, SAMGODS ve NEMO projeleri ile Kanada ve Finlandiya'nın yük modellerinde kullanılan paket programlar kullanılır.

SMILE ve SCENE projelerinin SLAM kısmında, dağıtım merkezlerinin sayısı ve yeri modellenmiştir. Bu durum, belirlenen taşımacılık türü –rota kombinasyonu etkilemiştir. Böylece taşımacılık türü-rota seçimi, lojistik altyapıya dayalı olarak yapılmıştır.

Tablo 2. Taşımacılık türü seçimi modellerinin özeti

Modelin tipi	Avantajları	Dezavantajları	Kullanıldığı yük modelleri
Bütünleşik taşımacılık türü seçimi modelleri	Az veriye gereksinim duyulması	Teorik temelinin zayıf olması, nedensellik etkilerinin çok az düzeyde göz önüne alınması, politika etkilerinin çok sınırlı bir şekilde incelenmesi	NEAC, ASTRA, Transalpine
Ayrışık taşımacılık türü seçimi modelleri	Teorik temele dayanması, tür seçiminde etkili olması muhtemel bir çok karar Değişkenini ve politik etkileri içermesi	Ayrışık veri tabanına gereksinim duyulması	EUFRANET, Fehmarnbelt, SISD
Çok türlü ağ modelleri	Az veriye gereksinim duyulması, teorik temele dayanması, elastik talebi içerebilir olması	Nedensellik etkilerinin çok az düzeyde göz önüne alınması, politika etkilerinin çok sınırlı bir şekilde incelenmesi, çoğunlukla sabit talebi içermesi	STREAMS, SCENES, SAGODS, NEMO, WFTM, SMILE

Ağa Atama

Bu aşamada taşımacılık ağı üzerinde hangi güzergahların kullanılacağı belirlenir. Ağa atama işleminde genellikle yolcu ve yük taşımacılığı bir arada düşünülür. Başlıca 2 tip ağa atama yaklaşımı mevcuttur(Fehrmarn, 1998):

1. Sadece önceden belirlenen taşımacılık türünün ağa atanması
2. Taşımacılık türü belirlenmesi ve ağa atama işlemlerinin eşzamanlı olarak yapılması

Burada incelenen modellerin hepsinde ağa atama aşaması bulunmamaktadır, bir çok modelde de atama işlemi kamyonlar için yapılmıştır ve bu işlemde yolcu taşımacılığı trafiği de göz önüne alınmıştır. Modellerin bazılarında ağa atama işlemi, sanal bir ağ üzerinde yapılmıştır. Buradaki sanal ağda, dikkate alınan her bir zon çifti arasındaki tüm yollar, bu yolların tipik özelliklerini içeren tek bir yol ile gösterilmiştir(Örn. ASTRA,WFTM) .

Bazı yük modellerinde, atama aşaması ayrışık tür seçimi modelleri gerçekleştirilmiştir. Mesela Storebaelt modelinde, 7 rota arasındaki seçim işlemi açıklanmış tercihler ve yapılmış tercihler verilerinin kombinasyonu kullanılarak modellenmiştir. Ancak büyük çok türlü taşımacılık ağlarının modellenmesinde bu yöntem pratik değildir.

Yük modellemesinde sadece ağa atama işlemi yapılıyorsa, yük taşımacılığı akımı, yolcu taşımacılığı akımı ile beraber düşünülür. Ancak eğer kentsel alanlar gibi ağ çok karmaşıksa, tıkanma etkisi de sözkonusu olduğu için modelleme işlemi çok dikkatli yapılmalıdır.

Avrupa’da Yük Taşımacılığı Modelleri

Bu çalışmada Avrupa, Kuzey Amerika ve Avustralya’da toplam 78 yük modeli incelenmiştir. Burada incelenen modellerin özellikleri, uygulandıkları bölgeler, etkin bir modelleme projesinde kullanılmaları ve modellemede son teknolojileri içermeleridir. Avrupa’da incelenen modeller şu şekilde sınıflandırılmıştır. (Ecoplan,1999) :

Uluslararası modeller:

1. Stream/Secene: 90’lar ile 2000-2001 yıllarında geliştirilmiştir. girdi-çıkı modeli ve çok türlü ağ model yapıları kullanılmıştır. STREAM, DGTREN için SCEN ve EXPEDITE projelerinde kullanılmıştır.
2. Neac: 80 ve 90’larda geliştirilmiştir. DGTREN için Forecat2020 projesinde kullanılmıştır.
3. Stemm: İngiltere’nin ulusal yük modelini kurmakta kullanılmıştır.
4. Eufranet: 90’larda geliştirilmiştir. Özellikle demiryolu ile yapılacak yük taşımacılığının farklı işletme sistemleri, ayrışık taşımacılık türü seçimi üzerine kullanılan bir modeldir. DGTREN için EUFRONET projesinde kullanılmıştır.
5. Astra: 90’larda geliştirilmiştir. Sistem dinamiklerinin modellenmesidir. DGTREN için ASTRA projesinde yaygın taşımacılık politikalarının simülasyonu için kullanılmıştır.
6. Fehmarn Belt Modeli:90’larda geliştirilmiştir. açıklanmış ve yapılmış tercihler veritabanları kullanılarak ayrışık taşımacılık türü seçimi yapılmıştır. Danimarka ve Almanya Ulaştırma Bakanlıkları’nın değerlendirme projelerinde kullanılmıştır.
7. Transalpine ve Brenner Modeli: Taşımacılık türü ve rotası seçimi ile ilgili detaylı bir modeldir. Alp’ler civarındaki yük taşımacılığının değerlendirilmesinde kullanılmıştır.

Ulusal Modeller:

1. Lms (Hollanda Ulusal Trafik Modeli): 90’larda kapsamlı bir şekilde yenilenmiştir. DGTREN’in TRACE, AIUTO, EXPEDITE projelerinde, Hollanda Ulaştırma Bakanlığı’nın bir çok projesinde kullanılmıştır.
2. Samgods(İsveç): 90’larda yenilenmiştir. İsveç’te DGTREN için EXPEDITE projesinde kullanılmıştır.
3. Nemo(Norveç): 90’larda geliştirilmiştir. Norveç’te DGRTEN için EXPEDITE projesinde kullanılmıştır.
4. Wftm (Belçika): 90’larda geliştirilmiştir. Wallon bölgesi projelerinde ve DGTREN için EXPEDITE projesinde kullanılmıştır.
5. Sisd(İtalya): 90’larda geliştirilmiştir. Girdi-çıkı modelleri, ayrışık yapılmış tercihler veritabanına dayalı tür seçimi ve atama modelleri kullanılmıştır. İtalya’da DGRTEN için EXPEDITE projesinde kullanılmıştır.
6. Mobilec(Hollanda): 90’larda geliştirilmiştir. Taşımacılık ekonomisi üzerine bir modeldir. Hollanda’da projelerde kullanılmıştır.
7. Tem-II(Hollanda): 90’larda geliştirilmiştir. Hollanda’da projelerde kullanılmıştır.

8. Smile(Hollanda): 90'larda geliştirilmiştir. Hollanda'da projelerde kullanılmıştır.

Bölgesel Modeller

Storebaelt (Danimarka): 90'larda geliştirilmiştir. Taşımacılık türü seçiminde açıklanmış tercihler verileri ile ayrışık modelleri kullanır.

Kentsel Modeller:

1. Copenhagen Model: Kopenhag'da bir çok projede kullanılmıştır.
2. Amsterdam/Stockholm /Hamburg Modelleri

Sonuçlar

Yük taşımacılığı, bir ülke için çok önemli bir ekonomik aktivitedir. Yük taşımacılığı talebinin analizi için kapsamlı bir modelin geliştirilmesi yolcu taşımacılığına göre daha zordur. Yük hareketlerinin modellenmesinin bir başka zorluğu da talep anazinin karmaşıklığıdır. Yük taşımacılığı talebi, makansal, fiziksel, ekonomik ve sosyal faktörlerin bir kombinasyonudur ve bu durum, kaynakların dağılımında heterojenliğe neden olmaktadır. Yük taşımacılığı talebi, özel ekonomik aktivitelerin sonucunda oluşmaktadır. Yük taşımacılığının modellenmesi için Avrupa başta olmak üzere dünyada bir çok projeler geliştirilmiştir. Bu projeler, uluslararası düzeyde olabileceği gibi, ulusal veya bölgesel düzeyde de olabilir. Tablo 1'de Avrupa ve Avustralya'da kullanılan yük taşımacılığı modelleri ve bu modellerin oluşturulmasında kullanılan yöntemler görülmektedir. Bildirinin hazırlanması aşamasında yapılan araştırmada, ülkemizde yük taşımacılığının modellenmesi ile ilgili bir çalışma bulunamamıştır. Bu durumun başlıca nedeni, özellikle karayolu yük taşımacılığında düzenli bir veri tabanı bulunmamasıdır. Diğer taşımacılık türleri ile ilgili veritabanları karayollarına göre nisbeten daha iyi durumda bulunsun bile, taşımacılık oranı karayoluna göre çok azdır. Ulaştırma Bakanlığı tarafından 2004 yılında yürürlüğe sokulan Karayolu Taşıma Yönetmeliği, yük taşımacılığının modellenmesinde gerekli veri tabanının oluşturulmasında çok etkili olacaktır.

Kaynaklar

ECOPLAN (1999) STEMM Case Study: Transalpine Freight Transport, <http://www.ecoplan.ch/download/stemml.pdf>

Fehmarn Belt Traffic Consortium ,(1998), Fehmarn Belt Traffic Demand Study, Sonuç Raporu; Kopenhag, Danimarka

FHWA (1996) Quick Response Freight Manual, Final Report, Cambridge Systematics et al.,USA

STEMM Project, <http://europa.eu/int/comm/transport/stemmia.html>

Harker, P. & T. Friesz. (1986) "Prediction of intercity freight flows II: Mathematical formulations." *Transportation Research*, 20(B), 155-174.

Roberts, P. & Y. Chiang. (1981) "Development of a policy-sensitive model for forecasting freight demand." Report number DOT-P-30-81-04, U.S. Department of Transportation

FHWA (1999) Guidebook on Statewide Travel Forecasting , Wisconsin, USA

Tablo 1. Avrupa'daki Yük taşımacılığı modelleri

Modelin Adı	Bulunduğu yer			Coğrafi düzeyi				YILI		Taşıma türleri	Yapılan seçim	Tür seçiminde kullanılan yöntem		Ağa atamada kullanılan yöntem	Kullanılan Model türleri
	Avrupa	Kuzey Amerika	Avustralya	Uluslararası	Ulusal	Bölgesel	Kentsel	Modelin başlangıç yılı	Tahmin yılı			Maliyet minimizasyonu (deterministik)	Discrete choice (logit/probit, stokastik)		
SAMGODS	x (İsveç)				x			1997	2010-2020	K,H, Dz,Dm	Rota, taşımacılık türü	x		Sistem dengesi ataması	Sentetik matris(örn çekim, entropi), ağ dengesi, geliştirilmiş maliyet
NEMO	x (Norveç)				x			1997	2012-2020	K,Dm, Dz,Km	Rota, taşımacılık türü	x		Sistem dengesi ataması	Girdi-çıkıtı, sentetik matris, ağ dengesi, geliştirilmiş maliyet
WFTM	x (Wallonia, Belçika)					x		1995	2010	K, Dm, İs,Km	Rota, taşımacılık türü	x			Girdi-çıkıtı, ağ dengesi, geliştirilmiş maliyet
SISD	x (İtalya)				x			1993	2013-2023	K,Dm, Dz	Rota, taşımacılık türü		x	Olası yaralılık yöntemi	Girdi-çıkıtı, sentetik matris
STREAMS	x (AB ülkeleri)			x				1994	2020	K, Dm,İs, B,H	Rota, taşımacılık türü	x			Girdi-çıkıtı , ağ dengesi
SCENES	x (AB- Doğu Avrupa)			x				1995	2020	K, Dm,İs, B,H	Rota, taşımacılık türü, lojistik zinciri	x			Girdi-çıkıtı , ağ dengesi
FTM	x (İskandinavya-Avrupa)			x				1994	2010	K, Dm, Dz, Km	Rota, taşımacılık türü, boş araçların dönüşü		x		Büyütme faktörü yöntemi
STOREBAELT	x (Danimarka)					x				K,Dm	Rota, taşımacılık türü		x		Ayrıık tür ve rota seçimi
TEM II	x (Hollanda)				x			1992	2020	K,Dm,İs		Regresyon analizi kullanarak 1992 yılındaki OD matrisine dayanarak büyütme faktörü yöntemini kullanmak			Girdi-çıkıtı , sentetik matris
SMİLE	x (Hollanda)				x			1990-1992	Herhangi bir yıl	K, Dm,İs, B,H,Dz	Rota, taşımacılık türü, lojistik zinciri			Ya hep, ya hiç	Zaman serileri, sentetik matris
MOBILEC	x (Hollanda)				x			1993	3 yıl ara ile		Mobility-economy				Zaman serileri

									2030'a kadar		arasındaki ilişkiyi araştırıyor				
NEAC	x (Hollanda-AB)			x				1997	2020	K, Dm,İs, Dz,Km	Rota, taşımacılık türü	Taşımacılığın toplam hacmi ve mesafe/yük grubu verilerine dayalı olarak tür seçimi modeli kalibre edilmiştir.		Ya hep, ya hiç	Sentetik matris, geliştirilmiş maliyet
ASTRA	x (AB ülkeleri)			x				1996	2026	K, Dz,Km	Taşımacılık türü		x		Girdi-çıkıtı , geliştirilmiş maliyet, dinamik sistem
FTIP	x (Almanya)				x			-	2015	K, Dm,İs					
EUFRANET	x (AB ülkeleri)			x				1992	2020	K, Dm,İs	Rota, taşımacılık türü, boş araçların dönüşü		x	Mikrosimülasyon	Zaman serileri, sentetik matris, mikrosimülasyon, ayrışık tür seçimi modelleri
TRANSALPINE	x			x	x	x		1992	2010	K, Dm,İs, Dz,Km,B	Rota, taşımacılık türü, boş araçların dönüşü , taşıma mesafesi, lojistik zincir		x	Deterministik kullanıcı dengesi (Wardrop)	Adımsal eksen noktası, ağı dengesi, geliştirilmiş maliyet
BRENNER MODEL	x			x	x	x		1997	2015	K,Dz,H	Rota, taşımacılık türü, boş araçların dönüşü, taşıma mesafesi, lojistik zincir		x	Deterministik kullanıcı dengesi (Wardrop), stokastik kullanıcı dengesi	Adımsal eksen noktası , ağı dengesi, geliştirilmiş maliyet
BTCE				x		x		1998	2020	K, Dm	Rota, tür seçimi, O/D matrisinin yeniden düzenlenmesi		x	Stokastik kullanıcı dengesi	Zaman serileri, sentetik matris, mikrosimülasyon, ayrışık tür seçimi modelleri
AUSTROADS VTT MODELS				x		x		1999			Hasar, güvenilirlik, maliyet, süre		x		Hiyerarşik lojistik model
GMA				x		x		1999	1999	K	Boş araçların dönüşü	x			Girdi-çıkıtı, sentetik matris
Melbourne Ring-Road Model				x		x			1996	K	Boş araçların dönüşü				Girdi-çıkıtı , sentetik matris

K: Karayolu, Dm: Demiryolu, Dz: Denizyolu, H: Havayolu,

K: Karayolu, Dm: Demiryolu, Dz: Denizyolu, H: Havayolu

Avrupa’da Ulaşım ve Lojistik Sektörünü Etkileyen Dinamikler: Türkiye’ye Yansımaları

Hülya Zeybek

TCDD Genel Müdürlüğü
Pazarlama Dairesi Gar 06330
0312 3090515/294
hulyazeybek@yahoo.com

Öz

Bu çalışmanın amacı, Avrupa’da ulaştırma ve lojistik sektörünü etkileyen önemli gelişmeler yük taşımacılığı açısından değerlendirilerek bu gelişmelerin yol açtığı değişimleri ve Türkiye’ye yansımalarını incelemektir.

Anahtar Kelimeler: küresel dinamikler, lojistik, tedarik zinciri yönetimi, yük taşıması

Giriş

Yük taşıması ile lojistik ve tedarik zinciri yönetimi arasındaki hiyerarşik ilişki nedeniyle tedarik zinciri sisteminin çevresinde yaşanan değişiklikler hem bu zincirin yönetimini hem de tedarik ve dağıtım ağlarının yapısını etkilemektedir. Küreselleşme sonucu değişen ulaşım talebi, ulaşım politikalarının ve yatırımlarının yeniden düşünülmesini gerektirmektedir. Bu nedenle, küresel ihtiyaçları karşılayacak iyi bir ulaşım politikası geliştirmek ve uygulamak için lojistik işlemleri ve eğilimleri anlamak ve ulaşım ile birlikte düşünmek zorunlu hale gelmiştir.

Modern lojistik yönetimi anlayışı olarak karşımıza çıkan yeni yapıda tedarik zinciri tedarikçiler, üreticiler, dağıtıcılar, perakendeciler ve müşterilerden oluşan ağı; tedarik zinciri yönetimi de bu ağda mal, bilgi ve parasal akışın entegrasyonu olarak ifade edilmektedir.

Avrupa'da Gözlenen Başlıca Lojistik Eğilimler

Küresel pazarlarda iş yapan alıcılar mallarını uygun yerde, uygun zamanda ve uygun fiyatla almak istemektedirler. Değişen müşteri beklenti ve gereksinimlerini karşılamak üzere 1980’li yıllarda yalın üretim ve “tam zamanında üretim(just-in-time) (JIT)” gibi esnek üretim tekniklerin küresel olarak uygulaması yaygınlaşmıştır (Giannopoulos, 2000 ; Müller-Jentsch, 2002). Stok düzeyini minimum ya da sıfır düzeyde tutmayı hedefleyen “tam zamanında üretim”in yanı sıra, bitmiş ürünü hızlı bir şekilde tüketiciye ulaştırmayı hedefleyen “Hızlı Tepki (Quick Response)”, “Erteleme (Postponement) İlkesi” yaklaşımları da müşteri beklentilerinin etkin olarak karşılanmasında kullanılan önemli bileşenler olarak değerlendirilmektedir (Tuna, 2000; Gourdin,2001; Giannopoulos,2000).

Küresel gelişmelerin Avrupa'nın lojistik sistemine etkileri aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

Tablo 1: Avrupa'da Gözlenen Başlıca Lojistik Eğilimler

Üretim birimleri	Doğu Avrupa, Kuzey Afrika veya Asya'ya kaydırılmak suretiyle yeniden düzenlenmektedir. Merkezileştirilerek bir yerde toplanmaktadır. Uzmanlaştırılmaktadır, örneğin; ulusal düzeydeki çok-ürünlü üretim birimleri Pan-Avrupa düzeyinde tek ürüne odaklanarak daha büyük birimler haline getirilmektedir.
Üretim işlemi	Yalın (Lean) üretim, yalın tedarik zinciri Modüler Hale Getirme Daha az stokla çalışma Erteleme (Postponement) ilkeleri kullanılmaktadır. Ara aşamalar dış kaynak kullanımı(outsourc) ile dışarıya yaptırılmaktadır.
Dağıtım yapıları	Merkezileştirilmektedir. Birleşme yolu ile perakendeciler büyümektedir. Birden fazla ülkeye hizmet eden Pan-Avrupa dağıtım merkezleri oluşturulmaktadır Direkt teslim, zamanlı ve günlük teslim sistemleri gelişmektedir. Ters lojistik yaygınlaşmaktadır. Lojistik hizmetlerin outsourc edilerek 3PL şirketlere yaptırılması artmaktadır. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımı yaygınlaşmaktadır.

Kaynak: Gacogne, 2004; TNO Inro., 1999; SULOGRTRA , 2002 ; Zografos ve Regan, 2004, Euro-CAS, 2001; Cap Gemini Ernst and Young,2003)

Üreticiler fabrikalarını maliyet ve erişilebilirlik unsurlarını gözeterek Doğu Avrupa, Kuzey Afrika ya da Asya'ya kaydırmaktadırlar. Bu durum, lojistik ve ulaşım zincirinin daha geniş coğrafyaya yayılmasına neden olmaktadır(EIRAC,2005).

Ayrıca, AB üye sayısının artarak genişlemesi de ana üreticilerin dağıtım sistemlerini Doğu Avrupa'ya kaydırmasında etkili olmuştur (Ferrari,Parola ve Morchio,2006). Asya'dan gelen yüklerin zamanında teslimini sağlamak amacıyla büyük deniz limanları kaliteli hizmet verme çabasını sürdürmekte, bunun yanında yüklerin bir kısmının karadan taşınması için koridorlar iyileştirilmektedir.

Diğer coğrafi eğilim, tek Avrupa Dağıtım Merkezi(EDC) anlayışının bölgesel dağıtım merkezlerine doğru kayması, birden fazla ülkeye hizmet eden Pan-Avrupa dağıtım merkezlerinin oluşturulmasıdır(EIRAC, 2005).

Ayrıca, gümrük ve kalite kontrollerinin trafik sıkışıklığının önlenmesi amacıyla sadece limanlarla sınırlanmayıp çeşitli yerlere yaygınlaştırılma eğilimi artmaktadır.

Üretim ve dağıtım pazarları arasındaki mesafe özellikle ara mallarda artmakta, dolayısıyla yatırımlar da uzak yerlere yapılmaktadır. Artık yönlendirici olan ulusal ekonomiler değil küresel eğilimlerdir.

Ticaret küreselleştikçe lojistik zincirler de daha karmaşık hale gelmekte küresel yönetime ihtiyaç duymaktadırlar. Akıllı tedarik zinciri çözümleri sunan yeni oyuncuların ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Esneklik/çeviklik anahtar sözcük haline gelmiştir. İntermodal taşımada dış kaynak kullanımı(outsourc) artmaktadır.

Ulaşım ve lojistik şirketleri hizmet verdikleri coğrafi alanı genişletmekte Dördüncü parti lojistik hizmetlerine doğru yeni yapılanmalara gitmektedirler(Ruijgrok, 2001;37-38).

Lojistik Sistemin Ulaşım Sektörüne ve Yük Taşımaya Etkisi

Ulaşım sektörü de giderek daha fazla entegre olan küresel ekonominin talepleri doğrultusunda bir dönüşüm geçirmektedir. Üretim ve dağıtım sisteminde yaşanan değişiklikler ulaşım ve yük taşıma sisteminin yapısını değiştirmektedir.

Lojistik sistem ve ulaşım ilişkisi dört ana gösterge ile açıklanabilir. Bu temel göstergeler şunlardır (Drewes-Nielsen ve başk. 2002);

- Ulaşım mesafesi
- Ulaşım hızı
- Ulaşım sıklığı
- Ulaşım süresi

Tablo 2’de görüldüğü gibi ortalama taşıma mesafesi uzamakta, yük taşıma sisteminde gönderilerin büyüklüğü uzun mesafe taşımada azalmasına karşın gönderi sıklığı artmakta ve böylece yük akışlarının büyüklüğü artmaktadır (TNO Inro,1999). Gönderilerin boyutunun küçülmesi bu sevkiyatların konsolide edilmesinin önemini arttırmaktadır(Woxenius ve Sjöstedt, 2003). Ulaşım hızı ve süresi önem kazanmakta, yüksek kaliteli ulaşım talebi artmaktadır(Gacogne, 2004).

Tablo 2: Yük taşıma sistemini etkileyen lojistik gelişmeler

Gönderilerin büyüklüğü	büyükten	————→	küçüğe doğru
Gönderi sıklığı	düzensiz bir yapıdan	————→	düzenli bir yapıya
Varış yerleri	konsantre bir yapıdan	————→	dağınık yapıya
Taşıma mesafesi	kıtsadan	————→	uzuna
Stoklar	büyükten	————→	küçüğe
Transfer zamanı	uzundan	————→	kısaya
Sipariş süresi	uzundan	————→	kısaya

Kaynak: Woxenius ve Sjöstedt, 2003; Gacogne, 2004, TNO Inro ,1999

İletişim teknolojisindeki gelişmelerin ulaşım sektörünü etkilemesi sonucu, üretilen malların kullanılmadan bekleme süreleri kısalmakta, yani stok ömürleri azalmaktadır.

Uluslararası ticaret hacminin ve bilgi akışının artması, pazarların liberalleşmesi ve yeni teknolojilerin sunduğu imkanlar Avrupalı taşımacılık ve lojistik firmalarını yeniden yapılandırmaya yöneltmiştir. Yeni yük taşıma talebini etkin biçimde karşılayabilmek için yeni teknolojiler, Üçüncü Parti Lojistik(3PL) ve Dördüncü Parti Lojistik(4PL) gibi yeni organizasyonel kavramlar gündeme girmektedir. Entegre lojistik stratejileri geliştirilmekte ve ulaşım temelli 3PL' den depo ve dağıtım hizmeti sunan ve varlık temelli olmayan lojistik hizmet sunan yenilikçi şekillere(4PL) doğru kayış gözlenmektedir. Tedarik zinciri ve lojistik modellerdeki evrim ulaşım sektöründeki aktörlerin lojistik süreçteki rollerini yeniden tanımlanmasına yol açmaktadır (Notteboom ve Rodrigue,2004). Avrupa içinde ticaret yapmanın ve mal taşımının yakın geçmişe göre hayli kolaylaşması, tüm Avrupa geneline hizmet verebilecek lojistik firmalarının ortaya çıkmasına ve Amerikalı büyük lojistik firmalarının Avrupa'ya açılmasına neden olmuştur (Zografos ve Regan, 2004).

Ulaşım maliyetlerini düşürme baskısı sonucu lojistik hizmet sağlayıcıları ölçek ekonomisi ve daha etkin kaynak kullanımı arayışına girmişlerdir. Bir taraftan araçların ve gemilerin büyüklükleri artarken diğer taraftan birim sevkiyatın boyutunun küçülmesi bu sevkiyatların konsolide edilmesinin önemini arttırmıştır(Woxenius ve Sjöstedt, 2003).

Küreselleşme, değişen üretim ve dağıtım yöntemleri, hızlı teslim ve tedarik zincirlerinin etkin yönetimine olan gereksinim, şirketlerin iş stratejilerini kökten değiştirmekte, intermodal taşımaya olan talebi arttırmaktadır. Intermodal taşıma hizmetleri ve altyapısı 21 yüzyılda küresel pazarlarda rekabet eden firmalar için ana rolü oynayacağı beklenmektedir.

Türkiye'ye Yansımaları - Beklentiler

Avrupa-Asya Arasında Ticaretin Artması

Asya-Avrupa arasında konteynerize mal akışı 2000-2004 yılları arasında % 87, Avrupa-Asya arasında ise % 55 oranında artmıştır. 2003 yılında Doğu-Batı ticaret hacmi kuzey-güney ticaret hacmini yaklaşık %90 aşmıştır ve bu eğilimin gelecekte de devam edeceği, Avrupa ticaret hacminin 2015 yılına kadar % 45 artacağı beklenmektedir (ISIC,2005). Ticaretin serbestleşmesi ve büyümesi ile birlikte ulaşım sektörü de büyümektedir. Bu artıştan Türkiye'nin de pay alması kaçınılmazdır.

Türkiye-Avrupa Birliği Ticareti

Avrupa Birliği ihracat açısından önemli ticaret ortağımız olmaya devam ederken, AsyaPasifik'in dünya üretim üssü haline dönüşmesinin ve Gümrük Birliği gereği uygulanan ortak gümrük tarifesi politikasının da etkisiyle, ithalat pazarımızın belirgin bir biçimde AB 15 ve ABD'den, Asya ve Doğu Avrupa(AB10) ülkelerine kaydığı görülmektedir (Yükseler ve Türkan, 2006).

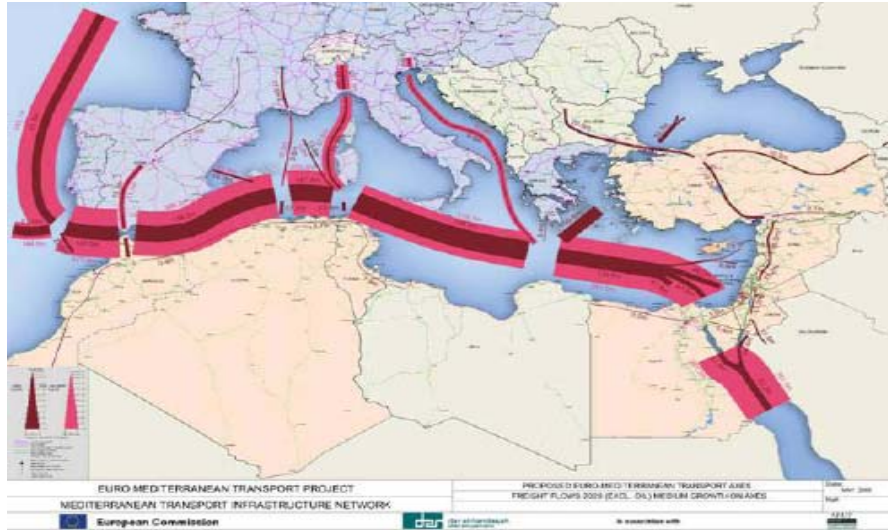
Türkiye'nin dış ticaretinde yaşanan bu coğrafi ve yapısal değişim, ulaşım sisteminde önemli sonuçlar ortaya çıkarmakta, hızlı teslim ve tedarik zincirlerinin etkin yönetimine olan gereksinimi arttırmaktadır. Ulaşım hizmeti kullanıcıları, ürünlerini uygun zaman, uygun yer, uygun kalitede ve uygun fiyatla ulaştıracakları rekabetçi, etkin bir ulaşım hizmeti talep etmektedirler.

Türkiye'nin ithal ürünlerinin %70'inin ihracat ürünleri üretiminde ara malı olarak kullanılması ve dış ticaretimizde en önemli sektör durumuna gelen otomotiv ve yedek parçaları sektörünün JIT üretim yapan bir sektör olması kaliteli, hızlı ve güvenilir entegre ulaşımın önemini daha da arttırmaktadır.

Avrupa Birliği ile olan dış ticaret hacminin, ki bu hacim Avrupa ile Yunanistan dış ticaret hacminin iki katı kadardır (ISIC,2005), artışına paralel olarak ulaşım talebinde de hızlı bir artış söz konusudur.

Avrupa Birliği ile ticarete deniz taşımacılığının özellikle ihracat miktarında çok yüksek paya sahip olduğu görülmektedir. Değer olarak ihracatta ise deniz taşıması ve karayolu taşıması birbirine yakın paylara sahiptirler. Öte yandan, demiryolu ve havayolu taşıma paylarının AB'den yapılan ithalatta arttığı gözlenmektedir.

Türkiye ile Avrupa Birliği ülkeleri arasındaki ticaretin 2020 yılına kadar yıllık % 2.6 büyüyeceğini öngörülmektedir (EC, 2007). Denizyolunun uzun dönemde ağırlığını sürdüreceği özellikle Akdeniz bölgesinde denizyolu trafik miktarının artacağı beklenmektedir.



Şekil 1: Akdeniz Bölgesinde trafik akışı 2020 tahminleri(petrol hariç)

Kaynak:EC,2007

Kara taşıması trafiğinin en yoğun olacağı beklenen ana akslar;

- Türkiye - Bulgaristan – Balkan Ülkeleri – Almanya (Kuzeydoğu & Güneybatı
- Türkiye - Bulgaristan – Balkan Ülkeleri – Kuzey İtalya-Fransa'nın güneyi-İspanya'nın doğusu'dur (EC,2007).

Avrupa Birliğinin Genişlemesi

Küreselleşme ile ülkelerin bölgesel ve küresel olarak karşılıklı bağımlılığı artmakta ulaşım ve lojistik daha da önem kazanmaktadır. Küresel rekabete karşı koyabilmek ve ekonomik ilişkileri daha da geliştirmek amacıyla oluşturulan Avrupa Birliği (AB)'nin genişleme süreci büyük pazarlar yaratmaktadır. Dünya ticaretinin dörtte biri sınır ülkeleri, yarısı ise birbirinden 3000 km'den daha az uzaklıkta olan ülkeler arasında yapılmaktadır (Hummels, 2006).

3 Ekim 2005 tarihinde tam üyelik müzakerelerinin başlamasıyla birlikte, Türkiye ile AB arasındaki ilişkilerde yeni bir döneme girilmiştir. Türkiye'nin AB'ye üyeliğinin, hem Birliğin hem de Türkiye'nin gelişmesi yolunda önemli bir sinerji yaratacağı beklenmektedir(DPT,2006).

Altyapıların- Ulaşım Koridorlarının İyileştirilmesi

Artan ulaşım talebinin karşılanması için gerekli yatırım ve iyileştirme yapılmadığı takdirde, sistemin işleyişinin sekteye uğrayacağı açıktır. Bu nedenle, ulaşım ve lojistik altyapısının sürekli geliştirilmesi gereklidir. Ulaşım altyapılarını geliştirmeyen ülkeler, üretim maliyetleri düşük olsa bile uluslararası faaliyetler için bir cazibe merkezi olamazlar. Örneğin; Avrupa'nın nüfus ve yüzölçümünün sadece %2-3'ünü oluşturan Hollanda, Avrupa Dağıtım Merkezlerinin yaklaşık %50'sini bünyesinde bulundurmaktadır (Ruijgrok ve Kuiperers, 2004).

Avrupa ile Asya arasındaki trafik artışı talebini karşılayabilmek için ulaşım koridorlarının, özellikle demiryolu koridorlarının iyileştirilmesi gereği ortaya çıkmıştır (Zeybek,1999).

Doğu'da yeni gelişen ekonomilere yakınlığı, transit ülke olarak konumu, AB'ye üyelik süreci ve giderek artan dış ticareti Türkiye'nin ulaşım altyapısı ve lojistik hizmetlerinin iyileştirilmesi yönünde baskı yapmakta ve bu sektörleri daha da önemli hale getirmektedir.

Türkiye, Pan-Avrupa Ulaşım Koridorlarından IV. ve X. Koridorlarda; Pan-Avrupa Ulaşım Alanlarından (PETrA) ise Karadeniz ve Akdeniz alanlarında yer almaktadır Türkiye'nin Trans-Avrupa Ulaşım Ağlarına (TEN-T) bağlantısını sağlayacak altyapısının belirlenmesi için yürütülen Ulaşım Altyapı İhtiyaç Analizi (TINA) projesi devam etmektedir (www.ubak.gov.tr/tr/doc/sgdb/kmd_rapor.doc).

Bunun yanında, Trans-Avrupa Ulaşım Ağları(TEN-T)'nin bir parçası olan ve Avrupa'da deniz temelli intermodal lojistik zinciri kurmayı amaçlayan "Deniz Otoyolu"nda Türkiye, Samsun ve Mersin limanlarıyla yer almaktadır. Avrupa ve Asya ulaşım sisteminin içinde ve Akdeniz ve Karadeniz arasındaki ulaşım güzergahı üzerinde olan Türkiye; Avrupa, Balkanlar, Karadeniz, Kafkaslar, Hazar, Orta Asya, Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkeleri için bir dağıtım ve toplama merkezi olabilecek özelliğe sahiptir.

Karadeniz Sahil Yolu'nun tamamlanmış olması, Kafkasya ve Orta Asya ülkelerine yapılan karayolu taşımalarını kolaylaştırmıştır. Ancak, Orta Asya'ya yapılan demiryolu taşımalarında iki önemli eksiklik bulunmaktadır. Birincisi, Gürcistan ile demiryolu bağlantısının olmaması ve Ermenistan sınırının kapalı olması, ikincisi ise Avrupa'dan Orta Asya'ya tek demiryolu güzergahı olan Kapıkule-Kapıköy (İran sınırı) koridorunun İstanbul Boğazı ve Van Gölü ile iki yerde kesintiye uğramasıdır. Bu çerçevede, Avrupa Birliğine tam üyelik sürecinde Türkiye'nin bölge ulaşımında söz sahibi olabilmesi için Kars-Tiflis Demiryolu Projesi ile Van Gölü Demiryolu Geçişi Projesi'nin en kısa zamanda hayata geçirilmesi gerekmektedir.

AB Politikalarının Uygulanması

AB ortak ulaşım politikasının ana amacı, tüm ulaşım türlerinin tek tedarik zinciri şeklinde entegrasyonunu kolaylaştırmak olarak yeniden düzenlenmiştir(bkz. Euractiv [23 Haziran 2006](#)). Komisyon, ulaşım türleri arasında işbirliği ve tamamlayıcılık esasına ve operatörler arasında rekabete dayalı bir intermodal taşıma sistemini savunmaktadır. Sistem yaklaşımı çerçevesinde kullanıcılar, araçlar ve altyapılar arasında entegrasyon öngörülerek çevreci, emniyetli ve akıllı bir ulaşım sisteminin geliştirilmesi hedeflenmektedir.

AB müktesebatına uyum kapsamında karayolu sektörü yasal altyapıya kavuşturularak Karayolu Taşıma Kanunu çıkarılmıştır. Demiryolu taşımacılığı alanında mevzuat uyumunda çalışmalar devam etmektedir. Deniz ve hava taşımacılığı alanlarında, uluslararası anlaşmaların kabulü, ilgili müktesebatın aktarımı ile tamamlanmıştır.

Lojistik ve Ulaşım Pazarının Gelişmesi

Standartlar

Üreticiden tüketiciye mükemmel bir lojistik zincirin oluşturulması için yükleme birimlerinin , yükleme ekipmanlarının ve taşıma dökümanlarının (yasal düzenlemeler) standardize edilmesi , birbirine uyumlu bilgi sistemlerinin kurulması çok önemlidir.

2003 yılında Avrupa Komisyonu, intermodal ekipmanlarına bir düzen getirmek amacıyla intermodal stratejisinin önemli bir parçası olarak intermodal yükleme birimleri ile ilgili bir direktif tasarısı hazırlamıştır (EC,2006d). Bu tasarı ile yükleme birimlerinin harmonize edilmesi hedeflenmiştir. Örneğin, Avrupa'da kullanılan swap bodyler genellikle üst üste konulamamakta dolayısı ile her ulaşım türü için uygun olmamaktadır. Standart konteynerler ise genellikle Avrupa karayolu taşımacılığında izin verilen ebatlara uymamaktadır. Tasarıda Avrupa İntermodal Taşıma Birimi (EILU) adı altında yeni bir standart önerilmektedir.

Küresel Operatörler- Birleşmeler

İşletmelerin yeniden yapılanması lojistik yönetimini etkileyen bir faktör olmuştur. Bu yapılanma hem dikey entegrasyon hem de yatay entegrasyon şeklinde(birleşme, satın alma, şirket bölünmesi vb) gerçekleşmektedir. Belli sektörlere hakim olan çok büyük şirketler ileri bilgi teknolojileri kullanan etkin lojistik sistemler aracılığı ile kontrol sağlamaktadırlar (UNCTAD, 2004).

Bu çerçeve içinde, birçok denizcilik ve taşıma şirketi daha geniş hizmet yelpazesi sunmaya başlamışlardır. Liman holdinglerinin dünyanın çeşitli bölgelerinde işlettiği konteyner terminali sayısı 2007’de 143’e ulaşmıştır.

Küresel operatörler (liman holdingleri) Türkiye’de de varlıklarını arttırmışlardır. Örneğin; ICTSI Baltık Konteyner terminalinde, HHLA (Hamburger Hafen und Logistik AG) St.Petersburg’da, Dubai Ports World ve APM Terminals Köstence’de, MSC (Mediterranean Shipping Company) Ambarlı’da, DP World Yarımca’da, Port of Singapore Authority (PSA) Mersin’de, Hutchison İzmir’de.

Öte yandan, Avrupa’da yük demiryolu şirketleri birleşme yoluna gitmektedir. Örneğin; Railion Hollanda’nın NS demiryolu ile birleşmesi, Alman Demiryollarının Yük Şirketi DB Cargo’nun Danimarka’nın DSB Cargo şirketinin % 92 hissesine sahip olması gibi. DB, aynı zamanda lojistik hizmetleri geliştirmek amacıyla demiryolu sektörü dışındaki şirketlerle de ortaklık kurmaktadır. Bu kapsamda forwarder şirketi Schenker’i satın almıştır.

Sonuç

Küresel üreticilerin fabrikalarını maliyet ve erişilebilirlik unsurlarını gözeterek Doğu Avrupa, Kuzey Afrika ya da Asya’ya kaydırması, lojistik ve ulaşım zincirinin daha geniş coğrafyaya yayılmasına neden olduğu ortamda bu coğrafyanın merkezinde yer alan Türkiye’nin ulaşım sisteminin hız, maliyet ve kalite açısından iyileştirilmesi gerekmektedir.

Özellikle Türkiye’nin dış ticaretinde yaşanan coğrafi ve yapısal değişim, ulaşım sisteminde önemli sonuçlar ortaya çıkarmakta, hızlı teslim ve tedarik zincirlerinin etkin yönetimine olan gereksinimi arttırmaktadır. Ulaşım hizmeti kullanıcıları, ürünlerini uygun zaman, uygun yer, uygun kalitede ve uygun fiyatla ulaştıracakları rekabetçi, etkin bir ulaşım hizmeti talep etmektedirler. Bu nedenle, tedarik zinciri yönetimi, lojistik, entegre ulaşım-intermodal taşıma önem kazanmakta, intermodal taşımaya olan talep artmaktadır. Türkiye’nin ithal ürünlerinin %70’inin ihraç ürünleri üretiminde ara malı olarak kullanılması ve dış ticaretimizde en önemli sektör durumuna gelen otomotiv ve yedek parçaları sektörünün JIT üretim yapan bir sektör olması kaliteli, hızlı ve güvenilir entegre ulaşımın önemini daha da arttırmaktadır.

Kaynaklar

Cap Gemini Ernst and Young (CGE&Y) (2003) EU Enlargement:European Distribution Centers on the Move .

DPT (2006) Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007-2013

Drewes-Nielsen, L., P.H. Jespersen, L. Gjesing Hansen, T. Petersen (2002) Freight Transport Growth – a Theoretical and Methodological Framework. European Journal of Operations Research

EC (2006)European Freight Transport Modern Logistics Solutions for Competitiveness and Sustainability, 8 March 2006

EC (2007) Extension of the major trans-European transport axes to the neighbouring countries, Guidelines for transport in Europe and neighbouring regions, Impact Assessment, Commission Staff Working Document Accompanying document to the Communication from the Commission to the Council and the European Parliament [COM(2007) 32 final]SEC(2007) 99] Brussels, 31/01/2007

EIRAC (2005) Strategic Intermodal Research Agenda 2020, December 9, 2005

Euro-Case (2001) Freight Logistics and Transport Systems in Europe, Trends in the Location of European Industry and its Interaction with Logistics and Transport, European Council of Applied Sciences and Engineering

Ferrari, C., F. Parola ve E. Morchio (2006) Southern European Ports and the Spatial Distribution of EDCs. Palgrave Macmillan Journals Maritime Economics&Logistics March 2006, Volume 8, Number 1, 60-81 <http://www.palgrave-journals.com/mel/journal/v8/n1/abs/9100150a.html> Erişim tarihi 12.05.2006

Gacogne, V. (2004) Impact of Freight Transport Costs and Pricing on Logistical Systems”,10th World Conference on Transport Research, July 4-8 Istanbul,Turkey

Giannopoulos, G.(2000) European Inland Freight Transport Scenarios for 2020 and Some Related Policy Implacations, Key Issues for Transport Beyond 2000 15th International Symposium on Theory and Practice in Transport Economics. ECMT, Thessaloniki 7-9 June

Gourdin, K.N. (2001) Global Logistics Management: A competitive Advantage for the New Millennium. Blackwell Publishing

Hummels, D. (2006) Global Trends in Trade and Transportation”, Prepared for ECMT Round Table, October 2006

ISIC (2005) Final report Task F: Promotion of Intermodal Transport, Client: European Commission, DG TREN Hamburg, Contract Number: TREN/04/MD/S07.38573, 21 November 2005

Müller-Jentsch, D. (2002) Transport Policies for the Euro-Mediterranean Free-Trade Area: An Agenda for Multimodal Transport Reform in the Southern Mediterranean, World Bank Technical Paper No 527

Ruijgrok,C.J ve B. Kuipers (2004) Transportation Infrastructure Management for Attracting Euro-Distribution Centers in the Netherlands. Netherlands Organization for Applied Scientific Research(TNO), Logistics and Transport Department

SULOGTRA Project (2000) Analysis of trends in Supply Chain Management and Logistics", European Commission. DG TREN Deliverable Report D1 Work Package 1, Community under the 'Competitive and Sustainable Growth' Programme (1998-2002)

TNO Inro (1999) TRILOG-Europe End Report., Roger Demkes (Editor), TNO Netherlands

Tuna,O. (2001) Türkiye İçin Lojistik ve Denizcilik Stratejileri:Uluslararası ve Bölgesel Belirleyiciler. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Cilt 3, Sayı:2

UNCTAD (2004) Review of Maritime Transport 2004, United Nations Conference on Trade and Development, Geneva

Woxenius, J. ve L.Sjöstedt (2003) Logistics Trends and their Impact on European Combined Transport - Services, Traffic and Industrial Organisation. Logistik-Management, Vol. 5, No. 2. 25-36.

Yükseler, Z. ve E.Türkan (2006) Türkiye'nin Üretim ve Dış Ticaret Yapısında Dönüşüm: Küresel Yönelimler ve Yansımalar, Ekonomik Araştırma Forumu Çalışma Raporları Serisi, TÜSİAD-Koç Üniversitesi <http://eaf.ku.edu.tr/calismağraporlari> Erişim tarihi 18.10.2006

Zeybek, H. (1999) Uluslararası Demiryolu Politikaları ve Demiryolu Koridorları & Dünya Demiryollarında Yeniden Yapılanma Uygulamaları, TCDD Yayınları No:1999-01 Nisan, Ankara

Zografos, K. G. ve A. C. Regan (2004) Current Challenges for Intermodal Freight Transport and Logistics in Europe and the US. Transportation Research Board 83rd Annual Meeting 11-15 January CD-ROM

Lojistik ve Yük Taşımacılığı

Sevil Ay

YTÜ, İnaşaat Fak., İnaş. Müh. Böl. Ulaştırma A.D., 34349, Beşiktaş, İstanbul,
Tel: (0212) 2597070 – 2703

Aydın Erel

YTÜ Emekli Öğr. Üyesi, İstanbul,
Tel: (0212) 2619253
E-Posta: erel@yildiz.edu.tr

Öz

Son 30 yıl içinde demiryollarında özellikle yolcu taşımacılığında 300 km/saat üzerindeki hıızlara ulaşan artışlar, güvenli ve konforlu bir hizmet için demiryolu sisteminin yeniden gözden geçirilmesini ve değişik açılardan geliştirilmesini gerektirmiştir.

Bilindiği gibi demiryolu, diğer ulaştırma sistemleri gibi, kendine özgü bir ağ, taşıt filosu ve işletme sisteminden oluşmaktadır. Ağın gar, istasyon vb. düğüm noktaları arasında taşıtların seyrettikleri güzergâhlar, yol geometrisi ve yapısı bakımından uygulanabilecek hıızları kısıtlamaktadır. Taşıtların özelliklerine bağlı olarak, yüksek hıızlı trenler için daha büyük yarıçaplı yatay ve düşey kurplara, daha düşük boyuna eğimlere, hata ve bozukluk sınırları çok küçük olan yollara gereksinim duyulmaktadır. Hıız artışı ile birlikte, üst ve alt yapıya iletilen dinamik yükler de arttığından, yolda oluşan kalıcı yer ve Şekil değiştirmeler, yolun yatay ve düşey geometrisinde bozulmalara, dolayısıyla yol ve taşıtlara gelen etkilerin daha da artarak, konfor ve güvenlik değerlerinin düşmesine yol açmaktadır.

Demiryolu altyapısı, olağanüstü durumlar dışında doğal zeminden, bazı yüksek ve çukur bölgelerin geçildiği yerlerde de, yine doğal zemin üzerine mesnetlenen köprü, viyadük ve tünel gibi sanat yapılarından oluşmaktadır. Dolayısıyla bu yapı bileşeninin, herhangi bir zarara uğramadan yukarıda belirtilen etkilere uzun süre dayanabilmesi oldukça güçtür. Bu nedenle yüksek hıızlı demiryollarının yapılacağı kesimlerde gerekli altyapı özelliklerinin duyarlılıkla saptanması ve ekonomik olarak uzun süre hizmet verebilecek bir yapı oluşturulması gerekir.

Bu bildiride yüksek hıızlı demiryollarında oluşturulması gereken altyapının özellikleri tartışılacak ve bazı öneriler sunulacaktır. Ayrıca mevcut demiryollarında hıız arttırılabilmesi için altyapıda yapılması gereken iyileştirme yöntemleri sunulacaktır. Bu konunun ülkemizde yapılması gündeme gelen yüksek hıızlı demiryolları için de katkıda bulunması amaçlanmaktadır.

Anahtar sözcükler: Yüksek hıızlı demiryolu, Altyapı

Giriş

1970 yıllarından bu yana, Japonya, Almanya, Fransa, İngiltere, İspanya vb. ülkelerde demiryolu ile yolcu taşımacılığında 200 ile 350 Km/saat hız yapabilen yüksek hızlı trenler çalıştırılmaktadır. Bu trenler 700 – 800 Km mesafelere kadar süre bakımından havayolu taşımacılığı ile rekabet edebilen bir düzeydedirler. Ancak bu tür demiryolu taşımacılığında hergün yeni sorunlarla karşılaşmakta, edinilen deneyimlerle daha güvenli, konforlu ve ekonomik çözümlerin araştırılması sürdürülmektedir.

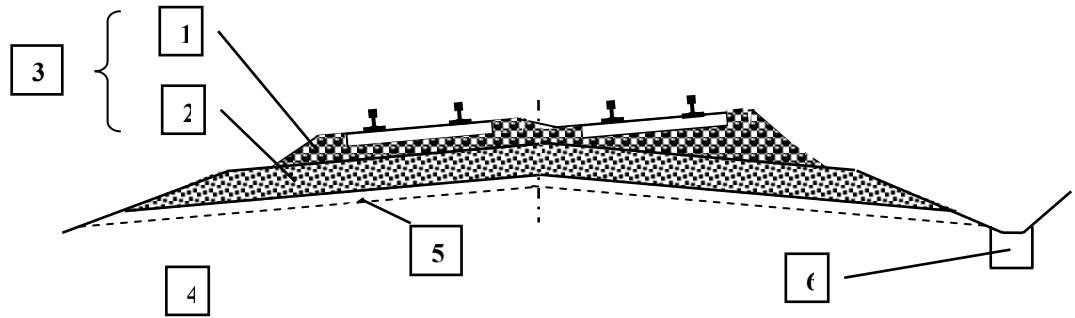
Son yıllarda Ülkemizde de yüksek hızlı demiryolu taşımacılığının gündeme gelmesi ve bu konuda yatırımlara başlanmış olması, proje, yapım ve işletme konularında 120 Km/saat proje hızları için bile çağdaş teknolojiyi henüz uygulayamayan demiryollarımız için önemli kaygılar oluşturmaktadır.

Bu bildiriye, düşük hızlı işletmecilik konusunda bile sorunlar yaşanmakta olan ülkemizde, demiryollarımızda –belki bilgi yetersizliğinden- en az ilgi ve çaba gösterilen altyapı konusunun incelenmesi ve yüksek hızlı demiryollarına yönelik bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

Demiryolu yapısı, yol yatağı ve altyapı

Genel

Klasik bir demiryolu hattı, rayların ve traverslerin oluşturdukları “yol çerçevesi” ile, bu çerçevenin altına döşenmiş balast, balast altı adı verilen kırma taş tabakaları ve bunların altındaki “altyapı” adı verilen değişik zemin tabakaları ya da köprü, viyadük, tünel vb. sanat yapılarından oluşur(Şekil 1). Yol çerçevesi ve balast tabakalarına da “üstyapı” adı verilmektedir.



1	BALAST (Ballast)	4	ALTYAPI (Subgrade)
2	BALAST ALTI (Blanket) TABAKASI	5	HAZIRLANMIŞ (Prepared) ALTYAPI
3	TOPRAK İŞLERİ (Earthworks)	6	BOYUNA DRENLER

Şekil 1. Klasik demiryolu yapısının enkesiti
Balast tabakaları ile altındaki zemin tabakalarına ya da sanat yapısına “Yol Yatağı Tabakaları (YYT)” adı da verilmektedir. Yol yatağı tabakaları, özellikleri ve kalınlıkları

ile, yol mesnet rijitliği, yol geometrisinin ve drenaj sisteminin korunması açısından, yol performansı üzerinde önemli bir rol oynarlar.

YYT'nın tasarım kalınlıkları aşağıdaki faktörlere bağlıdır:

- Altyapıyı oluşturan zeminlerin özgün karakteristikleri (doğal yapısı, taşıma kapasitesi, suya ve dona tepkisi, vb.),
- Bölgenin jeolojik ve hidrojeolojik koşulları,
- Bölgenin iklim koşulları,
- Statik ve dinamik trafik etkileri (Brüt-ton, dingil yükleri, hızlar),
- Yol kompozisyonu (Ray kesiti, traverslerin tipi ve aralıkları, vb.).

Balast, kırılmış taşlardan oluşturulan ve 20 ile 60 mm boyutları arasındaki danelerle özel granlometrede hazırlanan tabakadır. Balast ve altyapı arasında oluşturulan balast altı tabakasının işlevleri şunlardır:

- Rijitliği ayarlayarak yolun taşıma kapasitesini arttırmak ve yukarıdan iletilen yüklerin altyapıya daha iyi dağılımını sağlamak,
- Yolun dinamik performansının iyileştirilmesine katkıda bulunmak,
- Balast ve altyapı arasında bir filtre görevi yapmak,
- Yolu erozyona ve dona karşı korumak,
- Yüzeysel suları uzaklaştırmak.

Balast altı tabakası, bir ya da birkaç tabakadan oluşabilir (alt-balast tabakası, dondan koruma tabakası, filtre tabakası).

Demiryolu yapısal sistemi, trafik ve iklim etkilerine dayanacak şekilde, yolu ve altyapıyı gelen yüklere karşı korumak, demiryolu taşıtlarının işletme maliyetlerini, yolcuların güvenliğini ve konforunu kabul edilebilir limitlerde tutmak için tasarlanır. Daha hızlı trenler ve yüksek dingil yüklerinin bir arada kullanılması ile maliyetlerin düşürülmesi gereksinimi, sistemin daha iyi anlaşılması ve bunun altyapının davranışı üzerindeki etkisini anlama gereksinimini ortaya çıkarmıştır. Bu nedenle, modern demiryollarının tasarımında, iyi geoteknik ve ekonomik ilkeleri birleştiren akılcı yaklaşımlara gerek duyulmaktadır.

Bir akılcı yaklaşımla tasarımda birleştirilmesi gereken iki ana sürecin ilki, yol tabakalarında trafik yüklerinin oluşturduğu gerilmelerin ve şekil değiştirmelerin analitik modeller kullanılarak tahmini, ikincisi de, amprik formüller kullanılarak izin verilebilecek gerilmelerin ve şekil değiştirmelerin belirlenmesidir. Altyapıdaki gerilme/şekil değiştirme dağılımını bir yol sisteminin modelinde hesaplanabilir hale getirmek için, saptanan gerilmeleri ve şekil değiştirmeleri oluşturan yükleme karakterize edilmelidir. İkinci aşamada yolun ve mesnet sisteminin zamanla bozulmasına yol açan mekanizmayı tanımlamak gerekmektedir.

Yolun durumu, işlevsel ve yapısal koşulları ile tanımlanabilir. İşlevsel durum, yolun demiryolu kullanıcılarına sağlayacağu seyir koşullarının düzeyi ile ilişkili, yapısal durum ise yolun yük taşıma yeteneği ve taban zeminini korunması ile ilişkilidir. Tekrarlanan yük altında, yol yanal ve düşey yönlerde hareket eder, bu hareketlerde istenen yol geometrisinde bozulmalar oluşur. Bu bozulmalar genellikle düzensizdir, yol geometrisindeki bozulmaların artması ile seyir kalitesi azalır ve dinamik etkiler artar.

Yol yapısı, trafik ve sıcaklık değişimleri sonucunda ortaya çıkan tekrarlı düşey, yanal ve boyuna kuvvetleri sınırlandırılmalıdır. Yol üstyapısı tarafından iletilen kuvvetler, altyapının taşıyabileceği dinamik yükleri belirler. Taşıt tekerlekleri ile raylar arasında dinamik etkileşim, yol ve tren karakteristiklerinin, işletme koşulları ve çevresel koşulların bir fonksiyonudur. Hareketli araçlar tarafından yola uygulanan kuvvetler, bir statik yük ile buna eklenen bir dinamik bileşenin kombinasyonudur.

Tasarım periyodu boyunca demiryoluna uygulanan yükler, büyüklük, frekans ve konfigürasyon bakımlarından farklılık gösterir. Sonuç olarak hattın performansında trafik yüklerinin toplam etkisinin ortaya konulması için, uygulanan yükleme biçiminin karakterize edilmesi gerekir. Birçok mevcut tasarım yöntemi trafiği karakterize etmez, bunun yerine daha basit bir yaklaşımı kabul ederek, tasarımın formülasyonunda statik maksimum dingil yükünü kullanır.

Ulaştırma yapılarında yükler ve hızlar arttıkça alt ve üstyapıda aşağıda sayılan önlemler alınmalıdır:

- Zeminin fiziksel ve mekanik özellikleri, olası şekil değiştirme ve kırılma mekanizmaları dikkate alınarak yeterince tanımlanmalıdır,
- Projelendirme ve hesaplama esasları özellikle yüksek hızlardaki ve problemlı altyapılardaki (örn. yumuşak zeminler) projelendirmede, izin verilebilir şekil değiştirme, gerilme ve titreşimler saptanarak, iyileştirilmelidir,
- Mekansal, ekolojik ve ekonomik konularda, daha ekonomik, daha güvenli, daha yeni ve çevre dostu çözümler bulunmasına çalışılmalıdır,
- Geçilecek yerlerin ve mevcut tesislerin değerlendirilmesi için güvenilir gözetleme, izleme yöntemleri belirlenmelidir.
- Geçilecek arazide doğal afet olasılıkları ve riskleri önceden tahmin edilmeli ve belirlenmelidir.

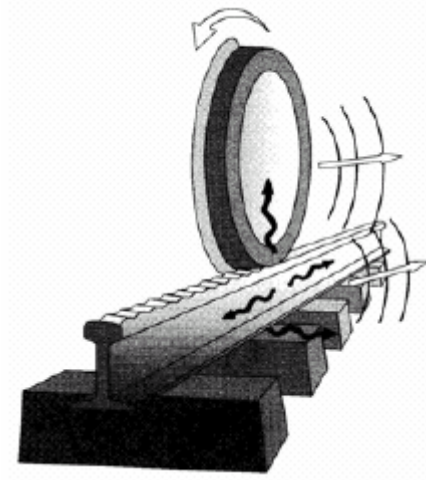
Demiryolunda yüksek statik ve dinamik yükler zemine küçük bir alan tarafından iletilir. Taşıt geçtiğinde oluşan elastik çökmeler (mm) boyutundadırlar, hızlar arttığında bunlar da azalır. Buna karşın kalıcı şekil değiştirmeler birkaç desimetre değerlerindedir.

Engellenmesi gereken şekil değiştirme büyüklükleri yanında, bölgedeki zeminlerin don ve çözülme davranışları, mutlaka yeterli kalınlıkta bir üstyapıyı ve üstyapı ile altyapıda iyi bir sıkılamayı gerektirir.

Altyapı ve geçkiye, problemlı (yumuşak ve erozyona müsait zeminler) zeminlerin bulunduğu kesimlerde daha fazla özen gösterilmesi gerekir. Bu bölgelerin tanınması, zemin parametrelerinin belirlenmesi hesaplama yöntemleri ve yapım yöntemleri konularında gelişmiş çözüm yöntemlerine gereksinim duyulur.

Benzer sorunlarla, dingil yüklerinin ve hızlarının artmasında da karşılaşılır. Tüm üstyapı-altyapı sisteminin davranışındaki dinamik sorunlar ve aktarılan titreşimler

yoğun araştırmaları gerektirir (Şekil 2). Kalite kontrolleri ve mevcut tesislerin davranışları, etkili deney yöntemlerini gerektirir.



Şekil 2. Bir geleneksel tren trafiğinde titreşim kaynakları

Sistemlerin dinamik etkileri ya da tepkileri, zaman ve frekans alanlarında tanımlanır. Zamana göre genliklerin büyüklükleri görülebilirken, frekansa göre zaman içindeki frekanslar hakkında önemli bilgiler edinilir. Titreşimlerle genelde titreşim hızları anlaşılır, bunların ölçüm teknikleri ile tanımlanmaları kullanıma çok uygundur. Bu büyüklükler insan ve yapı üzerindeki etkilerin değerlendirilmesinde temel veriler olarak kullanılır. Bu zamana bağlı hızlardan, basit bir Şekilde zamana bağlı yol ve ivme büyüklükleri de elde edilebilir.

Yol yatağındaki çökmeler hızların, dingil yüklerinin, dolgu yüksekliklerinin, altyapı esnekliğinin ve altyapı sönümlemesinin bir fonksiyonudur.

Yumuşak zemin üzerindeki dolgulara tren yükleri öyle dağıtılmalıdır ki, yumuşak zeminin yol sistemini destekleyebilmesi için yeterli olanaklar sağlanmalıdır (statik taşıma gücü ve çökmeler, dolgu-altyapı sistemlerinin dinamik davranışları). Bu sağlanamazsa, özel yapılar geliştirilmelidir.

Altyapı (1)

Altyapı işleri ve altyapı türleri Tablo 1’de sıralanmıştır.

Tablo 1. Altyapı işleri ve altyapı türleri

ALTYAPI İŞİ	ALTYAPI TÜRÜ
Arazi düzeyini, zemini kazıp uzaklaştırarak düşürme	Yarma
Arazi düzeyini, üzerine zemin doldurma ve sıkıştırma ile yükseltme	Dolgu
Dolgu ve yarma şevlerinin korunması	Çimlendirme, ağaçlandırma, ankraj, kaplama, vb
Dolguda şev eteğinin, yarmada şev kretinin korunması	Blokaj, pere, istinat duvarı vb.
Yüzeysel ve yeraltı sularının uzaklaştırılması	Drenaj tesisleri
Yolun durgun sular ve akarsular üzerinden geçilmesi	Köprü
Küçük akarsuların dolgu altından geçirilmesi	Büzler ve Menfezler
Doğal zeminin delinerek, içinden yol geçirilmesi	Tünel
Yolun vadilerin üzerinden geçirilmesi	Viyadük
Yol yüzeyinin kardan korunması	Paranej
Doğal zeminin taşıma kapasitesinin artırılması	Hazırlanmış altyapı ve geosentetikler
Altyapı tesislerinin sürekli denetimi, bakımı, onarımı ve korunması.	

Görüldüğü gibi altyapı, özgün mühendislik yapıları (sanat yapıları), tesisleri ve işleri ile oluşturulmakta olup, ulaştırma yapısının hizmet ömrü boyunca sürekli olarak denetlenmesi, bakılması onarılması ve korunması gereken bir yapıdır. Altyapı yolun esas taşıyıcı kısmı olup, üstyapı tarafından iletilen yükleri herhangi bir kalıcı şekil değiştirmeye uğramadan güvenle karşılayarak, geniş bir yüzey boyunca doğal zemine iletmelidir.

Kısaca altyapı, bir ulaştırma yapısının konumunu oluşturan ve yolu dış etkilerden koruyan, ancak genelde yuvarlanma yüzeyinin altında kaldığı için “gözden ırak olan” bir yapıdır. Oysa bir yolun hizmet düzeyi ve kalitesi en az % 50 oranında altyapının kalitesine ve korunma koşullarına bağlıdır.

Yol altyapısının üst kısmı, özel oluşturulmuş bir altyapı tabakası olup, enine eğime sahiptir. Bu tabakanın işlevi, değişik demiryollarında farklı olarak tanımlanabilmektedir (örn. iyileştirilmiş ya da dışarıdan getirilmiş iyi kaliteli zemin tabakaları).

Bölgesel hidrolojik ve hidrojeolojik koşullar, su tabakasının durumuna göre belirlenir. Bu koşullar zayıf ise, altyapının taşıma kapasitesi ve dolayısıyla yolun stabilitesi bu durumdan etkilenebilir. Bu durum, yer altı su seviyesinin yol kenarı hendekleri ve derin drenaj sistemleri ile yolun altında belirli bir düzeye kadar indirilmesiyle iyileştirilebilir. Yüzeğe düşen ve altyapıya girmesi sözkonusu olan yağış suları hızlı bir şekilde uzaklaştırılmalıdır.

Geosentetikler, toprak işlerinde ve yol yatağı yapılarında kullanılan sentetik malzemeli yapı elemanlarıdır. Şu türleri vardır: geotekstiller, geomembranlar, geogridler ve geokompozitler. Geotekstiller, (dokunmuş ya da dokunmamış) geosentetikler olup, ayırma, filtreleme, drenaj, ve kuvvetlendirme amaçlarıyla kullanılabilir. Geomembranlar, sentetik ya da bitümlü tabakalar halinde olup, su geçirmezler ve duyarlı altyapıların yüzeysel suların girmesine karşı korunması ya da yer altı suyunun kirlenmesini önlemek amacıyla kullanılırlar. Geogridler, ince ya da kaba dokulu(ızgaralı, gözlü) olan bu geosentetikler, ayırma ve kuvvetlendirme amaçlarıyla kullanılırlar. Geokompozitler ise, en az iki geosentetik malzeme tabakasından oluşturulan bileşik yapılardır.

Altyapı zemininin taşıma kapasitesine göre sınıflandırılması için, altyapıyı oluşturan herbir zemin tipinin kalitesi ile, tüm altyapının (hazırlanmış altyapı ve taban zemini) taşıma kapasitesinin belirlenmesi gerekir. Bir zeminin kalitesi zeminin geoteknik özellikleri ile, yerel hidrojeolojik ve hidrolojik koşullara bağlıdır. Altyapının taşıma kapasitesi ise, dolgu ya da yarma tabanı zemininin kalite sınıfına, varsa, altyapının üzerindeki hazırlanmış (iyileştirilmiş) tabakanın kalınlığına bağlı olarak değişir.

Dona duyarlılık konusunda zeminler, duyarlı, duyarlı ve çok duyarlı olmak üzere üç gruba ayrılabilir. Duyarlı olmayan zeminler, donduklarında ve çözüldüklerinde yol geometrisinde beklenmeyen bir bozukluğa neden olmazlar. Diğerlerinde ise, belirli sıcaklık koşullarında ve su içeriklerinde, yol geometrisinde istenmeyen bozukluklar oluşabilir. Belirli bir yolun dona duyarlılığı aynı zamanda, jeolojik koşullara, altyapıyı oluşturan zemin danelerinin doğal özelliklerine (mineral ve kimyasal kompozisyon, ince danelerin biçimleri) ve yol geometrisinden beklenen kaliteye bağlıdır.

Bir demiryolu hattının inşaatında, yol yatağı tabakalarının uygun mekanik karakteristiklere sahip ve yeterli kalınlıklarda olmaları çok önemlidir. Yol yatağı tabakalarının boyutlandırılmasında, istenen taşıma kapasitesi ve donmaya karşı korunma problemleri dikkate alınmalıdır. Yol yatağı tabaka kalınlığı (balast + balast altı) ise, altyapı zemininin taşıma kapasitesine, travers tipi ve travers aralığına ve trafiğin karakteristiklerine (tonaj, dingil basıncı ve hız) bağlıdır. Yol yatağı tabakaları için kullanılacak malzemeler dona duyarlı olmamalıdır. Toplam kalınlık öncelikle zeminin taşıma kapasitesine göre belirlenmelidir. Daha sonra dona duyarlı zeminlerde istenilen korumayı sağlamak için bu kalınlık artırılmalıdır.

Hızlı Demiryolunda Altyapı (2), (3)

350 Km/Saat'e kadar yüksek hızlı trafik için eğriliği fazla olmayan düz geçkilere gereksinim duyulur. Bu da problemlerli bölgelerdeki işlerin artmasına yolaçar. Bu tür yolların planlanmasında, başlangıçta yalnızca 200 – 250 Km/saat hız ile ilgili deneyimlerin ekstrapolasyonu yeterli olmuştur. Ancak yüksek hızlı trafikte tamamiyle yeni problemler ortaya çıkmıştır. 250 Km/saat altındaki hızların yapıldığı yollardaki dinamik ölçümlerde saptanmış olmasına rağmen, dolgulardaki dinamik performansın değişimiyle ilgili belirtiler ciddiye alınmamıştır.

Hollandalı demiryolcuların yumuşak zeminler üzerindeki demiryolu yapısının davranışı konusundaki bulguları hala geçerlidir. Yük trenlerinde 217 Km/saat (60 m/s) ve yolcu

trenlerinde 270 Km/saat (75 m/s) üzerindeki kritik hızlar, statik yüklerinkine göre daha büyük çökmelere neden olan rezonans belirtilerini ortaya çıkarmıştır. Bu yüzden yetersiz dinamik projeler, yol yatağında çok büyük şekil değiştirmelere neden olmuştur. Dingil yükleri ile oluşan şekil değiştirmeler kuvvetli dinamik artışlara neden olmuştur. Komşu bölgelerde de kabul edilemeyecek titreşim değerleri saptanmıştır.

Yeni teorik araştırmalar, altyapıda kritik tren hızları yüzünden yol yatağında ve dolgularda kuvvetli titreşimler oluştuğunu göstermiştir. Dolayısıyla kritik tren hızlarının bilinmesinin önemi büyüktür. Aşağıda bu konu (2) ve (3) nolu kaynaklardan yararlanılarak kısaca özetlenecektir.

Yüksek hızlı trenin hızı, alttaki yumuşak zemin, yol yatağı / dolgu ve hareketli yükten oluşan dinamik sistemin karakteristik dalga hızına erişebilir ya da aşabilir. Tren hızı bir “kritik hız” a eriştiğinde büyük şekil değiştirmeler oluşabilir.

Bu hareketler tren ve yapının bütünlüğü için tehlikeli olabilir, yol bakım maliyetlerini yükseltir. Bu nedenle yoldaki şekil değiştirmeleri kabul edilebilir düzeylerde sınırlayacak dinamik bir rijitlik sağlayacak dolguların tasarımının yaşamsal önemi vardır.

Bu problem bazen “ondülasyon”, “yaylı dalga” ya da “kritik hız” etkisi olarak tanımlanır ve yen bir yüksek hızlı demiryolu tasarlandığında ya da mevcut demiryolunu yüksek işletme hızları için iyileştirme amacıyla geoteknik ölçütler belirlenirken önemlidir.

(V_{cr}) Kritik hız, Kenney (1954) tarafından şöyle formüle edilmiştir (Şekil 3):

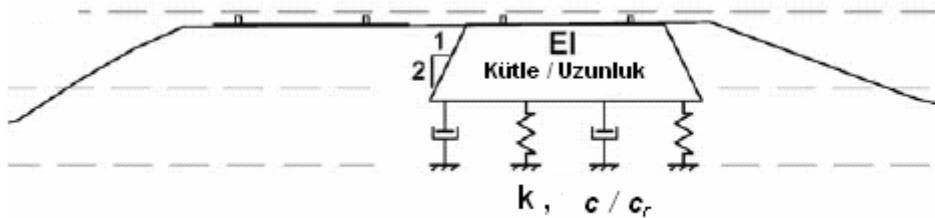
$$V_{cr} = \sqrt[4]{\frac{4kEI}{\rho^2}}$$

k = kirişin birim uzunluğunun yay sabiti,

E = kirişin elastiklik modülü,

I = kirişin atalet momenti

ρ = kirişin birim uzunluğunun kütlesi.



Şekil 3. Balast tabakasını içeren kiriş elemanı, visko-elastik temel olarak modellenen kötü kaliteli dolgu ve altyapı.

Kenney bu formülü, bir visko-elastik Winkler ortamı üzerindeki bir Euler –Bernoulli kirişi üstünde sabit hızla hareket eden bir noktasal yük için geliştirmiştir. Kenney’in analitik çözümünde, dolgu ve taban zemini, lineer yaylar üzerine mesnetlenmiş tek bir

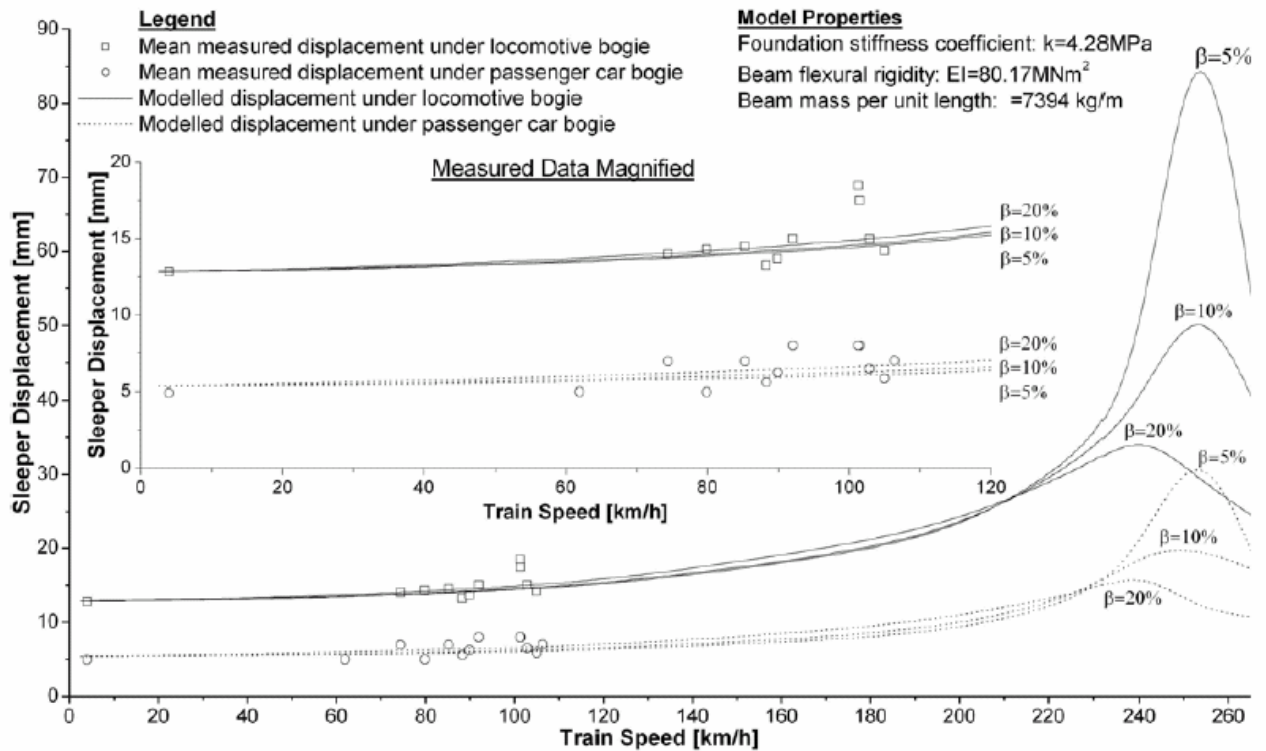
kiriş olarak basitleştirilmiştir. Diğer yöntemlerde, sistem lineer olmayabileceğinden, yük büyüklüğü ve dağılımındaki değişikliklerin de hesaba katılması gerekir.

(θ) Hız oranı tren hızının kritik hıza oranıdır. Benzer şekilde Kenny (1957) aynı zamanda (c_{cr}) kritik sönümlemeyi ve (β) sönümleme oranını da tanımlamıştır.

$$\theta = \frac{V}{V_{cr}} \quad c_{cr} = 2\sqrt{k\rho} \quad \beta = \frac{c}{c_r}$$

Bu kavramsal model kullanılarak hesaplanan özellikler: $EI = 80.17 \text{ MNm}^2$, $\rho = 7394 \text{ kg/m}$ (traversleri, yolu ve balastı içerir), verilerden alınan eğilme (çökme) değerlerinin korelasyonundan temel rijitliği (yatak katsayısı) için $k = 4.28 \text{ Mpa}$ elde edilebilir..

Şekil 4'te, modelden $\beta = 5\%$, 10% ve 20% sönümleme oranları için elde edilen sonuçlar gösterilmiştir. Bu model için dikkate değer konu, $254,8 \text{ Km/saat}$ olarak hesaplanan kritik hız, gözlenen ve NIR trenlerinde uygulanabilecek tüm hızlardan çok büyük olmasıdır. Model aynı zamanda, sönümleme oranının NIR işletme hızlarında modellenen eğilme değerleri üzerinde küçük bir etkisi olduğunu göstermektedir.



Şekil 4. Tren hızına göre travers yer değiştirmesi (çökmesi) sonuçları.

Çökmeler, statik ve dinamik olmak üzere 2 bileşenden oluşmaktadır. Statik bileşen, duran bir tren altındaki altyapı çökmesi olup, kesinlikle uygulanan yükten, kiriş elemanın eğilme rijitliğinden ve visko-elastik temelin rijitlik (yatak) katsayısından etkilenmektedir. Dinamik bileşen ise, statik çökmedeki sabit hızla seyreden tren nedeniyle oluşan artıştır. Bu artış, kiriş elemanının oluşturulan modelde pA terimi ile

ifade edilen ataleti (eylemsizliği) ile tahrik edilir ve sisteme uygulanan sönümlenme miktarı ile sınırlanır. Kiriş elemanının eğilme rijitliği ve visko-elastik temel için rijitlik (yatak) katsayısı, bu dinamik kuvvetlerin sonucu olan dinamik eğilmenin (çökmenin) miktarını belirler.

Duyarlılık analizinin tüm durumları için hesaplanan kritik hız yeterince yüksektir (>> 145 km/h). Çökmelerin dinamik bileşeni, 145 Km/saat hızda çökmenin yaklaşık % 30'una ulaşmaktadır. Çözümler, çökmenin statik bileşenini belirleyen parametrelerin (rijitlik katsayısı/elastiklik modülü ve dolgunun eğilme rijitliği) kuvvetlendirilmesine odaklanmalıdır.

Çökmelerin ölçümleri ve ilk modelleme, dolgu ve temeldeki mekanizmanın tanınmasını ve zayıflık kaynaklarını belirlemeyi sağlamıştır. Bu, dolgunun iyileştirilmesi ve çökme miktarının azaltılması için değerlendirilebilir bir çözüm konusundaki ilk adımdır. Modelde kullanılan parametrelerin onaylanması için zemin araştırması da önemli bir adım olacaktır.

Dolgu ve/veya taman zemininin iyileştirilmesi ya da sertleştirilmesi ve balast tabanına geotekstil ızgara serilmesi ilk akla gelen önlemlerdir.

Yüksek hızlı trafikte önemli projelendirme görevlerinden birisi, yol yatağı- dolgu – altyapı sistemlerinin dinamik davranışlarının analizidir. Amaç, rastlanan titreşimler ve titreşimin altyapıya iletilmesini ve orada yayılmasını minimize etmektir. Bu konuda yol yatağı tabakaları (YYT) ve taban zeminin esneklikleri, geleneksel tanımı ile “yatak katsayısı” çok önemli rol oynar. Aşağıda (4) nolu kaynaktan yararlanılarak, bu konu özetlenmiştir.

Yapılan araştırma sonuçlarına göre, aşağıdaki çelişkili etkilere karşı yol için en uygun bir düşey rijitlik vardır:

- a) Yüksek düşey rijitliğe sahip yollarda ray üzerinde daha aşırı dinamik yükler oluşur,
- b) Aşırı esnek yollarda taşıt tarafından daha fazla enerji yapıya iletilerek boşa harcanır.

Balast çökmesi eşitliğindeki ikinci faktör olan balast tabakası içindeki ivmelenme hemen hemen analiz edilmiştir. Bununla birlikte yol altyapısında ve özellikle balast tabakasında trafik tarafından oluşturulan titreşimlerin düzeyine de önemlidir. Yapılan çalışmalara göre, balast içindeki titreşim hızı, bu malzemenin hızlı kötüleşmesini önlemek için, 15 – 18 mm/san.'yi aşmamalıdır. Ancak, 250 Km/saat seyir hızlarına kadar titreşim hızlarının 30 mm/san civarında olduğu ölçülmüştür. Prud'Homme, TGV hızlı treni tarafından farklı hızlarda balast tabakası içindeki ivmelenmelerin Tablo 2'deki gibi olduğunu belirtmiştir.

Amaç, yolun yapısal tasarımındaki iyileştirmelerin balast tabakası içinde oluşan ve özellikle yüksek hızlarda zararlı olan titreşimlerin düzeyinin azaltılması konusunda yardımcı olup olmayacağını ve yolun düşey rijitliğinin etkisinin belirlenmesidir. Bu kapsamda Almanya Demiryolları tarafından yükleme plakası ile yapılan düşey rijitlikte (normal yollardaki mesnet levhalarının rijitliğinin beşte birine) azaltma ölçümleri, balast tabakasında taşıtların oluşturduğu titreşim hızlarında farkedilir azalma olduğunu göstermiştir. Şekil 4'de görüldüğu gibi, (titreşim hızı / seyir hızı) oranında da küçük bir

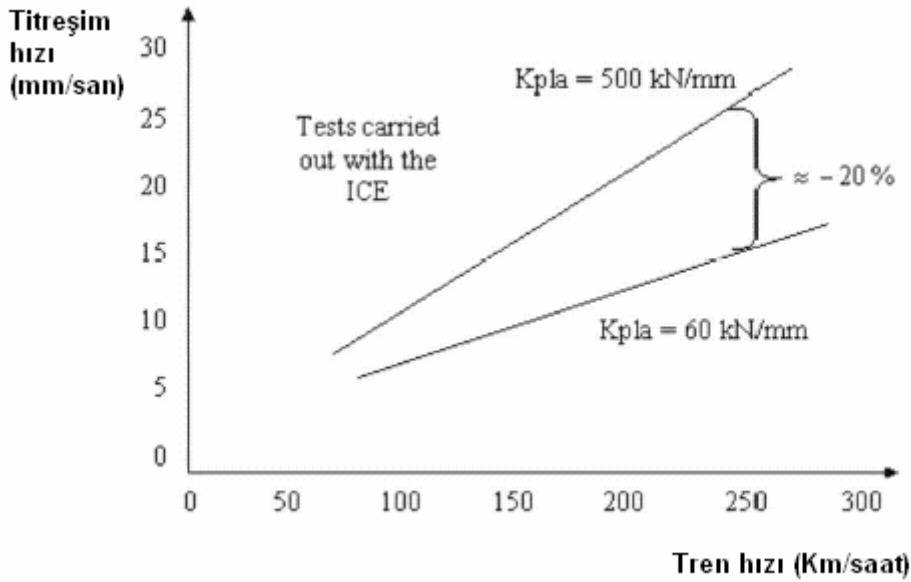
sapma oluşmaktadır. Kısaca, yolun düşey rijitliğinin azaltılmasının, yol geometrisindeki bozulmanın azaltılmasında önemli bir rol oynayacağını varsaymak mantıklıdır. Çünkü,

- a) Taşıtların askıya alınmamış (süspanse edilmemiş) kütlelerinin yolda oluşturacakları düşey dinamik gerilmelerin sınırlandırılmasına yardımcı olur,
- b) Özellikle yüksek elastisiteye sahip mesnet levhaları ile, balast danelerinin titreşim hızlarının seyir hızına göre azaltılmasına yardımcı olur.

Bunun karşıtı olarak, yoldaki düşey rijitliğin daha az olması, yüksek hızlarda daha fazla enerji kaybına ve dolayısıyla daha yüksek işletme maliyetlerine yolaçar.

Tablo 2. TGV 001 ile balast tabakası içinde ölçülen ivmeler

Hız (Km/saat)	Balast tabakası içindeki ivmelenme (g)
140	0,88
300	1,40

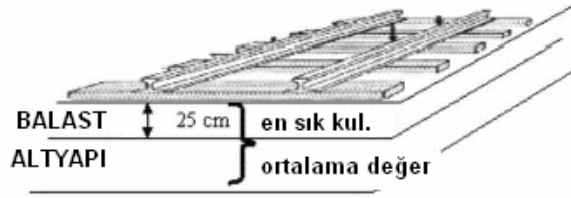


Şekil 4. Mesnet levhasının elastikliğinin, balastın titreşimine etkisi

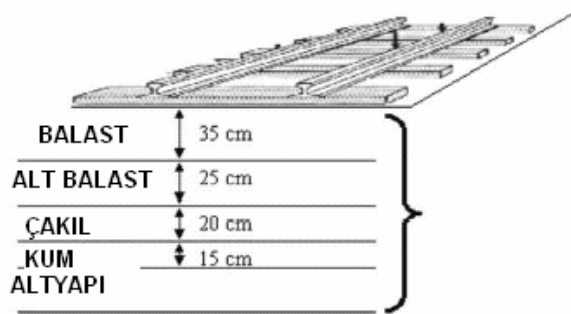
Şekil 5'de grafik olarak geleneksel bir demiryolu ile yüksek hızlı bir demiryolu hattı, enkesitleri ile birlikte görülmektedir. Yüksek hızlı demiryollarında traverslerin altında çok sayıda malzeme bulunması, balast – platform sisteminin düşey rijitliğinin, geleneksel bir demiryolunun düşey rijitliğinden 2 – 3 kat daha büyük değerlere

ulaşmasına neden olur. Bu şekiller, Fransız yüksek hızlı demiryolu hatlarının tasarım kriterine karşıt gelir. Almanya'daki ilk yüksek hızlı demiryolu hatlarının durumu ise Şekil 5'te görülmektedir.

a) GELENEKSEL YOLLARDA (35 kN /mm)



b) YÜKSEK HIZLI YOLLARDA (72 - 107 kN /mm)



Şekil 5. Balast-Altyapı sisteminin düşey rijitliklerinin karakteristik değerleri

Eisenmann and Rump'a göre yolun bu yapısal biçimi, Tablo 3'te görüldüğü gibi, yüksek balast katsayısına yolaçar (yolun düşey rijitliğinin indirekt ölçütü). Bu tablodaki sonuçlar, Almanya yüksek hızlı demiryollarından yerinde yapılan deneysel ölçümlere karşıt gelmektedir. Değerler, yeni Almanya yüksek hızlı demiryollarının geleneksel yollarınıninkinin iki katından fazla balast katsayısına sahip olduğunu göstermektedir. Bu araştırmalara göre, bu gerçek yüksek hızlı demiryolunun geometrik kalitesinin erken bozulması anlamına gelmektedir.

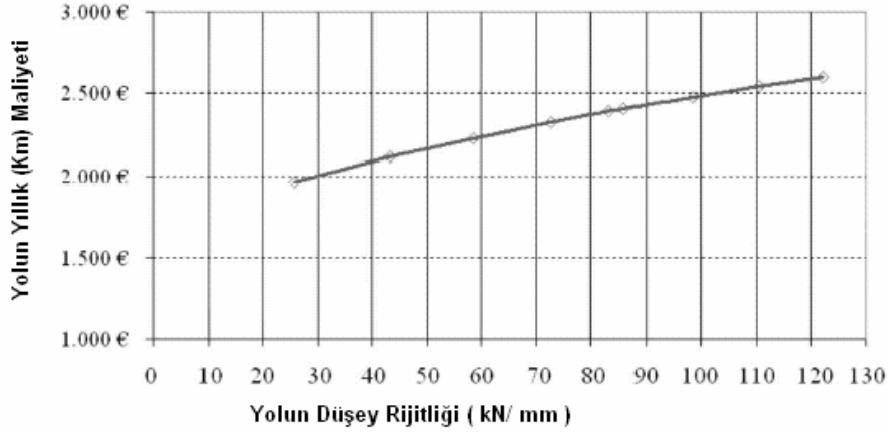
Tablo 3. Bazı Almanya demiryollarında balast katsayıları.

Yol Tipi	Yapı Tipi	Balast Katsayısı (N/mm ³)
Eski ve iyileştirilmiş	Az dayanım kapasitesi	0,05
	İyi kalite	0,15
Yeni yol Hannover – Würzburg Mannheim - Stuttgart	Doğal platform	0,30 – 0,40
	Köprüler ve tüneller	0,40 – 0,50

Bir Yüksek Hızlı Demiryolu İçin En Uygun Düşey Rijitlik Değeri (4)

Yolun düşey rijitliği için en uygun bir değer bulunması önerilir. Bu en uygun değer, iki farklı görüş açısına göre tartışılabilir; ilki, fazla esnek bir yolun neden olduğu yüksek enerji maliyetleri, ikincisi yüksek düşey rijitliğe sahip bir yolda geometrik kalitenin korunması için bakım maliyetlerinin artmasıdır.

Eğer yolun geometrik kalitesindeki bozulma düzeyi ile, bu bozulmanın oluşturacağı bakım maliyetleri arasındaki direkt ilişkinin varlığı makul geçerli kabul edilebilirse, bakım maliyetlerinin Şekil 6'daki gibi bir evrim yarasını izleyeceği kabul edilebilir.



Şekil 6. Bakım Maliyetlerinin Düşey Rijitlikle Değişimi

Bu evrimi ekonomik terimlerle ölçülendirmek için olası yaklaşımlardan birisi, bir yolun ilgili bakım maliyetlerini bilinen bir düşey rijitlikle ilişkilendirilmesine bağlıdır. Bu yöntemde, bakım maliyetlerinin diğer farklı düşey rijitlik değerleri için ekstrapolasyonu mümkün olabilir.

Bu konuda Paris ve Lyon arasındaki hızlı demiryolu hattından harika referanslar elde edilebilir. Aslında bu hatta yolun düşey rijitliği, Alias and Prud'Homme tarafından 80 kN/mm olarak belirtilmiştir. Yol geometrisi bakım maliyetleri ile ilişkili olarak, SNCF tarafından yayınlanan sonuçlar, yaklaşık ortalama yıllık maliyet, yolun Km'si başına 2400 Euro/km'dir. Şu konunun açıklanması önemlidir; bu ekonomik değer sadece, direkt olarak geometrik kalite bozulması ile ilişkili olan, buraj ve yol doğrultulması işlemleri ile ilişkilidir. Ray taşlanması, yol aygıtlarının iyileştirilmesi, yönetim personeli ve malzemelerin temini vb. bu değere katılmamıştır.

Yol üzerine dağılarak boşa harcanan enerjinin ekonomik etkisi, şöyle değerlendirilebilir. Sauvage and Fortin tarafından elde edilen sonuçlar esas alınarak, UIC 60 rayının kullanıldığı bir hızlı demiryolu hattında dağılan enerjinin miktarını değerlendirebilmek için, bu yazarlar tarafından yayınlanan sonuçlar Şekil 7'de görülmektedir. Bu yolla, 300 km/saat sabit hızla seyreden bir tren için, 8,15 ton'luk bir tekerlek tarafından kilometre başına basitleştirilmiş yaklaşık E_i enerji dağılımı değerlendirilebilir (TGV ve AVE trenleri için).

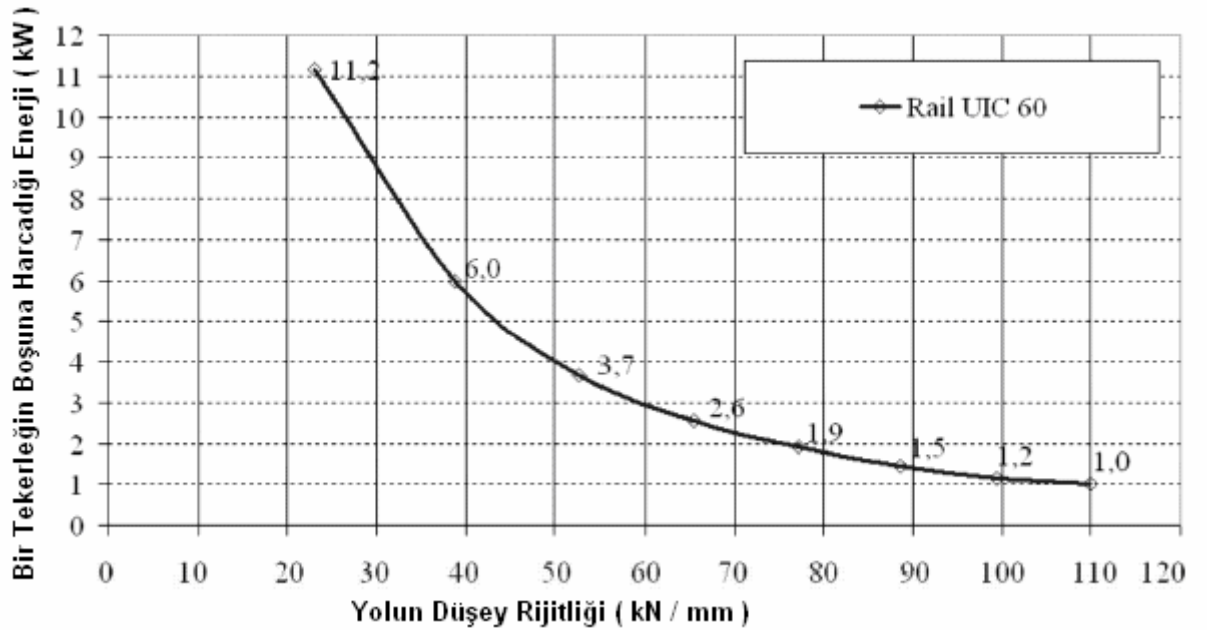
Aşağıda bu konuda bir örnek yapılmıştır:

1. Çok esnek ($K = 26 \text{ kN/mm}$) bir yol için:

$$\begin{aligned} E_1 &= P_1 \Delta t \\ &= 11,2 \text{ kW} \frac{1 \text{ Km}}{300 \text{ Km / saat}} \\ &= 0,0373 \text{ kWsaat} \end{aligned}$$

2. Çok rijit ($K = 122 \text{ kN/mm}$) bir yol için:

$$\begin{aligned} E_2 &= P_2 \Delta t \\ &= 1,0 \text{ kW} \frac{1 \text{ Km}}{300 \text{ Km / saat}} \\ &= 0,0033 \text{ kWsaat} \end{aligned}$$



Şekil 7. Yolun rijitliğinin, 300 Km/saat hızda, bir tekerlek tarafından boşuna harcanan enerji miktarına yaklaşık etkisi (UIC 60 rayı için)

Madrid – Seville arasındaki İspanya hızlı tren hattı için trafik 23 AVE treni / gün-yön 'dür. Bu trenlerin kütlesi 421,5 ton olup, senede bu yolda kilometre başına dağılan E_i enerjisi şöyle olacaktır:

1. Çok esnek (K = 26 kN/mm) bir yol için:

$$E'_1 = 0,0373 \text{ kWsaat} \frac{421,5t}{8,15t} \frac{23\text{tren}}{\text{gün}} \frac{365 \text{ gün}}{\text{yu}}$$

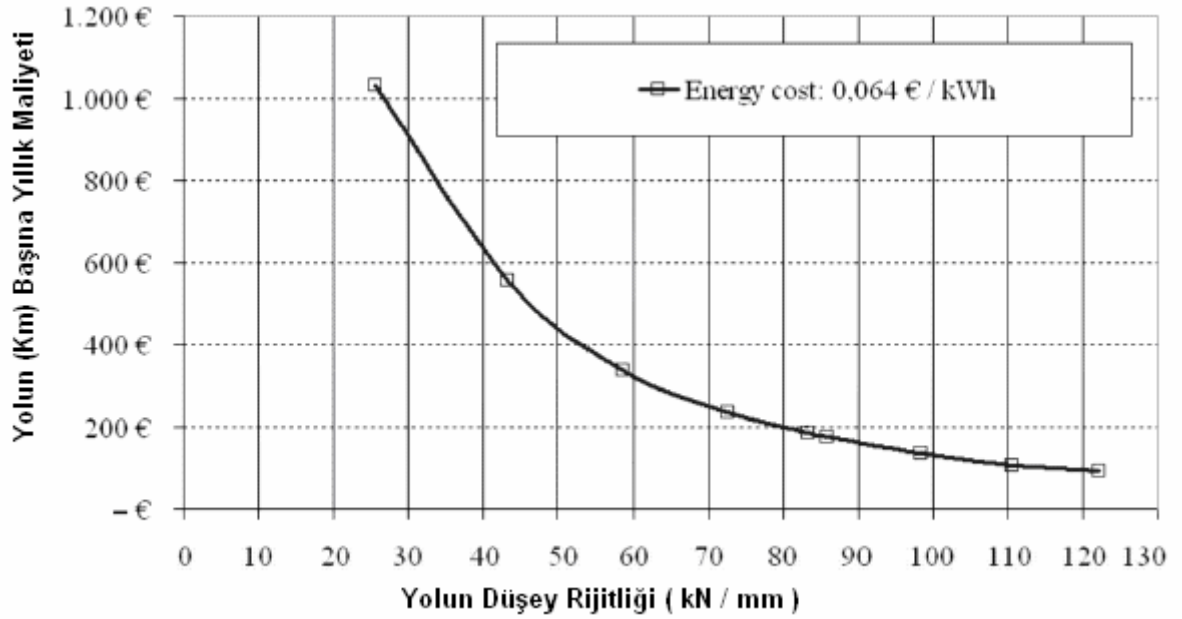
$$= 16137 \text{ kWsaat} / \text{Km.yu}$$

2. Çok rijit (K = 122 kN/mm) bir yol için:

$$E'_2 = 0,0033 \text{ kWsaat} \frac{421,5t}{8,15t} \frac{23\text{tren}}{\text{gün}} \frac{365 \text{ gün}}{\text{yu}}$$

$$= 1447 \text{ kW.saat} / \text{Km.yu}$$

İspanya'da çekim maliyetinin 0,064 Euro / kWsaat olduğu hatırlanırsa, Şekil 8'deki grafiğin çizilmesi uygun olur.



Şekil 8. Yüksek Hızlı Demiryolunun (Km) Başına Boşa Harcanan Enerjinin Tahmini Yıllık Maliyetleri (Günde bir yönde 23 TGV yolcu treninin çalıştığı demiryolu için)

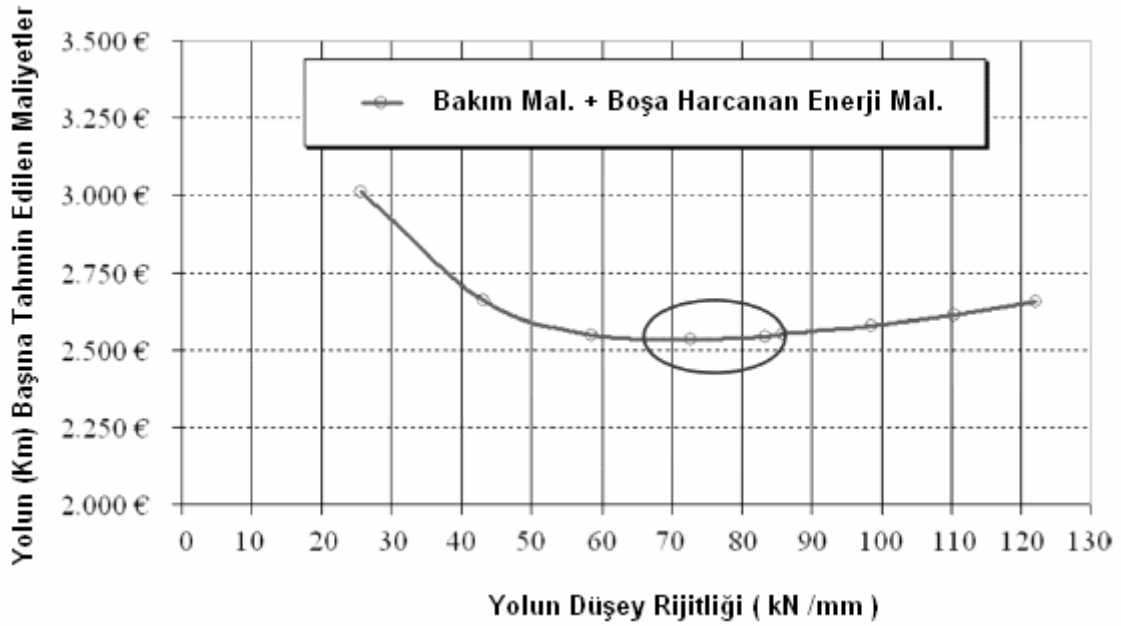
Hem yolun düşey rijitliğinin yolun geometrik bakım maliyetlerinin, hem de dağılarak boşa harcanan enerji maliyetlerinin etkileri ile ilgili öncelikli düşünceler temel alınarak, optimum (en uygun) düşey rijitlik için bir eşik tanımlamak mümkün olur.

Bu eşik, bu ikili perspektif açısından toplam minimum maliyete yönlendirir: geometrik kalitenin korunması maliyeti ve kaybedilen enerji maliyetleri.

Şekil 9'daki grafik, optimum düşey rijitlik eşiğinin 70 ile 80 kN/mm arasında olacağını gösterir. Açık ki, bu büyüklükler bunları elde etmek için kullanılan hipotezlere dayanır, özellikle şunlara:

- Kilowatt-saat başına kabul edilen maliyet;
- Referans olarak alınan düşey rijitlik;
- Dikkate alınan yol geometrisi bakım maliyeti

Bununla birlikte, sözü edilen büyüklüklerdeki makul değişimler esas alınarak gerçekleştirilen simülasyonlar, yukarıdaki aralıkta optimum düşey rijitlik için bulunan değerlerin uygun olduğunu göstermiştir. Ayrıca belirtilmesi gereken konu, yapılan araştırmanın kesin bir değer bulma amacı gütmemesi, yüksek hızlı demiryollarında yol düşey rijitliği için arzu edilen değerlerle ilgili yaklaşımın doğrulanmasını sağlamak amacını gütmesidir.



Şekil 9. Yol Rijitliği İle Toplam Maliyetler Arasındaki İlişki

Yüksek Hızlı Hatlarda Mesnet Levhalarının Düşey Rijitliği (4)

Yüksek hızlı demiryollarının yapımı, taşıtlar tarafından yola düşey olarak aktarılan dinamik etkileri azaltmak amacıyla, esnek yol yapıları için araştırmaları çoğaltmıştır. Bu konuda Fransız demiryolları, yeni Paris – Lyon hattında travers ile ray arasında bir mesnet levhası konulması yolunu tercih etmiştir. Bu levha maksimum hızın 200 Km/Saat olduğu hatlarda kullanılan 4,5 mm kalınlıktakinin 2 katı (9 mm) kalınlıktadır.

Rijitlik konusunda, yüksek hızlı hatlar için yeni levha için 90 kN/mm önerilir, bu değer geleneksel levhaninkinden (150 kN/mm) farklıdır.

Almanya demiryolları Hannover – Würzburg ve Mannheim – Stuttgart arasındaki ilk yüksek hızlı hatlarda UIC 60 B 70 W olarak bilinen ve düşey rijitliği 500 kN /mm olan ZW 687a mesnet levhası kullanılan üstyapı modelini kullanmıştır. Daha sonra düşey rijitliği 60 kN/mm olan mesnet levhasının kullanıldığı UIC 60 B 70 W 14 k 900 modeli uygulanmıştır. Bu Hannover – Berlin arasındaki yeni hızlı demiryolu hattının balastlı bir kesiminde kullanılmıştır. Bu arada 63 cm aralıklı B 75 travere Ioary - 300 tipi bağlantılarla bağlı ve 10 cm varan kalınlıklardaki 27 kN/mm düşey rijitlikteki mesnet levhaları üzerine döşenen 60 Kg/m raylardan oluşan yeni bir üstyapı tipi tasarlanmıştır. Bu model Hannover – Berlin yüksek hızlı hattında Stendal yakınlarında 14 Km yola döşenmiştir.

Madrid – Seville yüksek hızlı düşey rijitliği 400 – 500 kN/mm olan 6 mm kalınlıktaki EVA mesnet levhası kullanılmıştır. Madrid – Barcelona yeni hızlı hattında ortalama rijitliği 100 kN/mm olan 7 mm kalınlıktaki levha kullanılmıştır. Bu konudaki bilgiler Tablo 4’de verilmiştir. Bunların farklılıkları ray mesnetlenmesinde dikkate değer etkiler yapmaktadır.

Tablo 4. Mesnet Levhası Düşey Rijitliği

Yol Tipi	Mesnet Levhası Düşey Rijitliği K_{ml} (kN / mm)
<u>Geleneksel Demiryolları</u>	
Fransa Ulusal Demiryolları	150
Almanya Ulusal Demiryolları	500
<u>Yüksek Hızlı Demiryolları</u>	
Paris – Lyon Demiryolu	90
Hannover – Würzburg ve Mannheim – Stuttgart Demiryolu	500
Hannover – Berlin Demiryolu	60
Hannover – Berlin Demiryolu (Stendal civarı)	27

Önceki hipotezlere göre rayın altındaki toplam düşey rijitlik şu formülle tahmin edilir:

$$K_s = \frac{K_{ml}K_{bpl}}{K_{ml} + K_{bpl}} \quad (8)$$

K_s = Mesnet levhası ve balastlı platform sisteminin oluşturduğu ray mesnetlenmesi düşey rijitliği

K_{ml} = Mesnet levhasının düşey rijitliği

K_{bp} = Balastlı platform sisteminin düşey rijitliği

Fransa ve Almanya hatlarındaki mesnet levhalarının rijitlikleri arasındaki dikkati çeken farklılıklar, ray mesnetlenme rijitliği konusunda dikkati çeken farklılıklar oluşturur. Dolayısıyla, yüksek hızlı hatlardaki mesnet levhalarının düşey rijitliklerinin arzu edilen değerlerinin merak edilmesi akılcı görünmektedir. Yaklaşık yanıt şöyle olabilir:

Yüksek hızlı hatlarda balast-platform sisteminin düşey rijitliği yaklaşık 98 kN/mm'dir. Eğer yol için arzu edilen düşey rijitliğin 75 kN/mm olduğu (Şekil 9) varsayılırsa, mesnet levhalarının yaklaşık 30 – 50 kN/mm değerinde bir rijitliğe sahip olmaları gerektiği kolaylıkla ortaya çıkar. Mesnet levhasının esneklik etkisinin, balast içindeki titreşimlerin düzeyinin azaltılmasındaki yararlı etkiyi de unutmamak gerekir.

Deneyimler ve deneysel sonuçlar göstermektedir ki, düşey rijitlikteki bir artış, taşıtların ray üzerinde oluşturacakları düşey gerilmeler üzerinde negatif bir etki yapmaktadır. Bununla birlikte, düşey rijitlikteki böyle bir değişim, yol içine gereksiz yere dağılan enerji miktarını da azaltır. Bu çelişki (ikilem), düşey rijitlik için, hem yol geometrisinin bakım maliyetleri ve hem de enerji maliyetleri ile ilgili ekonomik maliyetleri minimize edecek bir optimum değer bulmak için çaba harcanmasını önerilir duruma getirir.

Yapılan araştırma, yüksek hızlı hatlarda yolun düşey rijitliği için optimum değerlerin 70 – 80 kN/mm olacağını göstermiştir. Bu sonucun elde edilmesinde kullanılan hipotezler, hattan hata değişebilir, ancak bütünsel olarak bu hipotezlerin etkisi elde edilen sonuçları fazla değiştirmez. Bu çalışmada ayrıca, yüksek hızlı hatlarda kullanılan ve 90 ile 500 kN/mm arasında değişen mesnet levhaları düşey rijitlikleri için önerilebilecek değerler de incelenmiş, sonuç olarak 30 – 50 kN/mm bulunmuştur. Bu konudaki optimizasyon, hem taşıtların yola ilettikleri düşey gerilmeleri, hem de balast tabakası içindeki titreşimleri azaltmak konularında yararlı olacaktır.

Yüksek hızlı demiryolları için altyapıtasarım ilkeleri (5)

Yol modelleri, yol üstyapı ve altyapı bileşenlerini, trafik yüklerinin sistem içindeki gerilme ve şekil değiştirmeye etkilerinin belirlenmesindeki karmaşık etkileşimlerini uygun bir şekilde tanımlamak için kullanılırlar. Geleneksel olarak elastik tabana oturan kiriş modeli, demiryolu üstyapısının tanımlanmasında kullanılmaktadır. Bu modelde, her bir rayın elastik tabana oturmuş bir elastik kiriş gibi davrandığı varsayılır ve bir noktadaki şekil değiştirmenin yalnızca bu nokta üzerindeki yükten oluştuğu varsayılır. Bu modelde traverslerden balasta aktarılan basınç tahmin edilebilir ve alt tabakalara uygulanan düşey gerilmeler, Boussinesq'nin eşitliklerinin entegrasyonu ile hesaplanır. Bilgisayar teknolojilerinin ilerlemesi ile düşey tekerlek yükleri altında hat yapısının tasarımı için düşey yükler altındaki Katmanlı Elastik Teori veya Sonlu Elemanlar Yöntemleri benimsenmiştir. Bu yöntemler plastik, viskoz ve visko-elastik şekil değiştirmeleri lineer olmayan karakteristikleri ile dikkate alabilirler.

Analitik yöntemde, altyapının her katmanını karakterize etmek için elastik parametrelere gereksinim duyulur. Tipik olarak esneklik modülü ve poisson oranı parametreleri kullanılır. Esneklik modülü ana gerilme doğrultusunda gerilmenin esnek şekil değiştirmeye oranı olarak, malzemelerle yapılan laboratuvar testleri ile, ya direkt olarak ya da yerinde yapılan tepki ölçümlerinin analizi ile belirlenir. Poisson oranı ise genellikle tahmin edilir.

Demiryolu altyapısı granüler, ince daneli ya da bunların karışımından oluşabilir. Granüler malzemelerin tekrarlı yükler altında davranışı lineer değildir ve gerilmelere bağlıdır. Başlangıçta her tekrarlanan yük için plastik şekil değiştirmeler oluşurken, tekrarlı yüklerin artması ile plastik şekil değiştirmenin büyüklüğü azalır. Sonunda eğer gerilmelerin derecesi hafiflerse, belirli yük tekrarından sonra esnek şekil değiştirme sabit hale gelir ve malzeme elastik davranır. Gerilme seviyesi esneklik modülünü etkileyen birincil faktördür. Esneklik modülü, içerilen gerilme ile önemli değerlerde artar ve kayma bozukluğuna ulaşıncaya kadar tekrarlanan gerilme ile az miktarda artar.

İnce daneli zeminlerde gerilmeler esneklik modülüne birincil etki etmektedir. Tüm diğer etkenler sabit tutulduğunda, artan gerilme ile, esneklik modülü doğrusal olmayan bir şekilde azalmaktadır. İnce daneli zeminler için kurulan modellerde öncelikle esneklik modülü ile saptırıcı gerilmeler arasındaki ilişkiler olarak ortaya konulmaktadır.

Granüler ve ince daneli tabakaların birbirleri ile olan etkileşimleri de tasarımda önemlidir. Örneğin balast tabakasının yumuşak taban zeminleri üzerine döşenmesi durumunda, çökmeler kısmen balastın yük dağıtım yeteneği (rijitliği) ile kontrol edilebilir. Bu taban zeminine iletilen gerilmelerin düzeyini kontrol eder. Bununla beraber, altyapının aktarılan gerilmeye tepkisi yayılan kuvvetin miktarını etkileyecektir. Yani tabaka etkileşimleri, gerilme dağılımını, her tabakada oluşan toplam elastik ve plastik şekil değiştirmeleri ve bu tabakaların bu gerilmelere karşı tepkilerini etkileyecektir. Bu nedenle olanaklar ölçüsünde gerçeğe yakın arazi koşullarını çoğaltacak koşullarda, ilgili ve anlamlı malzeme özellikleri belirlenmelidir.

Gerilmelerin ve şekil değiştirmelerin trafik tarafından tekrarlanması yığışlı etkisi, yol altyapısını artan bir şekilde zayıflatır. Balast yapısının oluşturulmasının nedeni, tasarım projesinin birincil amacını gerçekleştirmek, yani altyapıyı korumaktır. Taban zemininde trafik kaynaklı bozulmaların birincil türleri, balast tarafından altyapıda oluşturulan sürtünme yıpranmaları, ilerlemiş kesme göçükleri, masif kesme kopmaları ve plastik şekil değiştirmelerin yığılımları ile aşırı düzeylerde çökmelerdir. Bu bozulmalar daha çok ince daneli zeminlerle ilgilidir. Altyapı sürtünme yıpranmaları, balast ve altyapının arayüzündeki görece hareketlerin bir sonucu olarak meydana gelir. Bunu önlemek için genelde uygulanan yöntem, arayüze bir kum tabakası döşenmesidir.

Yinelenen ve artan kesme bozulmaları, en fazla tekrarlanan gerilmelerin zemini kesmeye maruz bırakacak ve kalıbını değiştirecek yeterli yükseklikteki değerlere ulaştığı altyapının en üst kısmında oluşmaktadır. Bu tür bozulmalarda, aşırı gerilmeye maruz zemin, bir taşıma kapasitesi bozukluğu şekline yol açılacak şekilde, yolun altından yanlara ve yukarıya doğru sıkıştırılır. Bu durum daha yüksek iç sürtünmeye sahip iri daneli malzemeler için daha ufak bir problemdir. Çünkü uygulanan normal gerilmeye bağlı olarak kayma mukavemetindeki artış, oluşan kayma gerilmesindeki artıştan fazla olur. Plastik şekil değiştirme sonucu aşırı bir çökme oluşması sorunu, taban zemininin artan sıkışması nedeniyle kayma şekil değiştirmesinin düşey bileşeni bir "balast cebi" oluşmasına yolaçabilir. Bunları önlemek için bir koruyucu kum tabakası döşenmesi önerilir.

İnce daneli malzemelerde kalıcı şekil değiştirme, periyodik yüklerin sayısının bir fonksiyonu olarak gösterilir. Ek olarak, granüler malzemelerde, tekrarlanan kesme gerilmelerinin üzerinde bir değere çıktığında şekil değiştirmenin birikim oranının hızlı

bir şekilde arttığı genel kabul görmektedir. Bu kritik gerilme derecesi eşik gerilme olarak bilinmektedir. Tekrarlı dinamik yüklemenin altında ince daneli zeminlerin kalıcı şekil değiştirmelerinin tahmini için birkaç model ileri sürülmüştür. Genelde kullanılan, en güçlü formlardan biri şudur:

$$\varepsilon_p = AN^b$$

Burada ε_p , toplam plastik şekil değiştirme yüzdesi, N tekrarlı yükleme uygulamalarının sayısı olup, A ve b gerilme durumları ve malzeme özellikleri ile ilişkili parametrelerdir. Li ve Selig (1996), aşağıdaki versiyonu önermişlerdir:

$$\varepsilon_p = a \left(\frac{\sigma_d}{\sigma_s} \right)^m N^b$$

Burada, a, m ve b malzeme parametreleri, σ_d etkili gerilme ve σ_s zeminin statik mukavemetidir

Altyapıyı korumak ve geliştirmek için gereksinimler, başlangıçtan beri sürmektedir. Altyapının korunması ve geliştirilmesi gereksinimi, demiryollarının kullanılmasından bu yana süregelenmiştir. Probleme yaklaşım şöyleydi:

- altyapı malzemesinin kendisinin değiştirilmesi ya da onun kuvvetli malzemelerle kuvvetlendirilmesi, ya da
- altyapıyı korumak ve yapısını bir koruma tabakasıyla kuvvetlendirmek.

Bugün her iki yöntem uygulanıyor olsa da, doğru olarak boyutlandırılmış ve sıkıştırılmış çakıl ve kum karışımı özel bir karışımdan oluşturulan örtünün uygulanmasının, en dayanıklı yapıyı oluşturacağı anlaşılmıştır.

Taşıma kapasitesini ölçmek için, Plaka Yükleme Deneyi ile belirlenen ve birimi MN/m² olan E_{v1} ve E_{v2} şekil değiştirme modülleri kullanılır. 30 cm yarıçapındaki bir dairesel plak $\sigma_{max} = 0,5$ MN/m² değerindeki gerilmeye erişilene dek, kademeli olarak yüklenir. Birinci yükleme sonucunun değeri E_{v1} ve ikinci yükleme sonucu E_{v2} değerlerini verir.

$$E_{v2} = \frac{1,5 * \Delta\sigma * r}{\Delta s_2}$$

E_{v2} : Şekil değiştirme modülü (MN/m²)

C : 0,3 σ_{max} ile 0,7 σ_{max} (MN/m²) arasındaki fark

R : Yükleme plağının yarıçapı (mm)

Δs : 0,3 σ_{max} ile 0,7 σ_{max} arasındaki sıkışma (mm)

Şekil değiştirme modülünün değerleri şöyle olmalıdır:

$$V \leq 160 \text{ Km/saat için } \geq 50 \text{ MN/m}^2$$

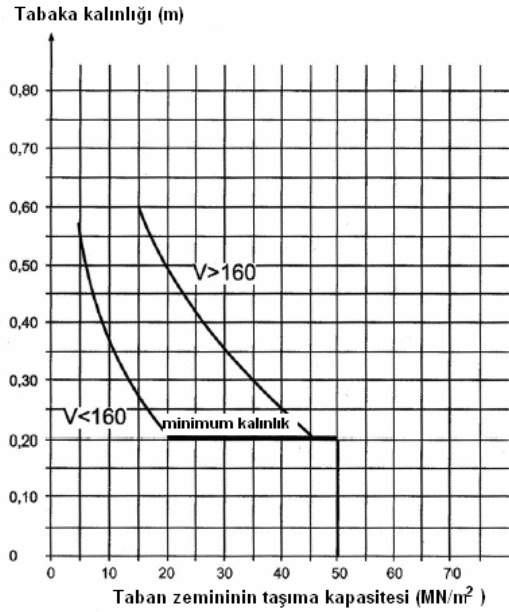
$$V > 160 \text{ Km/saat için } \geq 80 \text{ MN/m}^2$$

Bu deney çok zaman gerektiriyorsa, dinamik yükleme deneyi sonucu elde edilen E_{vd} değerleri kullanılabilir. E_{v2} değerleri ile CBR (California Bearing Test) arasında iyi bir korelasyon vardır. Almanya Demiryolları ortalama olarak 1 % CBR = 13 MN/m² ve 10 % CBR = 40 MN/m² olarak almaktadır.

Altyapıyı koruma amacıyla oluşturulacak tabakanın kalınlığı 2 ölçütle belirlenir:

1. Dondan Koruma ; kalınlık, kış aylarındaki sıcaklığa -uzun süreli kayıtlar bir referans olarak alınır- ve altyapı zemininin kompozisyonuna bağlıdır.
2. Taşıma Kapasitesi ; kalınlık, altyapının taşıma kapasitesine ve koruma tabakası üzerinde olması istenen taşıma kapasitesine bağlıdır, Şekil 10'da bu parametreler arasındaki ilişki gösterilmiştir.

İki hesabın sonuçları farklı değerler verirse, bunlardan büyük olanı alınmalıdır. Don olayının olmadığı bölgelerde sadece 2. kriter dikkate alınır. Minimum kalınlık ise 20 cm'dir.



ŞEKİL 10. Dondan koruma tabakası kalınlığı için diyagram.

Kaynaklar

- (1) Erel Aydın (2006), Trakya demiryolu hattı iyileştirilmesi için standartlar, TCDD Genel Müdürlüğü için Yüksel Proje A.Ş. adına hazırlanmıştır.
- (2) Woldringh R.F., New B.M. (1999), Embankment design for high speed trains on soft soils, Geotechnical Engineering for Transportation Infrastructure, Barends et al. (eds) Balkema, Rotterdam, ISBN 90 5809 047 7.
- (3) Hendry M., Hughes D., Barbour L., Atkinson M. (1996), Measurement and modelling the train induced dynamic response of a railway track and embankment constructed over a soft peat foundation, Departments of Civil Engineering in University of Saskatchewan, Canada, Queen's University Belfast, Ireland, UK, and Northern Ireland Railways, Belfast, Northern Ireland, UK.
- (4) Pita A. L., Teixeira P.F. Robuste F. (2004), Center for Innovation in Transport (CENIT), Technical University of Catalonia, Barcelona, Spain, High speed and track deterioration: the role of vertical stiffness of the track, Instn Mech. Engrs Vol. 218 Part F: J. Rail and Rapid Transit
- (5) Burrow M., Ghataora G., Stirling A. (2004), Rail research UK, department of civil engineering, University of Birmingham, A rational approach to railway track substructure design, Birmingham, UK.

Dünya Deniz Ticareti ve Gemi Filosu Analizi

Yalçın Ünsan

İ.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri
Fakültesi. 34469 Maslak/İstanbul
Tel: (212) 285 6409
E-posta:unsany@itu.edu.tr

Mustafa İnel

İ.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri
Fakültesi. 34469 Maslak/İstanbul
Tel: (212) 285 6512
E-posta:insel@itu.edu.tr

İsmail Hakkı Helvacıoğlu

İ.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi. 34469 Maslak/İstanbul
Tel: (212) 285 6512 E-posta:ismailh@itu.edu.tr

Öz

Bu çalışmada Dünya ekonomik durumu ve ticareti yönlendiren temel değişkenler detaylı olarak incelenmiştir. Bu değişkenler arasında en önemlileri olan Nüfus ve Gayri safi Yurt İçi Hasıla değerleri 2030 yılına kadar yapılan projeksiyonlarla beraber sunulmuştur.

Ayrıca deniz ticareti ve mal gruplarının taşınması hacmi ve taşınma miktarı incelenmiş ve mal gruplarına göre incelenmiştir. Her bir mal grubunun rezerv, üretim, tüketim, ithalat-ihracat verileri ve deniz taşımacılığı kullanılarak sevkıyatı incelenmiştir.

Dünya ticaret hacminin dünya büyüme oranı ile ilgili ve taşımacılıkla ilişkisi araştırılmıştır. Önerilen senaryoların kullanılması ile dünya GSYİH değerinin projeksiyonu araştırılmıştır. Toplam deniz ticaret hacmi projeksiyonunu üzerinde çalışılmıştır. 2007 yılında dünya ticaret filosunun 1,05 milyar DWT dolayında olması beklenebilir. 2007 sonu için maksimum 1,15 milyar DWT tahmin edilmiştir.

Bu makale kapsamlı bir çalışmanın küçük bir özetini barındıracaktır. Ancak bu yazıda dünya deniz taşımacılığı ve gemi filosunun geleceğe yönelik öngörülere 2006 senesine kadar olan sayısal değerleri içerecek şekilde bu konuda çalışan araştırmacılara kaynak olacaktır.

Anahtar Sözcükler: Dünya deniz taşımacılığı, Gemi, Deniz ulaşımı, Gemi Filosu.

Giriş

Bu çalışmada dünya deniz ticaret filosunun genel bir değerlendirmesi yapılmıştır. Değerlendirmelerde incelemeye açık yayınlar ve ticari raporlar kullanılmış, genelde 1970'li yıllara kadar geriye gidilmiştir. Kullanılan kaynaklar gemileri kendi kategorilerine göre sınıfladığı için farklı kategorilerde rakamsal farklılıklar doğabilmektedir. Örneğin LR Fairplay'e (LLoyds Register-Fairplay,2005,2006) göre dünya ticaret gemisi filosu Haziran 2006 tarihi itibarıyla 98269 gemiden oluşmaktadır ve 2006-2010 yıllık dilimde 100 000 adedi geçeceği beklenmektedir. Oysa dünya ticaret

gemisi filosunu ülkeler bazında veren ISL'e (SSMR, 2006,2007) göre ticari gemi sayısı 41110 adettir. Bu istatistikte sadece 300 GT'dan büyük petrol tankeri, kimyasal tanker, LPG/LNG, dökme yük gemisi, OBO, konteyner gemisi, genel kargo ve yolcu gemisi adet ve tonajları verilmiş diğer gemiler grubuna giren offshore, balıkçı, römorkör ve hizmet gemileri dahil edilmemiştir. Farklı raporların yayın tarihlerindeki farklılıklarda rakamları etkileyebilmektedir. Her bir gemi tipi için arz-talep değerlendirilmesi yapılmıştır. Ancak makalenin yer darlığı nedeniyle dünya ticaret filosu analizi bir bütün olarak ele alınmıştır.

Dünya ekonomisinin sağlıklı gelişimi ülkeler arası ticaretin artışını beraberinde getirmektedir. Globalleşen dünya ilişkileri ihtiyaç duyulan enerji, hammadde, mamul ürünün dünyanın herhangi bir bölgesinden ithalat yolu ile teminini olağan hale getirmiş, bu işlev sırasında çabuk ve güvenli işleyen taşımacılığı gereksinim haline dönüştürmüştür. Bu nedenledir ki gemi inşaatının talep projeksiyonları dünyadaki mal ticaret talebinin tahmin edilmesini, talep hacminin mevcut filo büyüklüğü ile karşılaştırılarak yeni gemi inşa talebinin bulunması metodunu izlemektedir. Projeksiyonlarda anahtar değişken dünya mal ticaret talep hacmi olarak ortaya çıkmakta, bu değerde alım gücü olarak tanımlanabilecek Gayrı Safi Yurtiçi Hasılaya (GSYİH) veya GSYİH'nın yıllık değişimi olan büyüme oranına doğrudan bağlıdır.

Dünya Ekonomik Durumu Ve Deniz Ticareti

Dünya Ekonomisi ve Ticareti

Dünya ekonomisinin sağlıklı gelişimi ülkeler arası ticaretin artışını beraberinde getirmektedir. Küreselleşen dünya ilişkileri ihtiyaç duyulan enerji, hammadde, mamul ürünün dünyanın herhangi bir bölgesinden ithalat yolu ile teminini olağan hale getirmiş, bu işlev sırasında çabuk ve güvenli işleyen taşımacılığı gereksinim haline dönüştürmüştür. Bu nedenledir ki gemi taşımacılığının projeksiyonları dünyadaki mal ticaret talebinin tahmin edilmesini gerektirmektedir. Projeksiyonlarda anahtar değişken dünya mal ticaret talep hacmi olarak ortaya çıkmakta, bu değerde alım gücü olarak tanımlanabilecek olan Gayrı Safi Yurt İçi Hasıla'ya (GSYİH) ve bunun reel yıllık değişimi olan büyüme oranına doğrudan bağlıdır.

Ekonomik Öngörüler

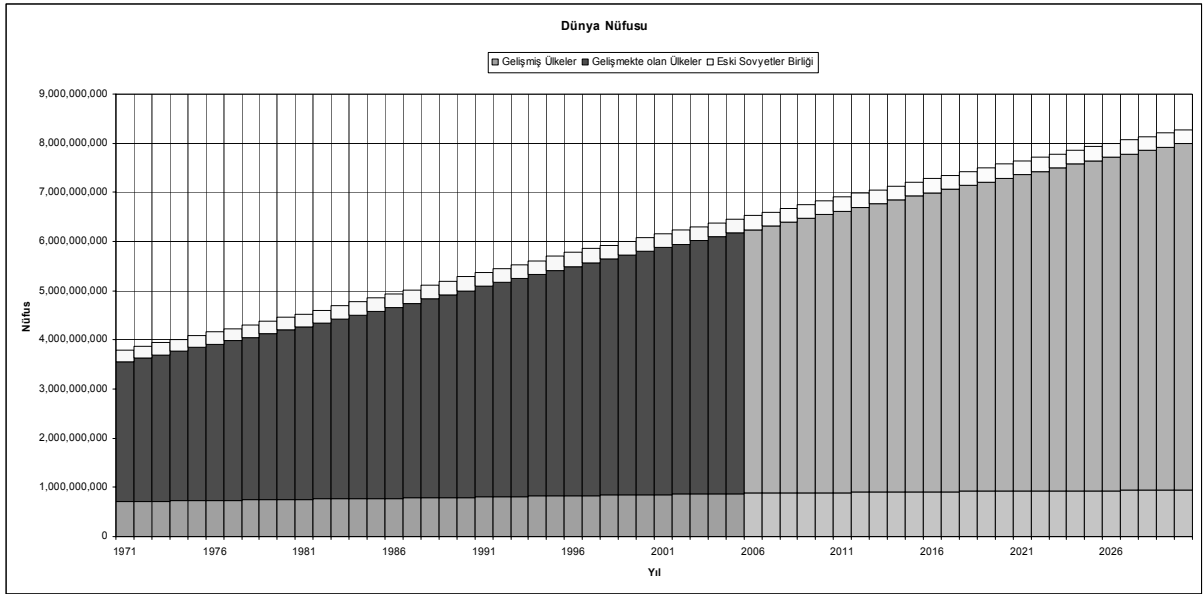
Kısa dönemde deniz yolu ile yük taşınması dünya ekonomik durumuna göre yükseliş ve düşüşler yaşamaktadır. Ayrıca dünya nüfusunun değişimi ticaret hacminde önemli bir parametredir.

Orta dönemde 10 yıllık dünya ekonomik öngörülerinin yapılması temel ekonomik gelişmelerin dışında, dünya hammadde kaynaklarının durumu, mevcut ve yeni yapılacak tesislerin kapasiteleri, dünyadaki sermaye akışları ve politik gelişmeler, ambargolar, savaşlar gibi çok çeşitli etkenlere bağlıdır. Yapılan kaynak araştırmalarında rastlanan orta dönem öngörülerinin birbirlerinden büyük sapmalar göstermesi nedeniyle mevcut ekonomik veriler dışında yapılacak öngörülerin gelecekte yaşanacak politik gelişmeler ve ekonomik şokları dikkate almasının mümkün olmadığı ortaya çıkmıştır.

Yapılan kaynak araştırmalarında çok az sayıda 2005-2026 yılları arasında yapılmış, projeksiyonlara rastlanmış, bu projeksiyonların geniş bir girdi spektrumu için yapıldığı sonuçların geniş bantlar halinde verildiği gözlemlenmiştir. Bu bilgilerin ışığında aşağıdaki ekonomik senaryolar dikkate alınmıştır.

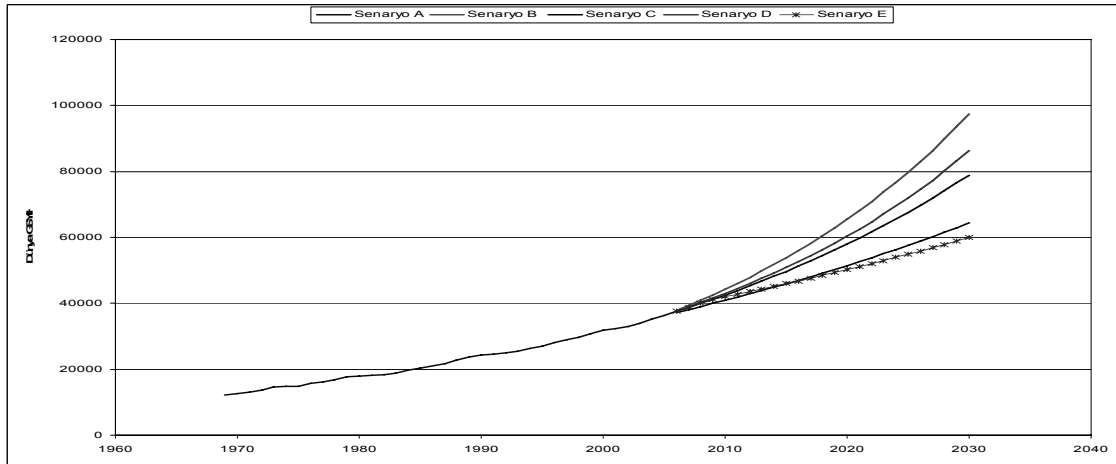
- i) **SENARYO A:** Mevcut ekonomik eğilimlerin devam ettiği, politik ve ekonomik şokların oluşmadığı dengeli bir dünya ekonomik ortamı. Bu senaryo temel ekonomik senaryo olarak adlandırılacaktır. Rakamsal olarak ifade edilirse; global ekonominin %3 - %3.5 arasında büyümesi durumu olacaktır.
- ii) **SENARYO B:** Tüm dünyada büyüme oranlarının Senaryo A da belirlenen oranlardan yüksek seyretmesi (aşırı iyimser senaryo).
- iii) **SENARYO C:** Mevcut global dengesizliklerin dünya ekonomisinde yeni resesyon dönemine sebebiyet vermesi neticesinde bir ekonomik durgunluk dönemine girilmesi, büyüme oranlarının Senaryo A da verilenin altında gerçekleşmesi (kötümser senaryo).
- iv) **SENARYO D:** 2006 yılında da olduğu gibi Çin Halk Cumhuriyetinde yaşanan hızlı büyümenin % 10 üzerinde sürmesi ve hızlı gelişmeye aday gösterilen Hindistan, Vietnam, Brezilya, Meksika'nın katılması ile gelişmekte olan ülkelerin mevcut büyüme oranlarından daha yüksek büyüme göstermesi (kısmen ve kaygılı iyimser senaryo).
- v) **SENARYO E:** Dünya hammadde kaynakları arasında en önemli yer tutan petrol kaynaklarına erişimin savaş gibi herhangi bir nedenle zorlaşması nedeniyle karşılaşılabilecek yeni bir petrol krizi. Bu durumda petrol ihraç eden ülkeler için büyüme Senaryo B'de verilen büyüme değerleri alınmış, ancak tüm diğer ülkeler için Senaryo C'de verilen değerler kullanılmıştır. Değişim zamanının kabulü önem taşımakta olmasına rağmen petrol darlığının 2010'dan itibaren geçerli olduğu kabulü yapılmıştır. Öte yandan, ABD vergi uygulamalarında 2011 yılı itibariyle yapısal değişimin başlamasıyla birlikte i talebi bir ölçüde daraltıcı politika ihtimali öngörülmektedir. Bu durumun o dönem için belki kısa vadeli de olsa global ticarete görece bir yavaşlama getirmesi olasılığı da yüksek olacaktır.

Görüldüğu gibi senaryo A mevcut ekonomik durumun korunmasını, senaryo B ve C deniz taşımacılığı açısından aşırı iyimser ve kötümser durumları, senaryo D ve E ise deniz taşımacılığı açısından doğabilecek sürpriz/şokları temsil etmektedir. Bu beş senaryo değerlendirmeye alınmış ve orta/uzun dönem öngörüleri bu senaryolar için ayrı ayrı incelenmiştir. Bu noktada, senaryoların 20 sene boyunca geçerli olmasını beklemek yerine, analiz açısından mevcut büyümenin devam etmesini baz alıp; diğer senaryoları ekonomik büyümenin minimum ve her yıl %2'de ve maksimum her yıl %6'lar düzeyinde olması olarak belirlenebilecektir. Buradan hareketle, olumsuz senaryoların aşırı iyimser durumların istisnai olarak gerekleşebilecekleri dikkate alınmaktadır. Kümülatif ve uzun vadeli bakıldığında bu yaklaşımın tutarlı olacağı beklenmektedir. şekil 1'de dünya nüfusunun projeksiyonu, şekil 2'de dünya GSYİH'nın değişik senaryolar altında değişimi, şekil 3'de ise temel senaryo A'ya göre dünya GSYİH projeksiyonu sunulmuştur.



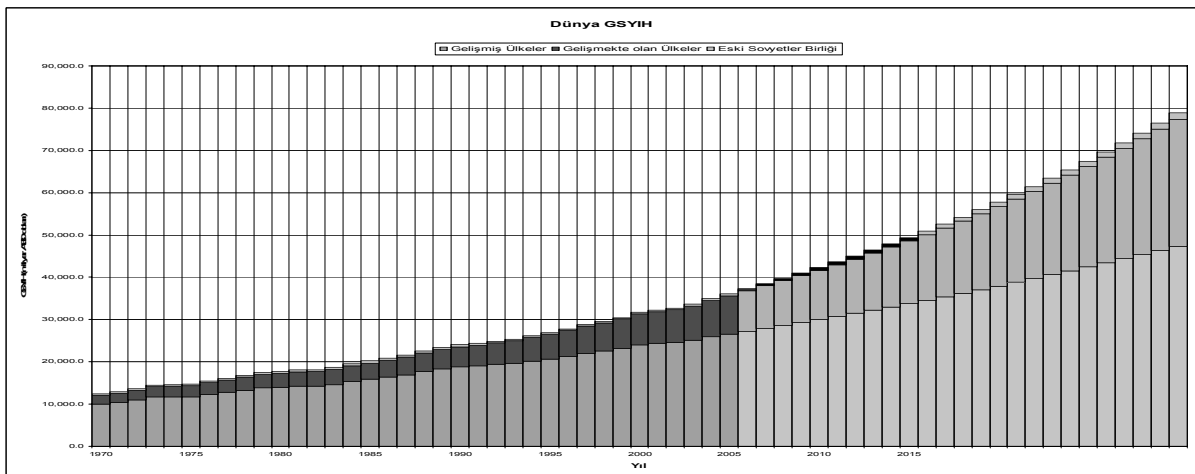
Kaynak: TÜRKTERMAP AR I, 2007

Şekil 1: Dünya nüfusunun projeksiyonu.



Kaynak: TÜRKTERMAP AR I, 2007

Şekil 2. Dünya GSYİH'nın değişik senaryolar altında değişimi.



Kaynak: TÜRKTERMAP AR I, 2007

Şekil 3. Dünya GSYİH projeksiyonu (temel senaryo A).

Deniz Ticareti

Deniz Ticareti ve mal gruplarının taşınması hacmi ve taşınma miktarı, Tablo 1 ve 2’de verilmiş, Şekil 4’de ise mal gruplarına göre gösterilmiştir. Dünya deniz ticaret hacminin dünya büyüme oranı ile ilgisi Şekil 5’de verilmiştir. Senaryoların kullanılması ile Şekil 2’de verilen dünya GSYİH projeksiyonları kullanılarak, deniz ticareti projeksiyonları bulunmuştur. Şekil 6’da toplam deniz ticaret hacmi projeksiyonunu göstermektedir.

Tablo 1. Ana mal grupları taşınan yük hacmi.

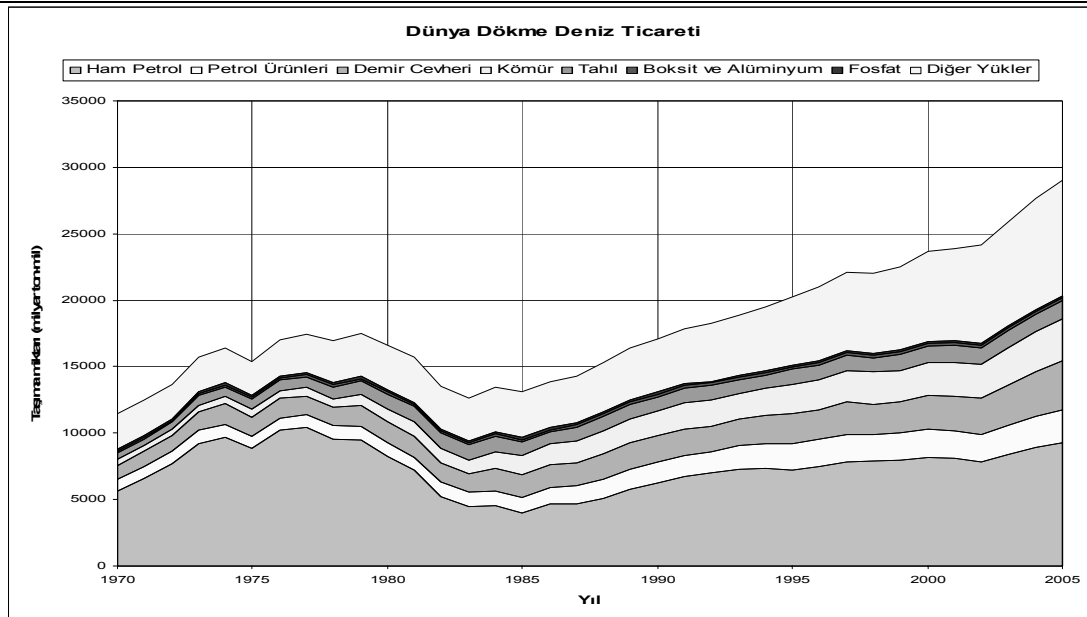
Dünya Deniz Taşımacılığı (milyon ton)									
	Ham Petrol	Petrol Ürünleri	Demir Cevheri	Kömür	Tahıl	Boksit ve Alüminyum	Fosfat	Diğer Yükler	Toplam
1970	995,0	245,0	247,0	101,0	89,0	34,0	33,0	737,0	2481,0
1971	1068,0	247,0	250,0	94,0	91,0	35,0	35,0	755,0	2575,0
1972	1184,0	261,0	247,0	96,0	108,0	35,0	38,0	793,0	2762,0
1973	1366,0	274,0	298,0	104,0	139,0	38,0	43,0	859,0	3120,0
1974	1361,0	264,0	329,0	119,0	130,0	42,0	48,0	955,0	3248,0
1975	1263,0	233,0	292,0	127,0	137,0	41,0	38,0	916,0	3047,0
1976	1410,0	260,0	294,0	127,0	146,0	42,0	37,0	996,0	3312,0
1977	1457,0	273,0	276,0	132,0	147,0	46,0	44,0	1024,0	3399,0
1978	1432,0	270,0	278,0	127,0	169,0	46,0	47,0	1097,0	3466,0
1979	1497,0	279,0	327,0	159,0	182,0	46,0	48,0	1176,0	3714,0
1980	1320,0	276,0	314,0	188,0	198,0	48,0	48,0	1214,0	3606,0
1981	1170,0	267,0	303,0	210,0	206,0	45,0	42,0	1218,0	3461,0
1982	993,0	285,0	273,0	208,0	200,0	38,0	40,0	1162,0	3199,0
1983	930,0	282,0	257,0	197,0	199,0	36,0	43,0	1146,0	3090,0
1984	930,0	297,0	306,0	232,0	207,0	44,0	44,0	1232,0	3292,0
1985	871,0	288,0	321,0	272,0	181,0	40,0	43,0	1277,0	3293,0
1986	958,0	305,0	311,0	276,0	165,0	41,0	41,0	1288,0	3385,0
1987	970,0	313,0	319,0	283,0	186,0	45,0	42,0	1303,0	3461,0
1988	1042,0	325,0	348,0	304,0	196,0	48,0	44,0	1368,0	3675,0
1989	1120,0	340,0	362,0	321,0	192,0	49,0	41,0	1435,0	3860,0
1990	1190,0	336,0	347,0	342,0	192,0	52,0	35,0	1483,0	3977,0
1991	1247,0	326,0	358,0	369,0	200,0	53,0	31,0	1526,0	4110,0
1992	1313,0	335,0	334,0	371,0	208,0	48,0	29,0	1583,0	4221,0
1993	1356,0	358,0	354,0	367,0	194,0	51,0	27,0	1632,0	4339,0
1994	1403,0	368,0	383,0	383,0	184,0	49,0	29,0	1707,0	4506,0
1995	1415,0	381,0	402,0	423,0	196,0	50,0	30,0	1815,0	4712,0
1996	1466,0	404,0	391,0	435,0	193,0	51,0	31,0	1935,0	4906,0
1997	1519,0	410,0	430,0	460,0	203,0	54,0	32,0	2060,0	5168,0
1998	1535,0	402,0	417,0	473,0	196,0	53,0	31,0	2065,0	5172,0
1999	1550,0	415,0	411,0	482,0	220,0	53,0	30,0	2135,0	5296,0
2000	1608,0	419,0	454,0	523,0	230,0	53,0	28,0	2280,0	5595,0
2001	1592,0	425,0	452,0	565,0	234,0	51,0	29,0	2305,0	5653,0
2002	1588,0	414,0	484,0	570,0	245,0	54,0	30,0	2435,0	5820,0
2003	1673,0	440,0	524,0	619,0	240,0	63,0	29,0	2545,0	6133,0
2004	1800,0	465,0	590,0	650,0	250,0	67,0	30,0	2690,0	6542,0
2005	1870,0	485,0	640,0	685,0	260,0	70,0	30,0	2790,0	6830,0
2006	1960,0	500,0	685,0	710,0	270,0	73,0	30,0	2910,0	7138,0

Kaynak: Fearnleys Review 2000, 2002, 2003, 2004 , Fearnleys World Bulk Trades 2001 (1981-2005), Shipping Statistics and Market Review (1970-1980)

Tablo 2. Ana mal grupları taşıma hacmi.

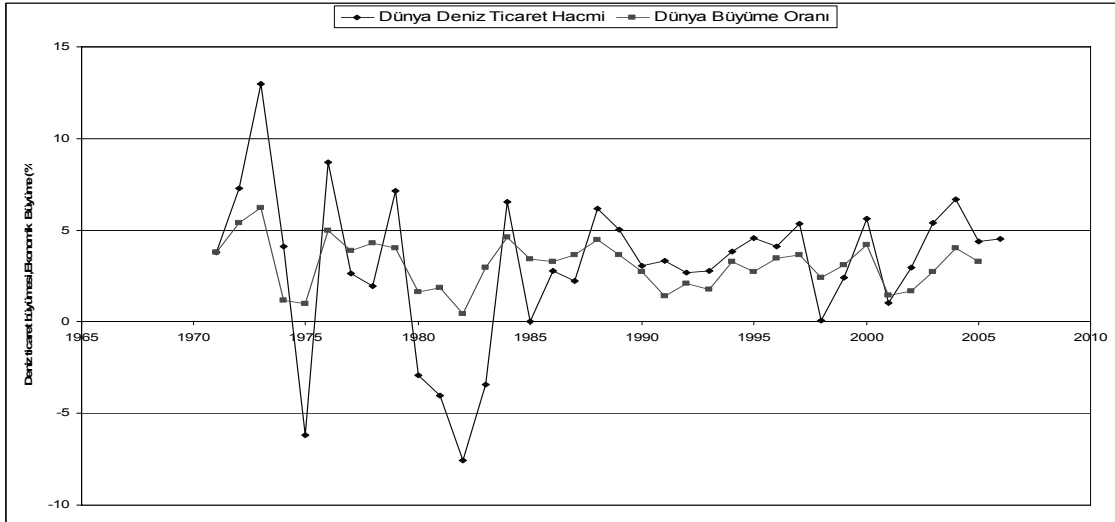
Dünya Deniz Taşımacılığı (milyar ton-mil)									
	Ham Petrol	Petrol Ürünleri	Demir Cevheri	Kömür	Tahıl	Boksit ve Alüminyum	Fosfat	Diğer Yükler	Toplam
1970	5597	890	1093	481	475	99	116	2679	11430
1971	6554	897	1185	434	487	108	121	2672	12458
1972	7719	947	1156	444	548	109	143	2622	13688
1973	9207	994	1398	467	760	133	159	2575	15693
1974	9661	960	1578	558	695	158	168	2609	16387
1975	8885	845	1471	621	734	168	127	2515	15366
1976	10199	950	1469	591	779	158	125	2752	17023
1977	10408	995	1386	643	801	167	160	2893	17453
1978	9561	985	1384	604	949	162	168	3121	16934
1979	9452	1045	1599	786	1026	169	177	3259	17513
1980	8219	1020	1613	952	1087	188	171	3361	16611
1981	7193	1000	1558	1124	1131	172	139	3399	15716
1982	5212	1070	1478	1111	1120	153	142	3265	13551
1983	4478	1080	1359	1074	1135	145	159	3206	12636
1984	4508	1140	1670	1289	1157	172	162	3386	13484
1985	4007	1150	1702	1473	1004	166	156	3428	13086
1986	4640	1265	1699	1558	914	167	155	3458	13856
1987	4671	1345	1761	1622	1061	180	165	3495	14300
1988	5065	1445	1950	1682	1117	189	176	3675	15299
1989	5736	1540	2012	1752	1095	190	173	3887	16385
1990	6261	1560	1978	1849	1073	205	154	4041	17121
1991	6757	1530	2008	1999	1069	200	140	4170	17873
1992	6977	1620	1896	2001	1091	177	133	4340	18235
1993	7251	1775	2001	1949	1038	184	124	4532	18854
1994	7330	1860	2165	2014	992	180	132	4788	19461
1995	7224	1945	2287	2176	1160	195	135	5140	20262
1996	7495	2040	2227	2217	1126	195	133	5535	20968
1997	7830	2050	2444	2332	1169	205	133	5955	22118
1998	7889	1970	2306	2419	1064	205	135	6030	22018
1999	7980	2055	2317	2363	1186	204	133	6295	22533
2000	8180	2085	2545	2509	1244	208	132	6790	23693
2001	8074	2105	2575	2552	1322	192	141	6930	23891
2002	7848	2050	2731	2549	1241	206	152	7395	24172
2003	8390	2190	3035	2810	1273	198	148	7810	25854
2004	8910	2325	3415	2965	1325	210	150	8335	27635
2005	9270	2435	3720	3140	1380	218	152	8730	29045
2006	9715	2520	4020	3270	1430	226	154	9195	30530

Kaynak: Fearnleys Review 2000, 2002, 2003, 2004 , Fearnleys World Bulk Trades 2001 (1981-2005), Shipping Statistics and Market Review (1970-1980)



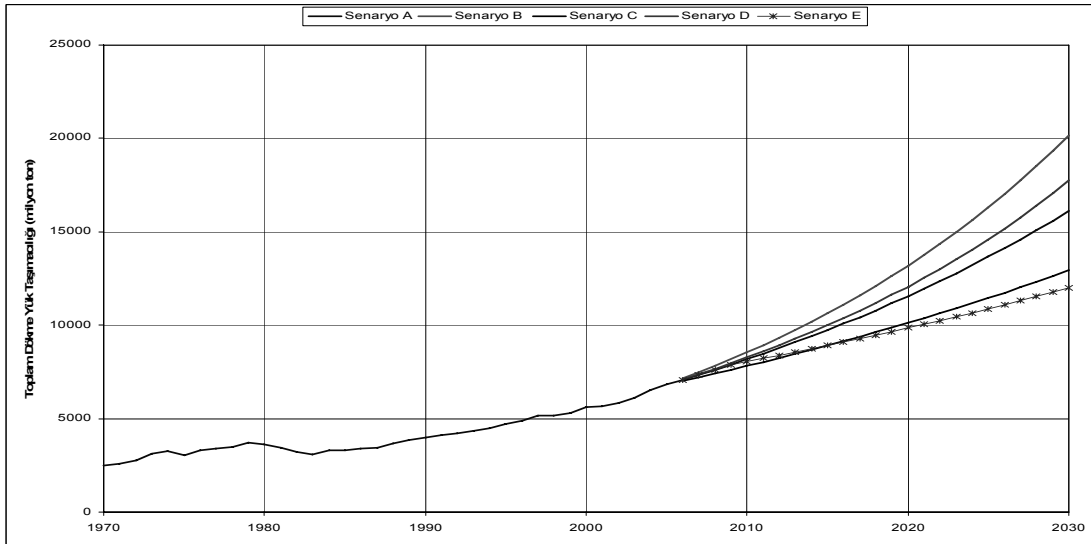
Kaynak: Fearnleys Review 2000, 2002, 2003, 2004 , Fearnleys World Bulk Trades 2001 (1981-2005), Shipping Statistics and Market Review (1970-1980)

Şekil 4. Ana mal grupları taşıma hacmi.



Kaynak: TÜRKTERMAP AR I, 2007

Şekil 5: Deniz taşımacılığı hacim değişimi ve büyüme oranı.



Kaynak: TÜRKTERMAP AR I, 2007

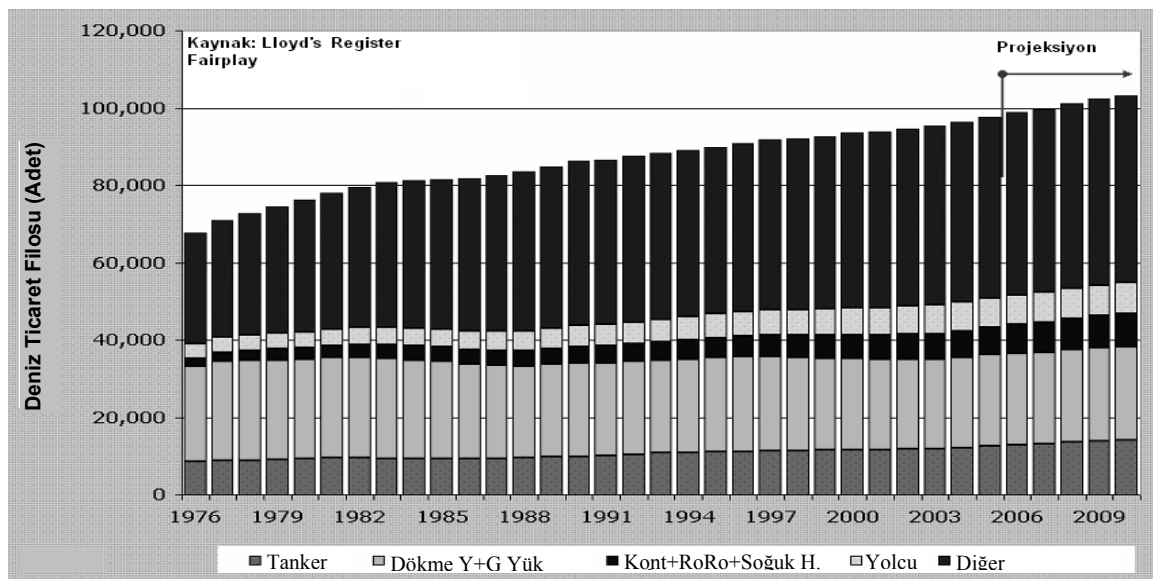
Şekil 6. Senaryolarda dünya deniz ticaret hacmi.

Dünya Deniz Ticareti Filo Analizi ve Projeksiyonu

Bu bölümde dünya deniz ticaret filosunun genel bir değerlendirmesi uygun filo projeksiyonunu içerecek şekilde yapılmıştır. Haziran 2006 itibarıyla dünya ticaret gemisi filosu 98.269 gemiden oluşmakta olup gemilerin toplam tonajı 1.056 milyon DWT'dur. Filo son 25 yıldır dengeli bir artışla yılda ortalama % 1 büyümektedir (Şekil 7,8,9,10). Grafiklerde yer alan ve 2006 yılından sonraki tahminleri içeren rakamlar, sipariş listelerindeki gemiler, filodan ayrılma beklentileri, filodaki artış trendi göz önünde tutularak verilmiştir. Çeşitli gemilerin oluşturduğu alt grup 47.037 gemi ile en büyük bileşeni oluşturmaktadır. Bu bileşendeki artış son 10 yılda filodaki genel artışa göre daha az gerçekleşmiştir. Dünya ticaret filosunu sayısal olarak değerlendirmek makine üreticileri ve gemi yan sanayi gibi gemi adedine göre pazarlarını belirleyen şirketler için anlamlı olabilir. Ancak taşımacılık sektörü için önemli olan tonaj gelişimidir. Her bir gemi tipi, farklı ürünün taşımacılığında kullanıldığı için, taşımacılık

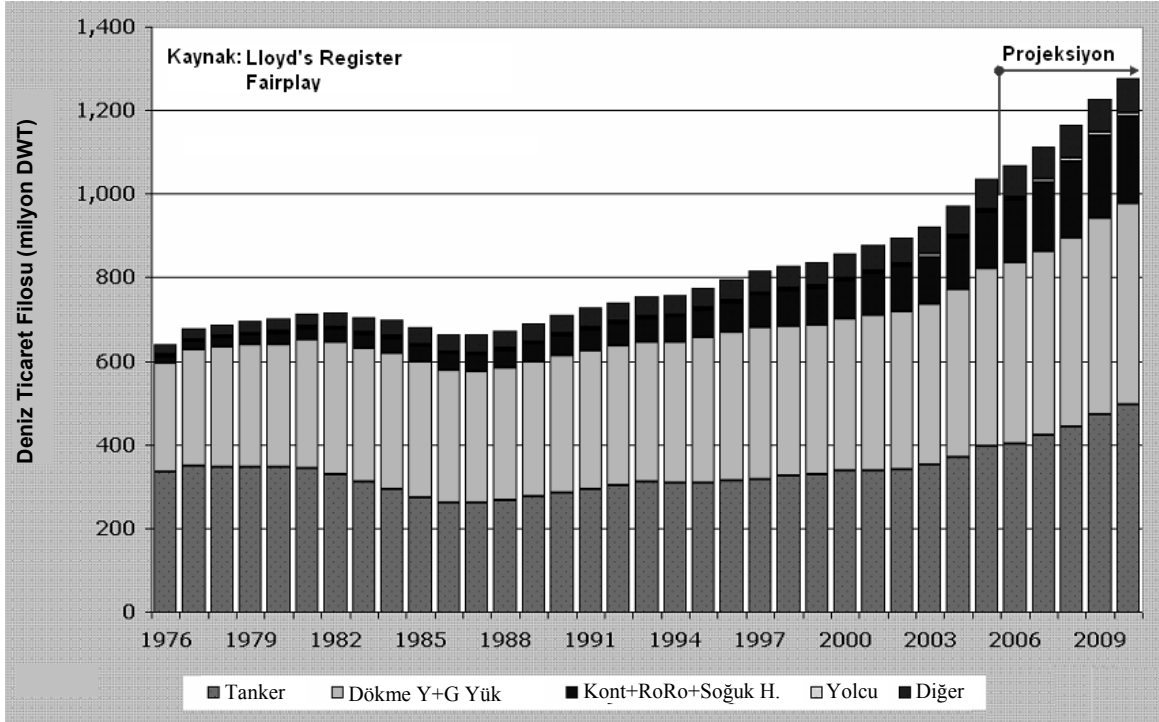
sektörünün analizinde tonaj dağılımı daha anlamlı bir veri oluşturmaktadır. Petrol tankerleri, dökme yük gemileri ve genel kargo gemileri dünya deniz ticareti kapasitesinde en büyük paya sahiptir. Yolcu gemisi grubu grafiklerde kaybolmaktadır. Tonaj kapasitesi az olduğu için diğer gemiler grubu ise önemsiz gözükmektedir. En fazla mevcudu artan gemi tipi konteyner, Ro-Ro ve soğutulmuş ambarlı gemiler grubu olup; yılda % 10'luk bir artış hızı olan konteyner gemisi tonajının etkisiyle bu gemi tiplerindeki artış oranı toplamda % 4,1 olmuştur. Dünya ticaret filosu son 15 yılda, GT olarak, yılda ortalama % 3 artmıştır. Gelişmeler göstermektedir ki; gelecek beş yılda filodaki artışın GT (groston) yıllık % 4,6'dan az olmayacak şekilde devam edeceğini göstermektedir. Yine GT incelemelerinde yolcu gemisi tipi belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Dünya deniz ticaret filosunun yaş dağılımına DWT olarak bakıldığında tanker ve dökme yük gemisi filosunun çoğunluğu oluşturduğu ve yaş dağılımının oldukça sağlıklı olduğu görülmektedir. En azından tonajın büyük bir bölümü 1990'lardan sonra inşa edilmiştir. Ancak aynı filoyu adet olarak yaş grubuna ayırdığımızda, filonun çoğunun tonajı küçük ama yaşlı gemilerden oluştuğu görülür. Özellikle belli tarihten önce inşa edilen gemilere getirilmiş, yürürlüğe önümüzdeki yıllarda girecek kurallar, adet olarak pek çok gemiyi hurdaya ayrılmaya zorlayacaktır.

Dünya deniz ticaret filosunun gelişiminin gemi inşa sektörü açısından incelendiğinde üç önemli etken olduğu görülmektedir. Birincisi gemilerin GT olarak yaş dağılımı, ikincisi filodan ayrılan tonaj sayısı, üçüncüsü teslim edilen gemi tonajıdır. Bunlar her bir gemi grubu için ayrı ayrı değerlendirilerek gelecekteki talep miktarları bulunmuştur. Filo için sipariş listeleri de özellikle gemi inşaatı talebinin kısa dönemli tahminleri açısından önemlidir. 2003 ve 2004 yıllarında tek cidarlı tankerlerin hurdaya çıkması ve konteyner taşımacılığındaki büyümenin sonucu olarak, büyük gemilere olan siparişlerin giderek arttığı ve 1982 öncesi değerlere ulaştığı görülmektedir. Tonaja bakıldığında sözü edilen iki senenin, 1976'dan bu yana en yüksek değerlerde sipariş verilen seneler olduğu görülür. Ancak bu sipariş patlaması 2005'de azalmıştır. Mevcut dünya ticaret gelişimi koşulları altında gelecek beş yılda daha az sayıda ve daha düşük tonajlı siparişler beklenmektedir. Ancak dünya ticaret hacminde talebi arttırıcı önlemler alındığı takdirde, (örneğin Afrika ülkelerinin borç yapılandırılmasının G8 ülkeleri tarafından yapılması) yeni gemi taleplerinde yeniden büyüme trendi ortaya çıkartabilir.



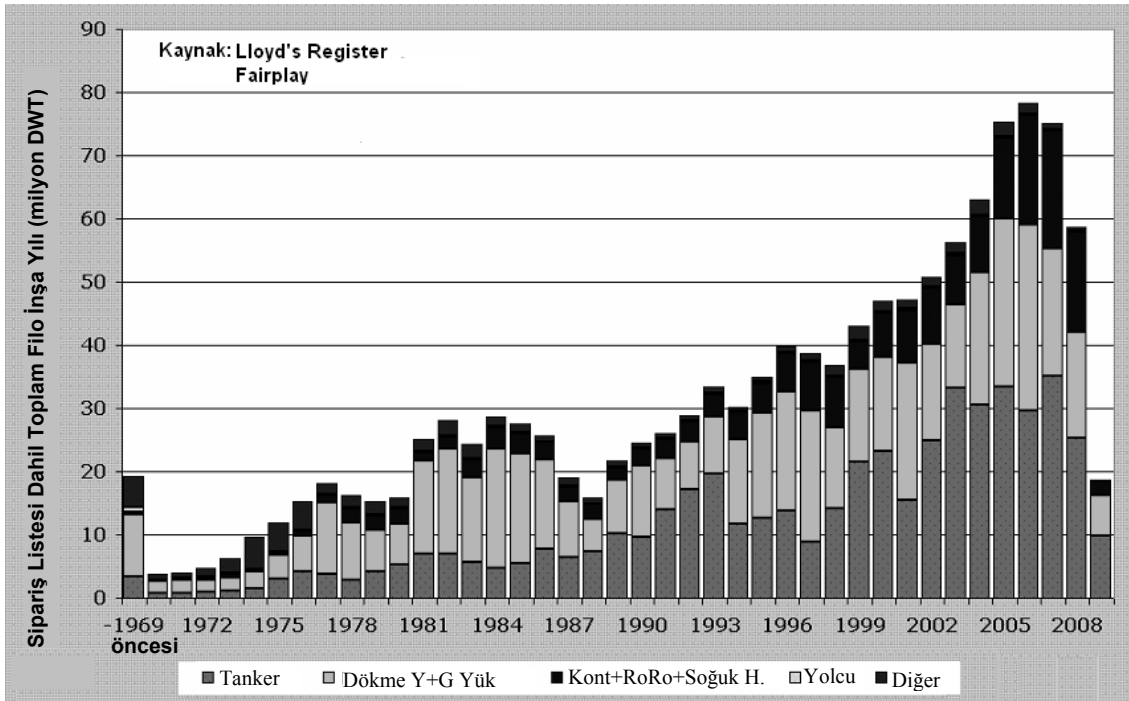
Kaynak: Lloyds-Fairplay Shipbuilding Markets Forecast 2006

Şekil 7. Dünya deniz ticaret filosu (Adet).



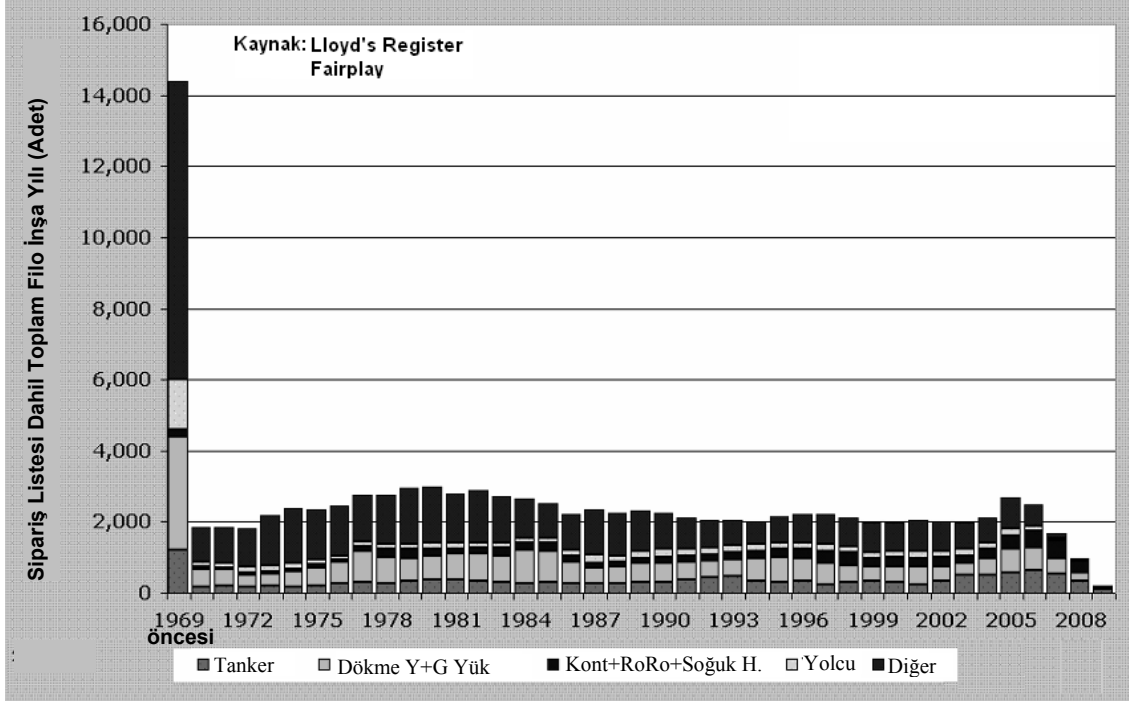
Kaynak: Lloyds-Fairplay Shipbuilding Markets Forecast 2006

Şekil 8. Dünya deniz ticaret filosu (milyon DWT).



Kaynak: Lloyds-Fairplay Shipbuilding Markets Forecast 2006

Şekil 9. Dünya deniz ticaret filosunun inşa yıllarına göre dağılımı (milyon DWT).



Kaynak: Lloyds-Fairplay Shipbuilding Markets Forecast 2006

Şekil 10. Dünya deniz ticaret filosunun inşa yıllarına dağılımı (Adet).

Ekonomik kaynaklar dikkate alınarak öncelikle dünya ticaretinin tahmin edilmesine ilişkin analizler yapılmıştır. Bu analizlere göre (TÜRKTERMAP AR I, 2007) dünya ticareti 2007 sonrasında 2012'ye kadar bir geri çekilme dönemi yaşayabilecek ama önemli bir azalma olmayacaktır. 2012 itibariyle artış döngüsüne yeniden giren global ticaret 2025'li yıllara kadar artış eğilimi gösterebilecektir. Buradaki temel kabul, dünya ekonomisinin %3 düzeyinde hemen her yıl büyüme göstereceğidir. Modelin (World Bank World Development Indicators, adjusted to 2000 base.) 1-2 yıllık bir gecikme hatası göstermesi söz konusu olabilir; ancak bu durum 2006-2026 arası toplu bakıldığında, dünya ticaretinin 2006 yılından 2026 yılına kadar % 45 düzeyinde artış gösterebileceğidir. Burada dikkat edilen husus; modellere temel olan gözlem döneminde 1970'li yıllardan sonra yaşanan petrol krizi, 1990'larda Körfez krizi ve Asya krizi, 2000-2001 yılında global finansal durgunluk yaşanması nedeniyle global ekonomi, ticaret ve dolayısıyla deniz taşımacılık filosuna olan talebin dalgalanmalar yaşamış olmasıdır. Ekonomik öngörülerde geçmiş uzun vadeli dönem gelişmelerinin bir ölçüde benzer olarak gelecekte de gerçekleşmesi mümkündür.

Bu bakış açısına göre önümüzdeki 20 yıl için sürekli istikrarlı büyüme beklemek yerine; ilk yaklaşım geçmiş 40 yıllık veriden edinilen modelin açıklama gücü ve anlamlılığı çerçevesinde ortalama tahminleri yapabilmektir. Söz konusu bu modellemeye göre; önümüzdeki 20 yıllık süreçte de geçmişte yaşandığı gibi dalgalanmalar gerçekleşecektir. Ancak dalgalanmaların hangi yıllarda olacağını öngörmek düşük olasılık dahilindedir.

Sonuç ve Değerlendirmeler

- 2007 yılın sonunda dünya ticaret filosunun 1,05 milyar DWT dolayında olması beklenmektedir. 2007 sonu için maksimum 1,15 milyar DWT tahmin edilmiştir.
- 2026 için minimum dünya ticaret 1,1 milyar DWT, en fazla 1,9 milyar DWT ve ortalama hedef 1,35-1,50 milyar DWT bandında öngörülmüştür. (Geçmiş

- dönemlerde yaşanan krizlerin ve global arz talep dengesinin sürekliliğinin etkisi dikkate alınarak bu çalışmada mütevazı yaklaşım olarak kabul edilmektedir).
- 2006 yılındaki hızlı büyüme ile filonun 1 milyar DWT'e ulaşmasına ek olarak global ekonomide hiç sorun yaşanmaksızın 20 yıl boyunca ekonomik büyüme olması halinde 2 milyar DWT'e ulaşması söz konusu olabilir; ancak bu durum, çok düşük bir olasılık olarak değerlendirilmiştir.
 - 2000 yılı sonrası ortalama gemi tonajlarının hızla büyüdüğü belirlenmekte ve bu sürecin hızla devam edeceği düşünülmektedir. Panama kanalının genişletilmesi de bu olguya destek olur mahiyettedir. 1989-1990 yıllarından sonra durup, 1990'larda küçülen ortalama gemi büyüklükleri, ilgili dönemlerde daha küçük gemilerin tercih edildiğini göstermektedir. Çin ve G. Kore'nin büyük gemi inşa etmeleriyle 2001 yılı itibariyle ortalama gemi büyüklüğünde artış gözlemlenmektedir. Gelecekte de artma eğilimi gösteren ortalama gemi büyüklüğü artışı, tankerlerin tek cidar yerine çift cidar inşa edilmesiyle daha büyük kapasiteli tanker inşasında etkili olmuştur. Asya – Avrupa – Amerika kıtaları arası taşımacılığın ton-mil değerinde mesafe olarak artışı daha büyük tonajlı taşımacılığı rasyonel hale getirmiştir. Son 2 – 3 yılda Panama kanalının genişlemesinin açıklanmasıyla büyük tonajlı gemi siparişlerinde artış da gözlemlenmiştir. Limanların da bu dönemler içerisinde hızla kapasite genişletmesi gemi büyüklüklerinin ortalamasının artmasının nedenlerindedir.
 - Türk bayraklı ulusal ve uluslararası sicile kayıtlı Türk Deniz Ticareti Filosu 15.11.2006 tarihli Deniz Ticaret Odası (DTO) verilerine göre 7.486.906 DWT (5.213.887 GRT) ve 1.422 adet gemiden oluşmaktadır. Yabancı bayrak çeken ancak Türk denizcilik firmaları ve donatanları tarafından işletilen gemilerle ilgili olarak ise en kolay dört yabancı bayrakta Türk Ticaret Filosu değerleri, 01.01.2006 itibariyle, UNCTAD'da (Review of Maritime Transport, United Nations Conference on Trade and Development 2006) açıklanmıştır. Buna göre, ilk dört kolay bayrakta (Panama, Liberya, Bahamalar, Malta) filo büyüklüğü 2.208.000 DWT ve 154 gemidir.
 - 2006 yılı verilerine göre Türk şirketler tarafından işletilen deniz ticaret filosunun global filodaki payının %1 olduğu ve aynı payın korunması halinde filonun 2026 yılında 15 milyon DWT düzeyine gelebileceği söylenebilir. Ancak, projeksiyon çerçevesinde minimum ve maksimum sınırlar 11 milyon DWT ile 19,5 milyon DWT'tir. Bu projeksiyon sadece global olarak ortalama beklentiler ve bugünkü Türk filosu payına göredir. Türk deniz taşımacılık filosunun %2'lik paylara daha önceden ulaştığını da dikkate alırsak; ortalamada 30 milyon DWT; en azda 22 milyon ve en çok da 40 milyon DWT öngörülebilir. Türk bayraklı gemi payının tahmini ise tamamen firma tercihleri, hükümet teşvikleri ve finansal önceliklere bağımlı kalmaktadır.
 - Türk ticaret filusunda 2007 yılı itibariyle 300 kadar kosterin hurdaya çıkması kaçınılmazdır (DTO, 2006). Dolayısıyla bir yenileme gerekecektir. Öte yandan, Türk ticaret filusunda dökme yük filosu hem 20 yaş üzeri hem de teknolojik olarak yetersiz durumdadır. Bu filonun da yeni tip gemiler ile yenilenmesi gerekir. Tonajı daha büyük ancak belki sayısı az olabilecek gemi yapımı ve/veya alımı ile filo büyümesi söz konusu olacaktır.

Kaynaklar

DTO (Deniz Ticaret Odası), 2006 (Görüşme)

Fearnleys, 2000, Review 2000, FearnResearch, Şubat 2001

Fearnleys, 2001, World Bulk Trades 2001, Aralık 2001

Fearnleys, 2002, Review 2002, FearnResearch, Şubat 2003

Fearnleys, 2003, Review 2003, FearnResearch, Şubat 2004

Fearnleys, 2004a, Review 2004, FearnResearch, Şubat 2005

Fearnleys, 2004b, Dry Bulk Market, FearnResearch, Nisan 2004

Fearnleys, 2004c, Oil and Tanker Market, FearnResearch, Nisan 2004

Fearnleys World Bulk Trades 1981-2005

LLoyds Register-Fairplay, Shipbuilding Market Forecasts, 2005, Ekim 2005, No:30,
www.lrfairplay.com/Maritime_data/forecasting.html

LLoyds Register-Fairplay, Shipbuilding Market Forecasts, 2006, Tüm Sayılar
www.lrfairplay.com/Maritime_data/forecasting.html

SSMR, 2006. Shipping Statistics and Market Review, Institute of Shipping Economics and Logistics-ISL, Bremen, Germany, Nisan 2006.
www.isl.uni-bremen.de/products_services/publications/ssmr.shtml.en

SSMR, 1970-1980 Shipping Statistics and Market Review, Institute of Shipping Economics and Logistics-ISL, Bremen, Germany, Tüm Dergiler

UNCTAD, 1997-2006, Review of Maritime Transport, United Nations Conference on Trade and Development.

World Bank World Development Indicators, adjusted to 2000 base.

TÜRKTERMAP AR I, 2007 , Türkiye Tersaneleri Master Planı, Ara Rapor I ,2007, TLV, İstanbul

Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkelerde Ulaşım: Yenilenebilir Enerjiye Karşın Enerji Azal(t)ımı

Halim Ceylan

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik
Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Kınıklı 20017-Denizli
Tel: +90 2582953351
E-posta: halimc@pau.edu.tr

Mustafa Karasahin

Süleyman Demirel Üniversitesi,
Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat
Mühendisliği Bölümü, Çünür Kampusu,
Isparta
E-posta: mkarasahin@mmf.sdu.edu.tr

Soner Haldenbilen

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kınıklı
20017-Denizli
Tel: +90 2582953361
E-posta: shaldenbilen@pau.edu.tr

ÖZ

Dünya genelinde birincil enerji kaynaklarının yaklaşık beşte-biri, ulaştırma sektörü tarafından tüketilmektedir. Ayrıca bu sektör yaklaşık olarak aynı miktarlardaki sera gazları üretiminden de sorumludur. Gelecek yıllarda, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde hızla artan ulaşım talebi karşısında sera gazlarının etkisinin artışı daha kötü durumlara gelebilecektir. Sera gazlarının etkisinin azaltılabilmesi ve sektördeki enerji tüketiminin kontrol edilebilir hale getirilebilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırılması gerekliliği açıktır. Enerji tüketimi bir çok faktöre bağlı olup, arazi kullanımı, motor teknolojilerindeki gelişim, trafik yönetimi, yakıt fiyatlandırması bunlardan bazılarıdır. Çalışmada ulaşım sektöründe kullanılabilir yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli ve planlama yaklaşımları üzerinde durulmuştur. Bu amaçla Dünya Enerji Modeli (DEM)'in enerji tabanlı Ulaşım Talep Modülü (UTM) ülkemiz koşullarına göre düzenlenmiştir. Geliştirilen modeller yardımıyla tüm ulaştırma sistemlerinde gelecekte tüketilebilecek enerji miktarları projeksiyonu yapılmıştır. Sonuç olarak karayolu taşıtlarında yenilenebilir yakıt kullanan araç sayısı cinsinden senaryo hesaplanırsa sadece binek araçlar için 2020 yılında yaklaşık 2.5 milyon aracın yenilenebilir kaynaklarla çalışıyor olması gerekmektedir. Benzer senaryo sadece ticari araçlar için gerçekleştirilirse bu rakam %33 oranına ulaşmaktadır ve 1.5 milyon aracın yenilenebilir kaynaklarla çalışıyor olması gerekmektedir. Hesaplanan rakamlar incelendiğinde günümüzde bu tür araçların ülkemizde henüz kullanılmadığı göz önüne alınırsa enerji talebinin sürdürülebilirlik açısından yönetimi için kısa vadede önerilen birinci senaryonun daha etkin olacağı söylenebilir.

Anahtar Sözcükler: Yenilenebilir enerji kaynakları, ulaşım talep yönetimi, ulaşım sektörü enerji tüketimi

Giriş

Dünya genelinde birincil enerji kaynaklarının yaklaşık beşte-biri, ulaştırma sektörü tarafından tüketilmektedir (Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, DEK-TMK, 2006). Türkiye geliştirmekte olan bir ülke olarak gelişmiş ülkelere ait karakteristik özellikleri göstermektedir. Hızla artan nüfus ve gelişen ekonomi beraberinde araç sahipliğini ve ulaşım ihtiyacını hızla artırmaktadır. Şehir içi ulaşımda da motorlu taşıtların kullanımı ve yapılan yolculuk sayılarında hızlı bir artış görülmektedir. Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH)'da ki artışa bakıldığı zaman ekonomik parametrelerin artış hızının ulaşım talebinin gerisinde kaldığı görülür (Haldenbilen ve Ceylan, 2005).

1990-2004 yılları arasında final enerji tüketiminin sektörlere dağılımı incelendiğinde; 1990 yılında konut ve hizmetler sektörü %37 pay alırken, 2004 yılında bu sektörün payı %45'e ulaşmıştır. 2004 yılında konut ve hizmetler %30, ulaştırma %20 ve tarım %5 ile diğer sektörleri takip etmektedir. Oranlardan da görüleceği üzere 1990-2004 yılları arasında en fazla yıllık ortalama artış hızı sanayi sektöründe gerçekleşirken, en az artış da konut ve hizmetler sektöründe olmuştur. Tablo 1'den görülebileceği gibi 1990 yılında 8.7 Milyon ton eşdeğer petrol (Mtep) olan ulaştırma sektörü enerji tüketimi %63 artarak 2004 yılında 13.8 Mtep'e ulaşmıştır. Türkiye'de ulaştırma sektörü, gerek yolcu gerekse yük taşımacılığında karayolu ağırlıklı olup, sektörde tüketilen enerjinin çok büyük bir bölümü karayolunda kullanılmaktadır. 2004 yılı sonu itibariyle sektörün toplam enerji tüketiminin %84'ünü karayolu, %12'sini havayolu, %3'ünü denizyolu ve %1'ini ise demiryolu oluşturmuştur (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, ETKB, 2007).

Ulaştırma sektörünün, 1980'li yıllarda demiryolu ulaştırmasında kullanılan kömür daha sonraki yıllarda yerini elektrik enerjisine bırakmıştır. 2004 yılı itibariyle sektörde tüketilen ana yakıt petrol ürünleri olup, bir miktar doğal gaz ve elektrik enerjisi de tüketilmektedir. Ülkemizde son yıllarda ulaşımdan kaynaklanan çevre kirliliğinin önlenmesi amacıyla araçlarda LPG'nin tüketimi teşvik edilmiş ve bunun sonucunda ulaşımda tüketilen toplam petrol ürünleri içerisinde LPG'nin payında önemli artışlar görülmüştür. 2004 yılında toplam petrol ürünleri içerisinde LPG'nin payı %10 seviyelerine ulaşmıştır.

Tablo 1. Ulaştırma sektörü enerji kullanımı (Bin Tep)

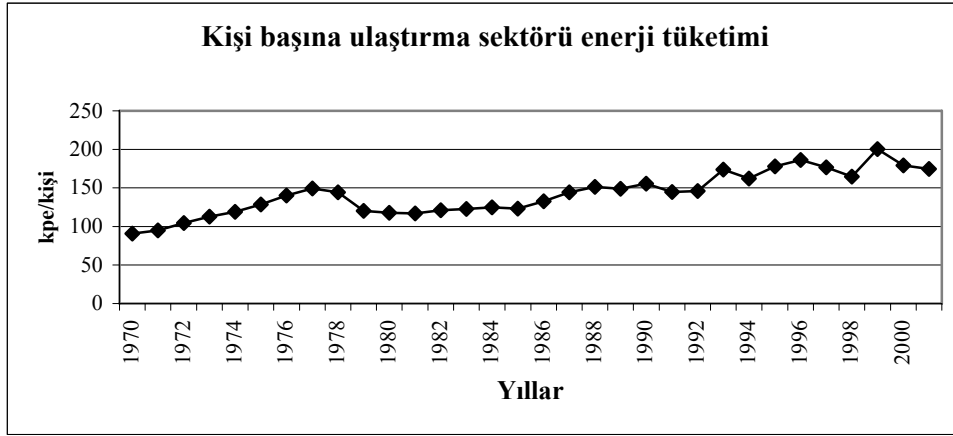
	1990		1995		2000		2001		2004	
	Tüketim	Pay (%)	Tüketim	Pay (%)	Tüketim	Pay (%)	Tüketim	Pay (%)	Tüketim	Pay (%)
Ulaştırma	8723	21	11066	22	12007	20	12000	22	13775	20

Kaynak: (ETKB, 2007)

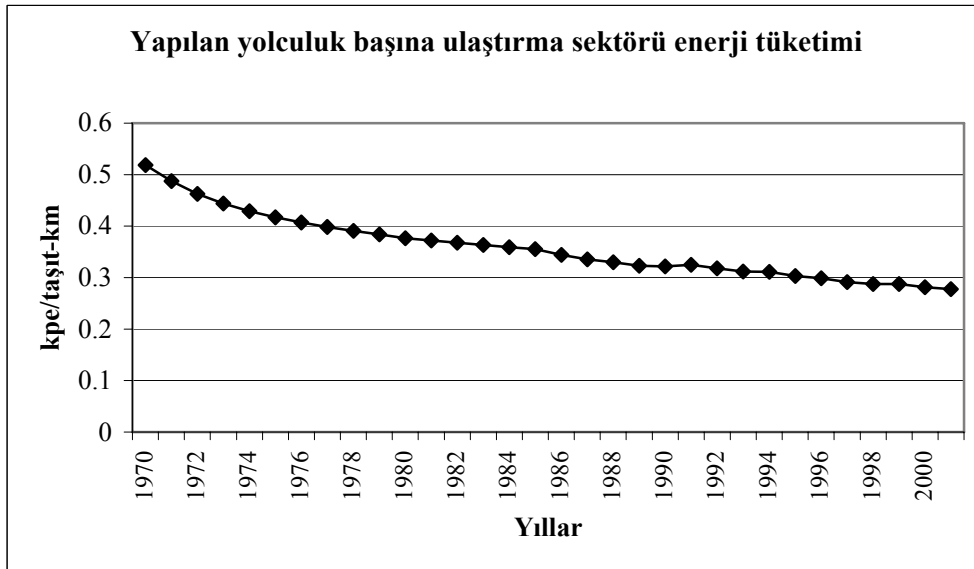
1990-2004 yılları arasında ulaştırma sektörünün toplam elektrik enerjisi tüketiminden almış olduğu payda önemli bir değişiklik olmamıştır. Benzer şekilde doğal gaz kullanımında da büyük bir değişim olmamasına rağmen 2004 yılında yaklaşık 4 Bin eşdeğer petrol (Btep)'lük bir kullanım söz konusudur (DEK-TMK, 2006).

Şekil 1 ve 2'de 1970 ve 2000 yılları arasında kişi başına ve taşıt-km başına tüketilen enerji miktarındaki değişim görülmektedir. 1970-2000 yılları arasında kişi başına sektörel enerji tüketimi yaklaşık 2 kat artmıştır, ancak toplam tüketimdeki payında ciddi bir değişiklik gözlenmemiştir. Yapılan taşıt-km başına tüketim ise enerji tüketimi azalım eğilimindedir. 1970 yılında 0.51 kpe/taşıt-km olan tüketim 2000 yılında 0.27

kpe/taşıt-km'ye düşmüştür. Bunun nedeni 1980'lerden sonra karayollarındaki standartların iyileşmesi, motor ve yakıt teknolojisindeki gelişmeler olarak düşünülebilir (Haldenbilen, 2003).



Şekil 1. Kişi başına sektörel enerji tüketimi



Şekil 2. Yapılan yolculuk başına sektörel enerji tüketimi (kpe/taşıt-km)

Türkiye'de yakıt tüketiminden kaynaklanan karbondioksit, CO₂, salınımları incelendiğinde 1970 yılında 41.581 bin ton olan CO₂ salınımlarını, 1990 yılında 142.727 ton'a ve 1998 yılında da 198.744 ton'a ulaşmıştır. Enerji denge çizelgelerinde verilen projeksiyon verileri kullanıldığında, CO₂ salınımının 2010 yılında 486.465 ton'a ulaşacağı ortaya çıkmaktadır. Öngörülen yakıt tüketimi tutarları gerçekleşirse, 1990 yılına göre 2010 yılında %241 oranında bir artış beklenmektedir. Yıllara göre sektörlerin yakıt tüketiminden kaynaklanan toplam salınım katkı payları incelendiğinde, 1970 yılında toplam CO₂ salınımlarının % 28'si enerji ve çevrim, %26'sı sanayi, %24'ü ulaştırma ve %22'si diğer sektörlerden kaynaklanırken, bu oranlar 1990 yılında % 36 enerji ve çevrim, %26 sanayi, %19 ulaştırma ve %19 sektörler olarak gerçekleşmiştir. 2010 yılında ise, enerji ve çevrim sektörünün payındaki artışın devam ederek %46'ya, ulaşması beklenmektedir. 2010 yılında, sanayi, ulaştırma ve diğer sektörlerin beklenen payları ise sırasıyla, %27, %16 ve %11 olarak hesaplanmıştır (Petrol Ürünleri Özel İhtisas Komisyonu Raporu, PÜÖİKR, 2000).

Gelecek yıllarda en önemli salınım kaynağının enerji ve çevrim sektörü olacağı ve 2010'larda toplam salınımın yaklaşık yarısının bu sektörden kaynaklanacağı öngörülmektedir. Bu sebeple, sera gazlarının etkisinin azaltılabilmesi ve sektördeki enerji tüketiminin kontrol edilebilir hale getirilebilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırılması ve ulaşım talebinin yönetilmesi gerekliliği açıktır.

Ülkemiz Yenilenebilir Enerji Durumu

Ülkemizde 2004 yılında hidrolik dahil, yenilenebilir enerji kaynakları üretim ve tüketimi 10.8 Mtep olarak gerçekleşmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları, toplam kömür üretiminden sonra en fazla üretime sahip kaynaklardır. Yenilenebilir enerji kaynakları arzının yaklaşık 5.5 Mtep kısmını biyokütle oluşturmaktadır. Ticari olmayan kaynaklar olarak adlandırılan biyokütlenin büyük çoğunluğunu odun teşkil etmekte olup, bu kaynaklar özellikle ısınma amaçlı olarak doğrudan yakılarak tüketilmektedirler. Geri kalan yenilenebilir enerji kaynağının da büyük çoğunluğunu hidrolik enerji oluşturmaktadır. Hidrolik enerji 2004 yılında toplam elektrik enerjisi üretiminin %31'ini sağlamıştır (DEK-TMK, 2006).

Avrupa Birliğinin 2003/30/EC Direktifi 2005 sonunda piyasaya arz edilen fosil yakıtlarına %2 oranında biyoyakıt konulması zorunluluğunu getirmiştir. Her yıl bu oran; 2006 yılında %2.75, 2007 yılında %3.50, 2008 yılında % 4.25, 2009 yılında %5,00, 2010 yılında %5.75 olması hedeflenmektedir. Bu yüzden, 2005 yılı verilerine göre yılda 12 milyon ton motorin kullanan Türkiye'nin 2005 yılı verilerine göre 240 bin ton, 2006 yılı verilerine göre ise 330 bin ton biyodizeli ulaşımda kullanması gerekmektedir. 2010 yılına kadar ulaşımda kullanılan motorin miktarı değişmez ise 2010 yılında kullanılması gerekli biyodizel miktarı 690 bin ton olacaktır (Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu, EÖİKR, 2006).

Hidrojen bilinen tüm yakıtlar içerisinde birim kütle başına en yüksek enerji içeriğine sahiptir. Isı ve patlama enerjisi gerektiren her alanda kullanımı temiz ve kolay olan hidrojenin yakıt olarak kullanıldığı enerji sistemlerinde, atmosfere atılan ürün sadece su ve/veya su buharı olmaktadır. Hidrojen petrol yakıtlarına göre ortalama 1.33 kat daha verimli bir yakıttır. Hidrojenden enerji elde edilmesi esnasında su buharı dışında çevreyi kirletici ve sera etkisini artırıcı hiçbir gaz ve zararlı kimyasal madde üretimi söz konusu değildir. Araştırmalar, mevcut koşullarda hidrojenin diğer yakıtlardan yaklaşık üç kat pahalı olduğunu ve yaygın bir enerji kaynağı olarak kullanımının hidrojen üretiminde maliyet düşürücü teknolojik gelişmelere bağlı olacağını göstermektedir. Dünyanın giderek artan enerji gereksinimini çevreyi kirletmeden ve sürdürülebilir olarak sağlayabilecek en ileri teknolojinin hidrojen enerji sistemi olduğu bugün bütün bilim adamlarınca kabul edilmektedir. Hidrojen içten yanmalı motorlarda doğrudan kullanımının yanısıra katalitik yüzeylerde alevsiz yanmaya da uygun bir yakıttır. Ancak dünyadaki gelişim hidrojeninin yakıt olarak kullanıldığı yakıt pili teknolojisi doğrultusundadır.

Avrupa Enerji Şartı Konferansı Nihai Senedi, Enerji Şartı Antlaşması ve Ekini Teşkil Eden Kararlar ile Enerji Verimliliği ve İlgili Çevresel Hususlar Protokolü 2000 yılında yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Söz konusu protokolün hedefi; enerji faaliyetlerinin, üretimden nihai tüketime kadar olan tüm safhalarda enerji verimliliğini artırmak ve

çevresel tahribatı en az düzeye indirmektir. Sözleşmeyi imzalayan ülkelerden, kendi özel durumlarına uygun enerji verimliliği strateji ve politikalarını belirlemeleri, enerji verimliliği plan ve programları geliştirmeleri ve yasal ve kurumsal yapılarını oluşturmaları gibi önlemleri almaları beklenmektedir. Bu kapsamda Enerji Verimliliği Stratejisi hazırlanarak yayımlanmış, yasal ve kurumsal yapının geliştirilmesine yönelik ise Enerji Verimliliği Kanun Tasarısı Taslağı hazırlanmıştır.

Enerji yoğunluğu, Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) başına tüketilen birincil enerji miktarını temsil eden ve tüm dünyada kullanılan bir göstergedir. Bu gösterge içinde, ekonomik fayda, enerji verimliliğindeki artış veya azalma ve yakıt ikamesindeki değişimler ile birlikte ifade edilmekte ve bu değişimler tek tek bu gösterge içinden ayırt edilememekle birlikte, dünyada enerji yoğunluğu, enerji verimliliğinin takip ve karşılaştırılmasında yaygın olarak kullanılan bir araçtır.

Ülkemiz enerji yoğunluğunun OECD'nin gelişmiş ülkeleri ile karşılaştırıldığında oldukça yüksek ve kişi başına enerji tüketiminin de OECD ortalamasının 1/4'ü civarında olduğu görülmektedir. Türkiye'nin enerji yoğunluğu 0.38 iken gelişmiş ülkelerden; Japonya 0.09, Danimarka 0.10, Almanya 0.13, İtalya 0.14 ve Fransa 0.15 gibi enerji yoğunluğu değerine sahiptir. Çoğu trilyon dolar mertebesinde GSYİH üreten bu ülkeler, söz konusu hasılayı sağlayan üretimlerini bize kıyasla çok daha az enerji tüketimiyle gerçekleştirmektedirler. Kişi başına enerji tüketimimizin diğer gelişmiş ülkelere göre daha düşük olması, önümüzdeki kalkınma sürecinde kişi başına enerji tüketiminde hızlı bir artışın olacağını işaret etmektedir (EÖİKR, 2006).

Avrupa Birliği enerji verimliliğinde 1990-2002 yılları arasında yaklaşık %10 civarında yıllık bazda ise %0.8 oranında iyileşme sağlamıştır. Tüm verimlilik indeksi %90'a düşmüştür. Ulaşım sektöründe enerji verimliliğindeki iyileşme 1990 yılından bu yana %7'dir. Otomobillerde 100 km'de litre cinsinden yakıt tüketimleri (%0.7/yıl) düzenli olarak düşmektedir. Buna ilave olarak 1995 yılından bu yana yeni araçlar için bu oran araç büyüklüğüne bağlı olarak değişiklik göstermekle birlikte, %1.7/yıl olarak gerçekleşmektedir. Taşıma amaçlı kullanılan araçlarda ise 1993 yılından bu yana herhangi bir değişim olmamıştır. Tüm bunlara ilaveten Avrupa Birliğinde 2020 yılına kadar enerji verimliliğinde %20 oranında ilave bir iyileşme hedeflenmektedir. Ulaşım sektöründe yüksek yakıt tüketimine sahip taşıtların ve eski araçların ağırlıklı olarak kullanılması ve yeterince yaygınlaşmamış ve modernleşmemiş toplu taşıma sektöründeki enerji kayıplarına yol açmaktadır (EÖİKR, 2006).

Ulaşım sektöründe enerji tüketiminin %99'dan fazlasını petrol ürünleri teşkil etmekte olup enerji tüketimi açısından tamamen ithal kaynağa bağımlıdır. Özellikle gelişmiş ülkelerde nihai enerji tüketimi içinde payı sürekli artma eğiliminde olan ulaştırma sektörü, önemli bir sera gazı emisyon üreticisi olarak görülmektedir. IEA World Energy Referans senaryosu bu sektörün CO₂ emisyon oranını 2030 yılına kadar %50 oranında arttırarak büyüyeceğini öngörmüştür. Bu nedenle de Kyoto Protokolü taahhütleri için tedbirlerin yoğunlaştırıldığı bir sektördür (IEA-WEO, 2004).

Ülkemizde yakın zamanda tüketime sunulan kurşunsuz benzin tüketimi 2004 yılında 1.5 milyon ton seviyesine ulaşmıştır. Ulaştırmadan kaynaklanan kirliliğin azaltılması amacıyla araçların yakıt tüketim sistemlerinin benzinden LPG'li sisteme dönüştürülmektedir. Ankara ve İstanbul'daki taksilerin yaklaşık %80'i benzinden

LPG'ye dönüştürülmüştür. Bunlara ilave olarak aynı illerde bazı otobüsler doğal gaz yakıtı kullanmaktadır ((EÖİKR, 2006).

Kullanım süreçleri boyunca düşük miktarlarda CO₂ emisyonu üretecek petrol ve dizel yakıtlara alternatif birçok yakıt türü geliştirilmektedir. Bunlardan km-eşdeğer yakıt tüketimine bağlı olarak %50'ye varan oranlarda CO₂ emisyonunu azaltabilecek sadece 4 yakıt türü seçeneği bulunmaktadır. Bunlar;

- Alkol türevli biyokütle (etenal ve metanol);
- Bitkilerden elde edilen biyodizel;
- Hidrojen enerji; ve
- Doğal gazdan elde edilen elektrik enerjisi.

Yukarıdaki alternatif yenilenebilir kaynaklardan üretilen enerji geleneksel yakıtlara göre pahalı olup, ilk yatırım maliyetleri oldukça yüksektir. Biyodizel üretiminde kullanılacak olan bitkiler yetiştirilmesi aşamasında yüksek oranlarda su gerektirmektedir.

Sektörel Enerji Talebinin Belirlenmesi

Enerji talebinin belirlenmesi için Dünya Enerji Modeli'nde (DEM) kullanılan araç sahipliği sayısından yola çıkılarak kullanılan tümevarım yaklaşımı seçilmiştir. Bu modelde 1000 kişi başına araç sayısı S şeklindeki Gompertz fonksiyonu ile tanımlanmıştır. Denklem 1'de verilen bağıntıda V_t 1000 kişi başına düşen araç sayısı, y doygunluk seviyesi, GDP kişi başına gelir (\$), a ve b ise katsayıları ifade etmektedir. Çalışmada ticari taşıtlar ve özel araçlar ayrı ayrı ele alınmış ve ticari taşıtlar için doygunluk seviyesi 80, özel araç için ise 400 alınarak denklem çözülmüş ve 2-3 no'lu bağıntılar elde edilmiştir. Şekil 3'deki grafikte ise model ve gözlem değerleri verilmiştir.

$$V_t = y * e^{a * e^{b * GDP_t}} \quad (1)$$

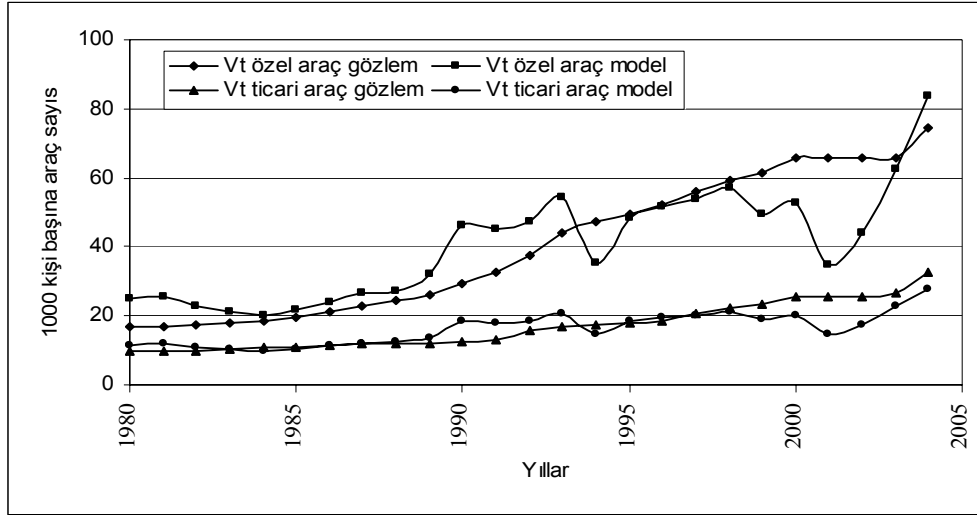
$$V_t = 400 * e^{-3.91 * e^{-0.0002 * GDP_t}} \quad \text{özel araç sahipliği modeli} \quad (2)$$

$$V_t = 80 * e^{-3.12 * e^{-0.0002 * GDP_t}} \quad \text{ticari araç sahipliği modeli} \quad (3)$$

Taşıt cinsine göre yapılan yolculuk uzunluklarına bakıldığında, son 11 yılda ortalama olarak şehirler arası yapılan toplam taşıt-km'nin içinde otomobilin oranı %58'dir (Karayolları Genel Müdürlüğü, KGM, 2000). Gelecek yıllarda bu oranın %65'leri bulacağı kabul edilirse yıllık ortalama olarak şehirlerarasında otomobille yapılan yolculukların uzunluğu 6000-7000 km arasında kalacaktır. AB ortalaması yaklaşık 11.00-12000 otomobil-km/yıl'dır (Banister ve diğerleri, 2000). Türkiye'de şehir içi ulaştırmada otomobil kullanımı dikkate alındığında otomobil ile yapılan seyahat uzunluğunun AB değerlerine ulaşacağı hesaplanmıştır (Haldenbilen, 2003).

Yukarıdaki denklemler yardımı ile oluşturulan araç sahipliği modellerinde gelir için yıllık %4 büyüme hedefi ile gelecek yıllardaki araç sahipliği değerleri bulunmuştur. Buna göre 2020 yılında otomobil sahipliğinin %19, ticari araç sahipliğinin ise %4

olması beklenebilir. Araç sayılarından yapılan toplam yolculuk miktarını belirlemek için Haldenbilen'in (2003) geliştirdiği model sonucunda elde ettiği ortalama yıllık seyahat mesafeleri dikkate alınmıştır. Toplam yolculuk talebinin belirlenmesinin ardından şehirler arası karayolu taşımacılığını temel alan enerji modeli sonucunda elde edilen birim tüketim rakamları taleple çarpılarak toplam sektörel enerji talebi belirlenmiş ve Tablo 2'de karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Birim tüketim motor teknolojisindeki gelişmeler, yollardaki geometrik standartların iyileşmesi ve yakıt teknolojisindeki ilerlemeler dikkate alındığında azalan bir eğilim içindedir. 1980'li yıllara göre azalma miktarında bir düşüş görülse de beklenen olumlu gelişme hesaplamalarda dikkate alınmıştır.



Şekil 3. DEM model ve gözlem değerleri

Tablo 2. Sektörel enerji talebinin geliştirilen modeller ile karşılaştırılması

Yıllar	Sektörel enerji Talebi (Bin tep)		
	DEM	Haldenbilen (2003)	ETKB
2005	16.97	17.04	19.58
2010	20.43	21.20	23.26
2015	26.16	26.06	27.48
2020	33.49	31.63	32.48

Sektörel Enerji Talebinin Yönetimi

Sektörel enerji talebinin yönetimi için 2 farklı senaryo geliştirilebilir. Bunlar;

- I. Yenilenebilir enerji kaynakları kullanım oranını yükseltmek; ve
- II. Ulaşım talebini toplu taşımacılığa yöneltmek.

Her iki senaryoda uygulanması oldukça zor ve pahalı gözükmekle birlikte sürdürülebilir enerji politikaları için bu iki senaryonun da uygulamaya sokulması gereklidir. I. senaryo için kullanımdaki araç stoğunun alternatif enerjilere yönlendirilmesi gerekliliği vardır. Halen ülkemiz için bu tür bir araç kullanımı söz konusu değildir.

Diğer enerji talep yönetim şekli, beklenen ulaşım talebinin karayollarından, enerji verimli sistemler olan demiryolu gibi toplu taşıma sistemlerine aktarılması şeklinde gerçekleştirilmesidir. Her iki senaryonun karşılaştırılabilmesi için bu senaryoda hesaplanan karayolu ulaşım talebinin %10'luk kısmının diğer ulaşım sistemlere kaydırıldığı kabul edilmiştir. Buna karşılık gelen yenilenebilir enerji kullanan araç sayıları hesaplanmış ve tartışılmıştır.

Tablo 3'de beklenen şehirlerarası seyahat talebinin %10'luk kısmının demiryollarına kaydırılması ile elde edilen kazanım ortaya konmuş ve aynı tasarrufu sağlamak için araç stoğunda yapılması gereken değişim ise Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 3. Ulaşım talebinin her yıl %10'luk kısmının demiryoluna aktarılması durumunda enerji kazanımı

Yıllar	Beklenen Enerji Talebi	Yönetilen Enerji Talep	Enerji Tasarrufu
2005	16.97	15.27	0.10
2010	20.43	18.39	0.10
2015	26.16	23.55	0.10
2020	33.49	30.14	0.10

Tablo 3. Eşdeğer tasarruf sağlamak için araç stoğunda yapılması gereken değişiklik

	Beklenen araç sayısı	İndirilmesi gereken değer(özel)	Beklenen araç sayısı	İndirilmesi gereken dğer (Ticari)
2010	9.244.781	7.854.802	2.793.119	1.959.131
2015	12.950.483	11.054.227	3.604.464	2.466.710
2020	17.758.277	15.221.693	4.568.984	3.047.033
	Fark	Değişim (%)	Fark	Değişim (%)
2010	1.389.979	15	833.988	30
2015	1.896.256	15	1.137.753	32
2020	2.536.584	14	1.521.951	33

Tablo 3 ve 4'ten görülebileceği gibi ulaşım talebinin demiryollarına yönlendirilmesi ile enerji tasarrufu arasında doğrusal bir ilişki ortaya konmuştur. Demiryolu sisteminin düşük kapasite ile çalışıyor olması kısa ve orta vadede ulaşım talebini yönlendirme açısından daha akılcı gözükmetedir. Benzer tasarrufu karayolu taşıtlarında yenilenebilir yakıt kullanan araç sayısı cinsinden hesaplayacak olursak sadece binek araçlar için 2020 yılında yaklaşık 2.5 milyon aracın yenilenebilir kaynaklarla çalışıyor olması gerekmektedir. Benzer senaryo sadece ticari araçlar için gerçekleştirilirse bu rakam %33 oranına ulaşmaktadır ve 1.5 milyon aracın yenilenebilir kaynaklarla çalışıyor olması gerekmektedir. Hesaplanan rakamlar incelendiğinde günümüzde bu tür araçların ülkemizde henüz kullanılmadığı göz önüne alınırsa enerji talebinin sürdürülebilir açıdan yönetimi için kısa vadede ilk yöntemin daha etkin olacağı söylenebilir.

Sonuç ve Öneriler

Enerji gereksiniminin hızla arttığı ülkemizde ulaştırma sektörünün aldığı pay ile piyasadaki en önemli sektörlerden biridir. Sektördeki enerji verimliliğini arttırmak ve enerji tasarrufu sağlayarak hem salınımların azaltılması açısından hem de sürdürülebilir gelişmenin sağlanabilmesi açısından son derece önemlidir. Bu amaçlara ulaşabilmek için akla gelen iki yol çalışmada incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Hedeflere ulaşabilmek için ulaşım talebinin yönetimi ile dolaylı olarak sağlanacak faydanın, araç stoğundaki yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan araç sayısının artırılması yolundan daha etkin ve gerçekçi olduğu belirlenmiştir. Ancak her iki uygulamanın enerji tasarrufu ve sürdürülebilirlik açısından sektörel bazda çok önemli olduğu bir gerçektir. Bu nedenle kısa ve orta vadede ulaşım talebinin yönetimi başta olmak üzere diğer enerji verimliliği artırıcı yöntemlerin vakit kaybetmeden uygulamaya sokulması, teşvik edilmesi gereklidir.

Gerek teknolojik gelişmeler gerekse potansiyelin belirlenmesi noktasında ülkemiz için yenilenebilir enerji kaynaklarının ulaştırma sektörü için kısa ve orta vadede doğrudan kullanımı olası görülmemektedir. Ancak toplan enerji üretimi içinde paylarını arttırmaları ve dolaylı yoldan özellikle toplu taşıma olmak üzere ulaştırma sektöründe kullanım orta vadede olası gözükmemektedir. Özellikle yerel kaynaklar kullanılarak şehir içi toplu taşıma sistemlerinde elektrik enerjisi şeklinde yenilenebilir kaynakların kullanımı yerel yönetimlerce de analiz edilerek değerlendirilmelidir. Hidrojen ise ulaştırma sektörü için en uygulanabilir çözümlerin üretildiği kaynak türüdür.

Ulaşım sektöründeki yakıt ekonomisi taşıt verimliliği ve teknolojinin ötesindedir. Uzun vadede çözüme, şehir planlaması ve onunla bütünleşen toplu taşımacılığın payının artırılmasıyla ulaşılabilir. Sonuç olarak; ülkemizde de ulaşımda enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik olarak yurt içinde üretilen araçların birim yakıt tüketimlerinin düşürülmesine, araçlarda verimlilik standartlarının yükseltilmesine; toplu taşımacılığın yaygınlaştırılmasına, gelişmiş trafik sinyalizasyon sistemlerinin kurulmasına, yüklerin karayolu dışındaki ulaştırma tipleri ile taşınmasının özendirilmesine yönelik çalışmaların etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Önümüzdeki 30 yıl içinde karayolu taşımacılığı temelde petrole bağımlı olmaya devam edecektir. Mevcut taşıma sistemlerine yapılan yüklü yatırım ve bu sistemlerin toplum için taşıdığı değer, anılan sistemlerin daha uzun bir süre kalıcı olacağı anlamını taşımaktadır. Bu nedenle taşıt tasarımında yapılacak iyileştirmelerin yanı sıra alternatif yakıtlar, verimliliği arttırmada ve zararlı emisyonları azaltmada önemli rol oynayabilir.

Sürdürülebilir gelişme ve sektörlerin çevresel etkilerinin önem kazandığı bu dönemde sektörel bazda enerji verimliliğinin sağlanması aynı zamanda Kyoto Protokolüne taraf olmamız durumunda ulaştırma sektörü açısından salınım hedeflerinin indirgenmesi içinde en etkin yöntem olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma TUBİTAK tarafından desteklenen 104I119 No'lu proje kapsamında yapılmıştır. Verdiği destek için TUBİTAK'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Banister, D., Stead, D.ve Steen, P., (2000) European Transport Policy and Sustainable Mobility, Spon Press, ISBN 0-415-231892, 255 s., London and New York.

DEK-TMK, (2006) Dünya Enerji Konseyi, Türk Milli Komitesi, *Enerji İstatistikleri*. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Ankara.

ETKB, (2007). Enerji Bakanlığı, <http://www.enerji.gov.tr>.

EÖİKR, (2006). *Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, DPT, Ankara,

Haldenbilen, S., (2003).Genetik Algoritma Yaklaşımı İle Türkiye İçin Sürdürülebilir Ulaştırma Göstergelerinin Analizi ve Planlanması, PAU Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli,

Haldenbilen, S. ve Ceylan H, (2005). The developmnet of a policy for road tax in Turkey, using a genetic algorithm approach for demand estimation, *Transportation Research* 39A, 861-877

IEA-WEO, (2004). *International Energy Agency-World Energy Outlook 2004*. OECD/IEA, Head of Publications Service, OECD, Fransa.

KGM (TCK) (2000). Türkiye Karayolları İstatistik Yıllığı 1999-2000, Bayındırlık Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara.

PÜÖİKR, (2000). Petrol Ürünleri Özel İhtisas Komisyonu Raporu, VIII. BYKP, DPT, Ankara.

Yerel Yönetimlerde Ulaştırma Birimi Organizasyonu İçin Model Önerileri

Yetiş Şazi Murat

Yrd. Doç. Dr. PAÜ., Müh. Fak., İnş. Müh.
Bölümü, Kınıklı, Denizli
e-posta: ysmurat@pau.edu.tr

Halim Ceylan

Doç. Dr. PAÜ., Müh. Fak., İnş. Müh.
Bölümü, Kınıklı, Denizli, e-posta:
halimc@pau.edu.tr

Soner Haldenbilen

Yrd. Doç. Dr. PAÜ., Müh. Fak., İnş. Müh. Bölümü, Kınıklı, Denizli,

Öz

Yerel yönetimlerin yetki ve sorumluluk sınırları, yeni yapılan yasal düzenlemeler ile artırılmış, bu nedenle yerel yönetimlerde, bazı teknik birimlerin organizasyonu ile ilgili sorunlar daha belirginleşmiştir. Özellikle trafik denetimi, yönetimi ve ulaşım planlaması ve koordinasyonu ile ilgili sorunların acilen önlem alınmaması halinde daha fazla artacağı beklenmektedir. Sağlıklı, nitelikli ve kullanılabilir verilerin toplanması, derlenmesi ve çeşitli zamanlarda güncellenmesi, planlama ve analiz açısından oldukça önem taşımakta ve bu konularda ortaya çıkan sorunlar, yetersiz organizasyona ve nitelikli eleman eksikliğine dayanmaktadır. Sürdürülebilir ulaşım planlaması ve trafik yönetimi için yerel yönetimlerde yetkin ve özel eğitimli teknik personele gereksinim duyulmaktadır.

Söz konusu teknik elemanların, planlamacılar ve karar vericiler arasında gerekli bağlantıyı sağlayabilmek, teknik olarak bazı temel ulaşım etütleri ve planlamaları koordine edebilmek, stratejik planlamalar gerçekleştirebilmek ve sonuçları değerlendirebilmek gibi yetenek ve niteliklere sahip olması gerekmektedir. Ayrıca, inşaat mühendisliği, şehir ve bölge planlaması, mimarlık, elektronik mühendisliği, istatistik, işletme gibi pek çok disiplinlerden, ulaşım ve trafik mühendisliği ve kent planlaması konularında uzmanlaşmış olmaları zorunludur.

Bu çalışmada, ülkemizdeki çeşitli ölçekteki kentlerden örnekler alınarak, yerel yönetimlerdeki ulaşım ve trafik merkezlerinin mevcut durumu incelenmiştir. Ulaştırma biriminin organizasyonu ile ilgili sorunlar tartışılmış ve bazı modeller geliştirilmiştir. Sonuç olarak, ülkemizdeki yerel yönetimlerde bulunan ulaşım birimlerinin düzensiz bir biçimde yapılandığı ve kentlerin artan ulaşım sorunları karşısında etkin ve yeterli hizmet verebilmesi amacıyla yeniden düzenlenmesi gerektiği belirlenmiştir. Büyükşehirler, büyükşehir olmaya aday orta ölçekli kentler ve küçük ölçekli kentler olmak üzere üç ayrı kent sınıfı için birim organizasyon modelleri önerilmiştir. Ayrıca yurtdışındaki uygulamalardan örnekler alınarak, organizasyon modellerinde bulunması gereken elemanların nitelikleri ve görevleri ile ilgili öneriler detaylandırılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Yerel Yönetimler, Ulaştırma, Birim, Organizasyon, Model.

Giriş

Kentlerin öncelikli sorunlarından olan ulaşım ve trafik sorununun nedenleri irdelendiğinde, sorunun yanlış uygulamaların ötesinde olduğu anlaşılmaktadır. Planlama ve buna bağlı olarak gelişen organizasyon eksikliklerinin, söz konusu soruna temel oluşturduğu düşüncesi ortaya çıkmaktadır.

Kentlerin imar planları ile ilgili sorunları ulaştırma sorunlarını doğurmaktadır. Özellikle ulaşım ile ilgili herhangi bir plana sahip olmayan kentlerde, geçici veya kısa dönemli ve eşgüdüksüz çözümler, sorunu paradoks haline dönüştürmektedir. Söz konusu plan eksiklikleri ve eşgüdüksüz, kısa vadeli çözüm önerilerinin ana nedeni ise önemli ölçüde organizasyon eksikliklerine ve yerel yönetimlerdeki karar destek birimlerinin yetersizliğine dayanmaktadır. Bu sorunlar bazı araştırmalarda vurgulanmış ve çözüm önerileri getirilmiştir (Evren, 1995).

Yerel yönetimlerdeki yapılanma çizelgeleri düzensizlikler içermekte ve yüzyılın gelişmelerine yanıt verememektedir. Mevcut organizasyon çizelgelerinde ciddi eksiklikler bulunmakta, çizelge olarak doğru olan organizasyonlarda ise işlev açısından sorunlar görülmektedir. Karşılaşılan sorunlar sınıflandırılmamakta, konu hakkında yeterince eğitime veya bilgiye sahip olmayan elemanlar tarafından çözülmek istenmekte ve çoğunlukla, geçici, yeterli olmayan, daha büyük sorunları beraberinde getiren çözümler üretilmektedir. Burada önemle vurgulanması gereken nokta; ortaya çıkan aksaklıklar ile ilgili asıl sorumluluğun, teknik elemanlardan çok, yanlış veya yetersiz kurulan yapılanmaya ait olduğudur.

Yerel Yönetimlerde Organizasyon Ve İlgili Sorunlar

Belediyelerde eleman istihdamı ve organizasyon ile ilgili olarak, 5393 Sayılı Belediye yasasında bazı yeni kurallara yer verilmiştir. Buna göre, belediye örgütünün, norm kadroya uygun olarak; yazı işleri, mali hizmetler, fen işleri ve zabıta birimlerinden oluşacağı belirtilmiştir (Keleş, 2006). Bununla birlikte, beldenin nüfusu, fiziki ve coğrafi yapısı, ekonomik, sosyal ve kültürel özellikleri ile gelişme durumu hesaba katılarak, norm kadro dizgesine uygun olarak, gerektiğinde, sağlık, itfaiye, imar, insan kaynakları, hukuk işleri ve gereksinmelere göre başka birimlerin de oluşturulabileceği gösterilmiştir (Toprak, 2006; Tamer, 2007). Fakat bu birimlerde görev alacak eleman sayısı ve nitelikleri ile alt birim yapısı hakkında bir öneri getirilmemiştir. Bu yeni birimlerin kurulması, kaldırılması, ya da birleştirilmesi belediye meclisinin kararıyla yapılabilir. Ayrıca yasa, gereksinime göre uzman ve teknik personelin sözleşmeli çalıştırılmasına da olanak tanımaktadır.

Bu yasa kapsamında çerçevesi çizilen ulaşım birimleri ülkemizde çok değişken biçimlerde organize olmuştur. Karşılaşılan sorunlar dikkate alındığında, söz konusu organizasyonların yeterince sağlıklı çalışmadığı/çalışmadığı söylenebilir. Bu organizasyon düzensizliklerine dayalı sorunları aşağıdaki ana başlıklardaki gibi sıralamak olasıdır.

- Envanter ve veri kaydı sorunu
- Karşılaşılan problemlerin değerlendirilememesi sorunu
- Probleme dayalı çözüm üretimi sorunu

- Birimler arası iletişim sorunu
- Yer değiştirme nedeni ile deneyim aktarımı sorunu
- Deneyimsiz ve uzman olmayan eleman atanması sorunu
- Çalışma sistemi nedeni ile verim ve motivasyon sorunu

Yukarıda ifade edilen sorunların önemli bir kısmının, çalışma kapsamında önerilen organizasyon modelleri ile çözülebileceği düşünülmektedir. Burada unutulmaması gereken bir diğer husus ise, önerilen organizasyon çizelgelerindeki elemanların tamamen uyumlu ve verimli çalışacağı kabulüdür.

Çalışmada Türkiye’den farklı büyüklükteki 3 ilimizin organizasyon yapılanması aşağıda özetlenmiştir.

Adana: Bu ilimizde Ulaşım ile ilgili birimler 5 ayrı daire başkanlığı bünyesinde faaliyet göstermektedir. Yol ve Trafik sinyalizasyon hizmetleri, Fen İşleri’ne, Asfalt, Makine İkmal dairesine, Raylı sistemler Ulaşım daire Başkanlığına, Otobüs, otopark ve otoparklar, İşletme ve İştirakler dairesine, ulaşım koordinasyonu ise Strateji geliştirme dairesine bağlı olarak yürütülmektedir(<http://www.adana.bel.tr>).

Antalya: Altyapının bakım ve onarım hizmetleri Fen İşleri dairesince, trafik, toplu taşımacılık ve Ukome ise Ulaşım dairesi başkanlığı tarafından yönetilmektedir (<http://www.antalya.bel.tr>).

Manisa: Ulaşım sistemlerinin bakım onarım ve yönetimi, Fen İşleri, BESOT A.Ş. ve Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğü birimleri tarafından gerçekleştirilmektedir (<http://www.manisa.bel.tr>).

Organizasyon Modelleri

Yerel yönetimlerde ulaştırma birimi organizasyon modelleri için öncelikle ülkemizdeki kentler nüfus ve sosyoekonomik yapı itibarı ile büyük, orta ve küçük ölçekli olarak üç sınıfta ele alınmıştır. Organizasyon model önerilerinde, mevcut yerel yönetimler yasası göz önünde bulundurulmuştur. Çalışmada, mevcut yasa kapsamında yeni eleman istihdamı ile ilgili sorunların çeşitli yöntemler ile aşılabileceği kabul edilmiştir.

Büyükşehir Organizasyon Modeli

Büyükşehirlerin organizasyonu ile ilgili olarak 5216 sayılı kanunda detaylı bir öneri getirilmemiştir. Mevcut yasada, Büyükşehir belediye teşkilatının, norm kadro esaslarına uygun olarak, genel sekreterlik, daire başkanlıkları ve müdürlüklerden oluşacağını, birimlerin kurulması, kaldırılması veya birleştirilmesinin Büyükşehir belediyesi meclisinin kararı ile gerçekleşeceğini hükme bağlamaktadır (Eken ve Şen, 2006). Mevzuatta, daire başkanlığı ve müdürlüklerin sayısı ve isimleri ile ilgili bir düzenleme bulunmaması, Büyükşehirlerin özerk bir şekilde, ihtiyaçlarına uygun ve esnek bir örgütlenmeye gidebilmelerine olanak tanımaktadır. Ülkemizdeki büyükşehirlerde, ulaşım birimi organizasyonu için çeşitlilikler mevcuttur. Örneğin İstanbul için mevcut olan organizasyon çizelgesi İzmir kentinden farklıdır. Sadece yasada belirtilen UKOME gibi bazı merkezlerin kurulma zorunluluğu nedeni ile benzerlikler görülmektedir.

Büyükşehirler için önerilen organizasyon çizelgesinde, kentin genel olarak tüm ulaşım aktivitelerinden sorumlu olacak biçimde bir adet ulaşım dairesi başkanlığı ve buna bağlı olan beş alt birim önerilmiştir (Şekil 1). Bunlar; trafik, araştırma-planlama-koordinasyon, lojistik, üstyapı ve toplu taşımacılık birimleridir. Söz konusu birimlerin alt birimleri ve her bir birimde görev alması düşünülen teknik elemanlar aşağıda açıklanmıştır.

Trafik Birimi

Görev ve Yetkileri: Bu birim, kentlerin başlıca sorunu olan trafik yönetimi ile ilgili tasarım ve uygulama çalışmaları yapmak üzere kurulmalıdır. Yatay ve düşey trafik işaretlemeleri, her türlü (sinyalize, sinyalize olmayan, köprülü, denetimsiz, yuvarlak ada v.b.) kavşak tasarımı ve uygulamaları, trafik sayım ve etütleri, yayalar ve engelliler için özel tasarımlar yapmak gibi uygulamalı görevler bu birimin sorumluluğunda olmalıdır.

Toplanacak Veriler: Ana trafik aksları, sinyalize ve sinyalize olmayan tüm kavşaklardaki trafik hacim verileri, yatay ve düşey trafik işaretlemeleri ile ilgili detay verileri (altı aylık yapılabilir, tekrarlı olmalıdır). Yaya yoğunluğu olan bölgelerde yaya hacim sayımları (iş ve tatil günlerinde, zirve ve zirve dışı saatlerde) yapılmalıdır.

İnsan Kaynakları: Birim Sorumlusu (İnşaat Yüksek Mühendisi- Trafik mühendisliği konusunda uzman olmalı, trafik etütleri, trafik yönetimi ve ulaşım planlaması konularında yeterli bilgi sahibi olmalıdır) ve birim bünyesinde elektronik müh., bilgisayar müh. gibi elemanlar da yer almalıdır.

Yukarıda ifade edilen görevlerin gerçekleştirilmesi için trafik biriminin uygulama ve tasarım olmak üzere iki alt birimden oluşması önerilmiştir.

Uygulama Birimi

Görev ve Yetkileri: Trafik biriminin alt birimi olarak önerilen uygulama birimi, trafik yönetimi ve düzenlenmesi ile ilgili tüm uygulamaların gerçekleştirilmesinden sorumlu olmalıdır. Bu birimin doğrudan uygulama yapmanın yanında, mevcut tasarımları yeniden değerlendirmek, envanter oluşturmak gibi bir takım ilave sorumlulukları da olmalıdır. Trafik işaret ve levhalarının standartlara uygun biçimde gerekli yerlere yerleştirilmesini sağlamalı ve takip etmelidir. Eğer coğrafi bilgi sistemleri ile oluşturulmuş bir altlık var ise, bu altlığa ilgili envanteri işlemelidir. Ayrıca akıllı ulaşım sistemleri ile ilgili uygulamaları yapmalı ve kontrol etmelidir. Sürücülere trafik hakkında anlık bilgilendirmeler yapacak elektronik bilgi sistemlerini kentin ana arter girişleri vb. gibi kritik noktalara yerleştirmelidir. Yukarıda ifade edilen görevleri yerine getirirken, APK birimi ile yakın temasta bulunarak, eşgüdümlü çalışılmalıdır. Böylece, tekrarlı olabilecek bazı uygulamalar önlenmiş olacak ve ekonomik kazanç sağlanacaktır.

Alt birim olarak düşünülecek olan sinyalizasyon birimi ise, özellikle sinyalize kavşakların denetimi, yeniden düzenlenmesi gibi görevleri üstlenmelidir. Birimde görev alacak elemanlar eğitimli ve özellikle deneyimli olmalıdır. Öncelikle, elektronik ortamda sinyalli kavşakların envanteri oluşturulmalıdır. Bu envanter, çeşitli zamanlarda gözden geçirilerek kentin gelişen bölgelerindeki kontrol sistemleri yeniden düzenlenmelidir. Birbiri ile yakın mesafede olan ayrı kavşakların eşgüdümlü biçime dönüştürülmesi, değişken trafik akımlarına maruz kalan kavşaklarda uyarmalı denetim

sistemleri uygulaması gibi bazı kararların yine bu birimin önderliğinde yapılacak çalışmalar sonunda verilmelidir. APK biriminden destek alınarak, stratejik plan hedeflerine göre bir program hazırlanmalı ve bu program çerçevesinde hareket edilmelidir. Böylece, kentlerdeki sinyalli kavşakların yanlış veya yetersiz tasarımı nedeniyle meydana gelen gecikmeler önlenebilecektir.

Toplanacak Veriler: Trafik altyapısı envanter verileri (yol hiyerarşisi, geometrik özellikleri, işaretlemelere ait konum bilgileri vb. gibi). Sinyalli kavşakların geometrileri, faz planları, sinyal süreleri v.b. gibi bilgiler.

İnsan Kaynakları: Uygulama birimi sorumlusunun da trafik yönetimi konusunda deneyimli olması ve en az yüksek lisans derecesine sahip olması düşünülmelidir.

Uygulama birimi içinde işaretleme ve bilgilendirme ile sinyalizasyon birimi gibi iki alt birim oluşumu tasarlanmıştır. Bu birimde inşaat mühendisi, inşaat teknikeri, teknik ressam, elektronik teknikeri gibi elemanlar istihdam edilmelidir. Teknik elemanların sayısı, kent büyüklüğüne bağlı olarak belirlenmelidir.

Sinyalizasyon biriminde, inşaat mühendisi, elektronik mühendisi, bilgisayar mühendisi ile elektronik, inşaat teknikeri, teknik ressam ve bilgisayar programcısı gibi teknik elemanlar görev almalıdır.

Tasarım Birimi

Görev ve Yetkileri: Tasarım birimi, trafik yönetimi ile ilgili her türlü özel tasarımları yapmak, teknolojik bazı tasarımları uygulamaya yönelik olarak geliştirmek, uygulama biriminden gelen önerilere göre bazı özel sorunları gidermek amacıyla özel tasarımlar geliştirmek gibi görevleri üstlenmelidir. APK ve uygulama birimleri ile sürekli iletişim halinde bulunmalı ve eşgüdümlü çalışmalıdır. Geliştirilecek tasarımlarda TSE normlarına dikkat edilmeli, eğer Türk standardı yok ise uluslararası standartlar baz alınmalıdır.

Toplanacak Veriler: Bu birimin standart tasarımlar yapmanın ötesinde araştırma ve geliştirme faaliyetlerini yürütme gibi ikincil bir görevi de olmalıdır. Gerekli görüldüğü hallerde, Üniversiteler, TÜBİTAK gibi kurum ve kuruluşlardan destek alınmalıdır.

İnsan Kaynakları: Tasarım birimi için, yukarıda ifade edilen görevleri de dikkate alarak, daha eğitimli bir kadro oluşturulmalıdır. Bu kadroda, en az yüksek lisans derecesine sahip olan inşaat mühendisi, kent plancısı, mimar, elektronik mühendisi ile inşaat teknikeri, teknik ressam gibi elemanlar bulunmalıdır.

Araştırma Planlama Koordinasyon Birimi

Bu birim, kentin ulaşımı ile ilgili mevcut durumu içeren ve gelecekteki gelişmeleri de dikkate alan planlamaları yapmak ve bu planlamaları ilgili diğer birimler ile eşgüdümlü biçimde uygulamak gibi bazı sorumluluklar üstlenmelidir. Ayrıca, planlamaya dayalı olan mevcut ulaşım sorunlarının tespiti, sınıflandırılması ve geleceğe yönelik olarak hazırlanacak programlar dahilinde çözümü ile ilgilenecektir. Bu tanımlamaya bağlı olarak birimin, işletim planlama ve stratejik planlama biçiminde iki alt birimden oluşması önerilmiştir. Birim sorumlusu olarak, ulaşım planlaması, ulaşım modellemesi

konularında deneyim sahibi ve lisans üstü çalışmalar yapmış olan, inşaat yüksek mühendisi veya yüksek kent plancısı gibi bir teknik eleman tercih edilmelidir.

Stratejik Planlama Birimi

Görev ve Yetkileri: Stratejik planlama birimi, öncelikle kent için bir ulaşım ana planı oluşturulmasını sağlamalıdır. Bu plan, kentin nazım imar planını ve ülkemiz için geliştirilen stratejik planlama kararlarını dikkate almalıdır. Bunlara ilaveten, stratejik planlama birimince yapılacak çalışmaların, Avrupa Birliği tarafından hazırlanan Beyaz Kitap (white paper) hedefleri ile uyumlu olması sağlanmalıdır.

Kısa, orta ve uzun erimli olarak sürdürülebilir planlamalar gerçekleştirilmelidir. Çeşitli zaman aralıklarında hedef öngörülerini değerlendirilmeli, var ise aksaklıklar belirlenerek, giderilmeye çalışılmalıdır. Hazırlanacak plan hedefleri, diğer ulaşım birimleri ile paylaşılmalı ve gerek duyulduğu hallerde detay programlar düzenlenmesine yardımcı olmalıdır.

Toplanacak Veriler: Kentin nüfus ve sosyoekonomik verileri toplanmalı ve dijital bir harita üzerine işlenmelidir. Ayrıca kentte bölgeleme yapılarak, her bir bölgenin çektiği ve oluşturduğu yolculuk değerleri haritada gösterilmelidir.

İnsan Kaynakları: Stratejik planlama biriminde, inşaat mühendisi, kent plancısı, istatistik uzmanı, ekonomi uzmanı, mimar, çevre mühendisi ve harita mühendisi gibi teknik elemanlar istihdam edilmelidir. Bu elemanlar özellikle ulaşım planlaması konularında deneyimli olmalı, hazırlanacak planları coğrafi bilgi sistemlerini kullanarak sayısallaştırmalıdır.

İşletim Planlama Birimi

Görev ve Yetkileri: Bu birim, ulaşımın işletimi ile ilgili konularda görev yapmalı ve işletimin en iyilenmesi için planlama çalışmaları yapmalıdır. Örneğin ulaşım sistemlerinin organizasyonu ve işletim kalitesinin artırılması amacıyla toplu taşımacılık birimi ile ortak çalışma ve etütleri planlayarak hayata geçirilmesini sağlamalıdır.

Diğer birimlere karar desteği sağlamak da bu birimin temel görevleri arasında olmalı, periyodik olarak yapılacak toplantılar ile diğer birimlerin işletim ile ilgili sorunları irdelenmelidir. Toplu taşımacılık, trafik, üstyapı gibi tüm ulaşım birimlerinin işletim sorunları bu birim aracılığı ile çözülmelidir.

Toplanacak Veriler: Tüm birimlerde toplanan işleme ait tüm envanter ve diğer veriler bu birimde toplanmalıdır.

İnsan Kaynakları: Birimde inşaat mühendisi, bilgisayar mühendisi, çevre mühendisi, harita mühendisi, işletme uzmanı, endüstri mühendisi, ekonomi uzmanı ve istatistik uzmanı gibi elemanlar görev almalı ve özellikle planlama konusunda lisans üstü derece sahibi olanlar tercih edilmelidir.

Lojistik Birimi

Görev ve Yetkiler: Lojistik birimi, yük ve eşya taşımacılığı ile ilgili düzenlemelerden sorumlu olmalıdır. Ulaşım planlama biriminin stratejik plan kararlarına dayanarak ve arazi kullanımına göre, kentiçi trafiği en az engelleyecek biçimde depolama, yükleme-boşaltma alanlarını belirlemeli, ayrıca kent içinde yük ve eşya taşımacılığı hakkında yönergeler hazırlamalıdır. Kent içinde yapılacak olan taşımaların günlük trafiğe etkisi düşünülerek, gerekli düzenlemeler ile zirve dışı saatlerde hizmet verilmesi yönünde çalışmalar gerçekleştirmelidir.

Bunlara ilave olarak, yük ve yolcu taşımacılığında Avrupa Birliği standartlarının gözetilerek konfor ve kalitenin artırılması yönünde çalışmalar yapılmalıdır.

Toplanacak Veriler: Kentteki yük taşımacılığı yapılan terminallerin bölgelere göre dağılımı işlenmeli, aylık ve yıllık bazda taşınan yük miktarı ve buna bağlı olan trafik hacmi ve kompozisyon değerleri işlenmeli ve yıllık olarak güncellenmelidir.

İnsan Kaynakları: Bu birimde lojistik konusunda deneyimli ve/veya özel eğitimli elemanlar görev yapmalıdır.

Toplu Taşımacılık Birimi

Bu birim, bütün ulaştırma sistemleri ile yapılan toplu taşımacılık sistemlerinin tamamından sorumlu olmalıdır. Yapı itibarıyla, karayolu, raylı sistemler ve denizyolu biçiminde üç alt birimden oluşması düşünülmüştür.

Görev Yetki ve Sorumluluklar : Birim, toplu taşımacılık hizmeti veren her bir ulaşım sisteminin işletimi ile ilgili detaylı envanterleri oluşturmalı, sistemlerdeki aksaklıkları belirleyerek çözüm üretmeli, sistemlerin birbiri ile bütünleşmesini sağlamalı, hizmet kalitesini artırıcı yönde çalışmalar yapılmalıdır. Birim otobüs ve minibüs taşımacılığına dayalı karayolu toplu taşımacılığı başta olmak üzere, karayolu ile yapılan toplu ulaşımın planlama ve düzenlenmesi hususlarından sorumlu olmalıdır. Ayrıca kentte hizmet veren feribot, vapur v.b. gibi her türlü kamu veya özel taşımacılık sistemlerinden sorumlu olmalıdır. Bu sistemlerin işletilmesi, diğer ulaşım sistemleri ile bütünleştirilmesi, talep ve verimlilik analizleri gibi çalışmalar yapılmalıdır. Bunun yanında kent içinde taşımacılık yapan hafif raylı sistem ve metro sistemlerinin düzenlenmesinden sorumlu olmalıdır. Sistemlerin genel işletimini düzenlemeli, ayrıca belirli periyotlarda sistemlerin verimlilik analizlerini yapmalı, verim kaybında etken faktörleri belirleyerek, yeni işletim stratejileri geliştirmelidir. Diğer birimler ile, özellikle APK birimi ile görüş alış verişi yaparak, ulaşım planlama hedeflerine göre sistemler ile ilgili planlar geliştirmelidir.

Toplanacak Veri : Toplu taşıma birimi veri toplama işleminin en kolay ve hızlı yapılabileceği birimlerden biridir. Bu birimde veriler altyapı, taşıt filosu, taşımacılık bilgileri ve gelir-gider verileri olmak üzere dört gruba ayrılmalıdır. Planlama, verimlilik ve işletme koşullarını düzenlemek için gerekli olan altyapı bakım-onarım süre ve maliyetleri, taşınan yolcu sayıları, pik saat analizleri, taşıt filosuna ait yakıt tüketimi, bakım onarım masrafları, kullanıcı memnuniyet anketleri vb. bir çok veri toplanmalı ve aylık raporlar halinde ilgili birimlere gerekli bölümleri ve özellikle APK birimine iletilmelidir.

İnsan Kaynakları: Bu birimde, toplu taşımacılık sistemlerinin yönetim ve organizasyonu konularında deneyimli bir ana sorumlu eleman görev almalıdır. Birim bünyesinde, denizcilik işletimi konusunda uzmanlaşmış elemanlar görev almalıdır. Destek elemanları olarak inşaat mühendisi, elektrik mühendisi, makina mühendisi, işletmeçi vb. Gereksinim duyulan personel istihdam edilebilir.

Üstyapı Birimi

Tüm karayolu, denizyolu ve raylı ulaşım sistemlerine ait alt yapının sorumluluğu bu birimde toplanmıştır.

Görev Yetki ve Sorumluluklar : Yol kaplamalarının inşaatı, bakımı ve onarımı gibi sorumluluklara sahip olacak bu birim, raylı sistemlerde ve deniz ulaşımındaki yapılarda da benzer sorumlulukları üstlenecektir. Görev ve sorumluluklar yapım ve bakım-onarım olmak üzere iki grupta ele alınabilir. Her iki eylem için yönetmelikleri hazırlamak, ihale dosyalarını oluşturmak, mümkünse kalite kontrol hizmetleri vermek, ulusal ve uluslar arası finansman kaynaklarını belirlemek, üst yapıya ait verileri toplamak ve raporlamak başlıca görevler arasında sayılabilir. Görev itibarıyla inşaat(yapım) ve bakım-onarım biçiminde iki alt birimde hizmet vermelidir.

Toplanacak Veri : Ulaşım Sistemleri Altyapı Envantari (USAE), bu birimin hazırlamakla yükümlü olduğu en önemli veri tabanıdır. Verilerin özellikle coğrafi bilgi sistemi tabanına oturtulması değerlendirme açısından çok faydalı olacaktır. Bakım onarım masraflarının denetimi ve programlanabilmesi için yer, işlem türü, süresi, tarihi ve maliyeti gibi bilgilerin de USAE’de bulunması gereklidir. Ücretler ve taşınan yolcu miktarları da gün, hafta ve ay bazında raporlanmalı, pik saatlerde seyahat kalitesinin belirlenmesi için sayımlar gerçekleştirilmelidir. Veriler, APK biriminde sunulan raporlar ile değerlendirilerek orta ve uzun vadeli planlamalarda kullanılacaktır.

İnsan Kaynakları : Birim bünyesinde, üstyapı tasarımı konusunda uzmanlaşmış ve lisans üstü dereceye sahip olan inşaat mühendisleri, mimar, coğrafi bilgi sistemleri konusunda uzmanlaşmış harita mühendisi ve inşaat teknisyeni gibi teknik elemanlar görev yapmalıdır.

Orta Ölçekli Kent için Organizasyon Modeli

Büyükşehirler için 5216 sayılı yasada önerilen bazı birimlerin kurulma zorunluluğu olmasına rağmen, diğer ölçekli kentler için bu şekilde bir yasal tanımlama bulunmamaktadır. Dolayısıyla, ülkemizin orta ve küçük ölçekli kentlerindeki birimlerin organizasyonları eldeki eleman sayısına göre çeşitli biçimlerde yapılandırılmıştır.

Orta ölçekli kentlerde, genellikle trafik müdürlüğü gibi bir birim, ana ulaşım birimi olarak görev yapmaktadır. Bazı orta ölçekli kentlerde trafik müdürlüğü yerine ulaşım müdürlüğü olarak birim tanımlanmıştır (<http://www.trabzonbld.org.tr>). Bu birim, genel olarak kentiçi trafiğin düzenlenmesi, otobüs ve minibüs gibi toplu taşımacılık hizmetleri, yol işaret ve levhalarının düzenlenmesi ve yerleştirilmesi gibi konular hakkında yetki sahibidir. Bunun yanında fen işleri müdürlüğü bünyesinde yol kaplaması ile ilgili olarak çalışan asfalt birimi, yol bakım ve onarım birimleri yer almaktadır.

Orta ölçekli kentlerde yaşanan ulaşım sorunları, büyükşehirlerden yalnızca boyut olarak farklılıklar göstermektedir. Dolayısıyla halihazırdaki dağınık ve karmaşık birim yapılanması yerine, Şekil 2’de gösterilen yapı önerilmiştir. Bu yapıda Trafik ve Ulaşım Planlama Birimi, Üstyapı Birimi ve Toplu taşımacılık birimleri biçiminde bir düzenleme öngörülmüştür.

Özellikle gelişmekte olan orta ölçekli kentlerde, gelişime paralel olarak, gelecekte organizasyon çizelgesinin de genişleyeceği düşünülmeli ve buna göre planlı biçimde organizasyon çizelgesi genişletilmelidir.

Trafik ve Ulaşım Planlama Birimi

Bu birim, genel olarak trafik ile ilgili tüm düzenlemelerin yanında ulaşım planlaması gibi görevleri de yerine getirmelidir. Bu kapsamda, Trafik ve Ulaşım Planlama biçiminde iki alt birimde bir yapılanma düşünülebilir.

Görev Yetki ve Sorumluluklar: Bu birim hem trafik yönetimi hem de ulaşım planlamasından sorumlu olacaktır. Kentiçi trafiğin düzenlenmesi için gereken her türlü mühendislik hizmetlerinin verilmesi bu birimin sorumluluğunda olmalıdır. Sinyalizasyon ve trafik yönetim uygulamaları, trafik işaretlemeleri için ayrı elemanlar görevlendirilmelidir. Bu birimde trafik yönetimi ile ilgili tasarımlar yapılmalı, mevcut yönetim tekniklerinin uygulanması ve sinyalizasyon sistemlerinin verimli biçimde kullanımı için çalışmalar yapılmalıdır. Ayrıca, kent içi tüm ulaşım sorunlarının ele alınması, ulaşım sistemlerinin daha verimli olarak hizmet verebilecek biçimde düzenlenmesi, kentin ekonomik, sosyal gelişimi ve imar durumunu da dikkate alarak ulaşım ile ilgili gelecekte karşılaşılabilecek sorunların çeşitli senaryolar için tahmini gibi konularda çalışmalar yapılmalıdır. Bu birim, aynı zamanda toplu taşımacılık ve üstyapı birimi ile de eşgüdümlü olarak çalışmalı, kentin ulaşım ana planı için çalışma yapmalı ve ana plan hedefleri doğrultusunda diğer birimler ile ilgili öngörülerde bulunmalıdır.

Toplanacak Veri: Trafik altyapısı (trafik işaretlemeleri, kavşaklar, sinyalizasyon sistem detayları vb. gibi) için, bilgisayar ortamında oluşturulacak envanter ile genel durum ortaya koyulmalı ve bir program çerçevesinde yıllık olarak güncellenmelidir.

İnsan Kaynakları: Birimde ulaşım planlaması konusunda uzman ve eğitimli olan inşaat mühendisi, kent plancısı, mimar, harita mühendisi, ekonomi uzmanı ve istatistik uzmanı görev almalıdır.

Üstyapı Birimi

Görev Yetki ve Sorumluluklar: Üstyapı birimi, kentiçi yol kaplamalarının tasarımı, inşası ve bakım-onarımı gibi olağan işlerin yanında, trafik yavaşlatma uygulamaları gibi özel uygulamaların gerçekleştirilmesi gibi konularda sorumlu olmalıdır. Organizasyon yapısı için, büyükşehirler için önerilen yapıya benzer biçimde, tasarım ile inşaat bakım-onarım birimleri gibi iki alt birim düşünülmelidir.

Tasarım birimi, yol kaplamalarının tasarımının yapıldığı, yol malzemeleri ile ilgili deneylerin gerçekleştirildiği birim olarak yapılandırılmalıdır. Tasarım birimi tarafından tasarlanan yol kaplamalarının inşası ve bakım-onarımı bu birim tarafından yapılmalıdır.

Özellikle standartlara uygun olarak yol kaplamalarının inşa edilmesi, hizmet ömrü açısından önem taşımaktadır. Dolayısıyla bu birimde standartlara uygun biçimde ve eksiksiz olarak kaplamalar yapılmalı ve hazırlanacak bir program çerçevesinde belirli zaman aralıkları ile bakım-onarım işlemlerinin gerçekleştirilmelidir. Üstyapı yönetim sistemi için geliştirilen modellerden faydalanılmalı veya yeni modeller geliştirilmelidir.

Toplanacak Veri: Yol kaplamaları ve geçkilere ait zemin türleri hakkında detaylar içeren bir veri tabanı oluşturulmalı ve coğrafi bilgi sistemleri ile ilişkilendirilmelidir. Yeni yapılan veya değiştirilen kaplamalar veri tabanında güncellenmelidir.

İnsan Kaynakları: Bu kapsamda, yol üstyapısı konusunda deneyim sahibi olan ve lisans üstü çalışmalar yapmış olan inşaat mühendisi veya mühendislerinin birimde sorumlu olarak görevlendirilmesi gerekmektedir.

Toplu Taşımacılık Birimi

Görev Yetki ve Sorumluluklar: Orta ölçekli kentler için önerilen toplu taşımacılık birimi, otobüs, hafif raylı sistem, deniz ulaşımı gibi toplu ulaşım sistemlerinden sorumlu olmalıdır. Birim, tüm toplu ulaşım sistemlerinin verimliliğinin analizi, envanter oluşturulması, yeniden düzenlenmesi, birbirleriyle bütünleştirilmesi gibi konularda çalışmalar yapmalıdır. Ulaşım planlama birimince öngörülen kararlar ve hedefleri de dikkate almalı ve çalışmalarda bu birim ile eşgüdümlü biçimde hareket etmelidir.

Toplanacak Veri: Toplu taşımacılık sistemlerine ait hat, güzergah, sefer v.b. gibi tüm bilgiler veri tabanları oluşturularak bilgisayar ortamına aktarılmalı ve güncellenmelidir. Ayrıca, toplu ulaşım sistemlerinin işletme bilgileri de ayrı bir veri tabanında toplanmalıdır.

İnsan Kaynakları: Birim yapılanması için, her bir ulaşım sisteminden sorumlu olacak biçimde teknik elemanlar görevlendirilmelidir. İlk aşamada alt birimler kurulmamalı, ancak kentin gelişimine bağlı olarak, yıllara göre yeni yapılanmalar tasarlanmalıdır.

Küçük Ölçekli Kentler için Organizasyon Modeli

Küçük ölçekli kentler için tasarlanan organizasyon modelinde, trafik ve üstyapı birimi ile ulaşım planlama ve toplu taşımacılık birimleri iki ayrı başlıkta düşünülmüştür. Önerilen iki birimde yeterli sayıda nitelikli eleman istihdamı ile ve daha yoğun bir çalışma performansı ile karşılaşılan sorunlar çözülecektir. Bu birimlerden ulaşım planlama ve toplu taşımacılık birimi, diğer birimlerin işletim ve stratejik planlamaları konularında çalışmalar yapmalıdır. Kent için ulaşım ana planı çalışması yapmalı, kentin imar durumu ve sosyoekonomik gelişimini de dikkate alarak geleceğe yönelik senaryolar için gerekli öngörüler de bulunmalıdır.

Tartışma

Çalışma kapsamında önerilen organizasyon çizelgelerinin, kentlerin gereksinimlerine bağlı olarak genişletilmesi veya daraltılması mümkündür. Burada tartışılması gereken konulardan birisi, organizasyon yapılanmalarında tanımlanan elemanların istihdamı

sorunudur. İfade edilen sorunun Büyükşehirler bünyesinde kurulan veya kurulacak şirketler aracılığı ile gerçekleştirilmesi olasıdır (Kavruk, 2005). İl veya ilçe belediyeleri için ise, mevcut teknik elemanların görev dağılımlarının düzenlenmesi yolu ile gereksinimin bir kısmı karşılanabilecektir. Ayrıca belediye meclis kararı ile yeni birimler kurularak, ilgili elemanların istihdamı için gerekli çalışmalar yapılabilir. Eleman istihdamı için diğer bir yöntem ise, sözleşmeli olarak görevlendirme yöntemidir (Dönmez, 2006). İfade edilen tüm bu yöntemler yardımı ile istihdam sorununu çözmek mümkün olabilecektir.

Nitelikli eleman istihdamı için izlenebilecek diğer bir yöntem ise, mevcut elemanların lisans üstü veya özel eğitim programlarına devam etmesinin teşvik edilmesidir. Üniversiteler ile temasta bulunarak işbirliği yapılabilir ve böylece mevcut insan kaynaklarından faydalanarak nitelikli eleman kazanılabilir.

Önerilen organizasyon modelleri ile ilgili diğer önemli bir konu ise işlevselliğidir. İşlevsellik, organizasyon birimlerindeki elemanların, yetkinlik, eğitim düzeyi, deneyim, kapasite ve motivasyonuna bağlı olarak değişmektedir. Dolayısıyla, söz konusu özelliklerin tümüne veya çoğunluğuna sahip olan elemanların tercih edilmesi ile birimin işlevselliği artabilir. Birimlerde görev yapacak elemanların, çalışacakları konular ile ilgili bilgi ve deneyim eksiklikleri, çeşitli eğitim programları ile karşılanabilir. Söz konusu eğitim programları için Üniversiteler ile işbirliğine gidilebilir.

Büyükşehirler için önerilen organizasyon modelinde, halihazırdaki dağınık yapı düzenlenerek, daha etkin çalışabilecek bir biçime dönüştürülmüştür. Böylece, bazı birimlerdeki tekrarlı çalışmaların sağlanacak eşgüdüm ile azaltılması ve etkileşimli bir çalışma programı izlenmesi hedeflenmiştir. Bu hedeflere ulaşılabilmesi için, birimler arası ilişkilerin düzenli zaman aralıkları ile yapılacak toplantılar ile artırılması gerekmektedir. Aksi halde, önerilen yapılanma yeterince sağlıklı sonuçlar üretemeyecektir.

Orta ve küçük ölçekli kentler için önerilen modellerin mevcut yapılanma ile çok farklı olmadığı düşünülebilir. Fakat daha önceden de ifade edildiği üzere, yalnızca yapılanmanın doğru olması yetersiz kalmakta, bunun yanında görev yapacak elemanların da nitelikli (eğitilmiş) ve deneyimli olan adaylar arasından doğru biçimde seçilmesi gerekmektedir. Çalışma kapsamında özellikle bu konuya dikkat çekilmek istenmiş ve birimlerin işlevselliğinin artırılması yönünde öneriler sunulmuştur.

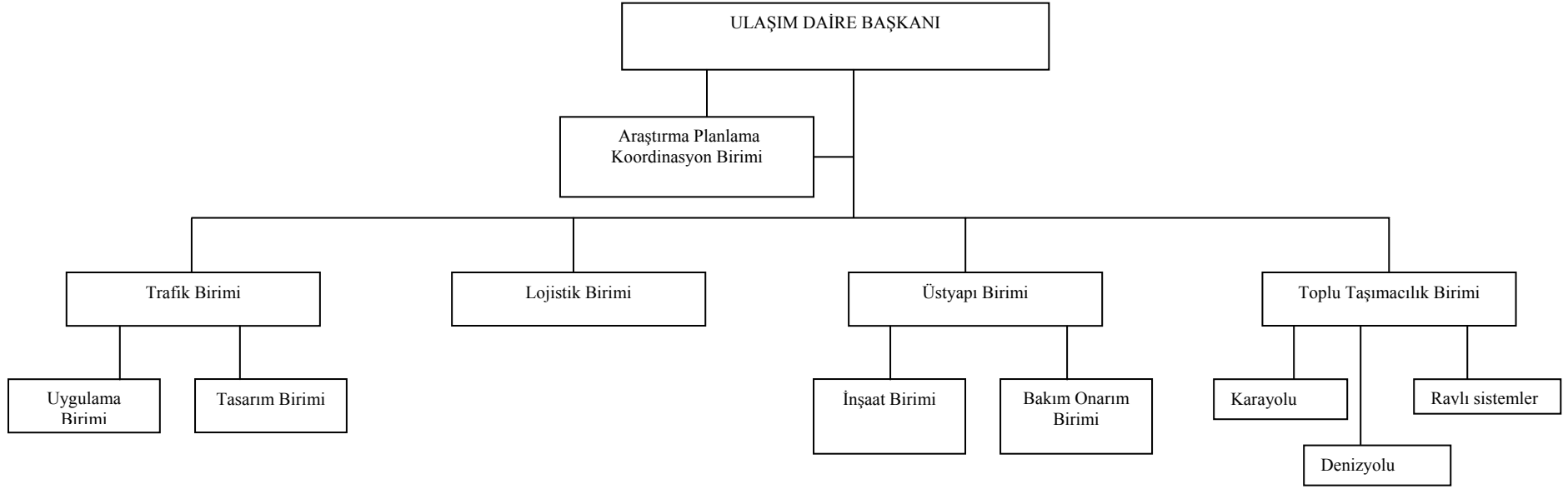
Organizasyonlardaki önemli sorunlardan birisi olan yer değiştirme ve deneyimsiz eleman atanması sorunlarına çözüm bulunmaması halinde, önerilen modellerin sağlıklı biçimde sonuç vermesi mümkün olmayacaktır. Deneyimli ve başarıyı yüksek olan elemanların yer değiştirmesi mutlaka önlenmelidir.

Elemanların verim ve motivasyon sorunu ile ilgili olan diğer bir konu ise, siyasi kaygılara dayanan ve yapılabilirliği yeterince araştırılmayan yatırım kararlarının zorla uygulamaya koyulması isteğidir. Bu tür teknik ve bilimsel anlamda yetersiz ve/veya gereksiz olan yatırım kararlarının, çalışan elemanlara dikte ettirilmesi, teknik elemanların görüş ve önerilerinin yeterince dikkate alınmaması veya yönetim tarafından kabul edilmemesi, verim ve motivasyonu olumsuz etkileyecek ve performansı düşürecektir.

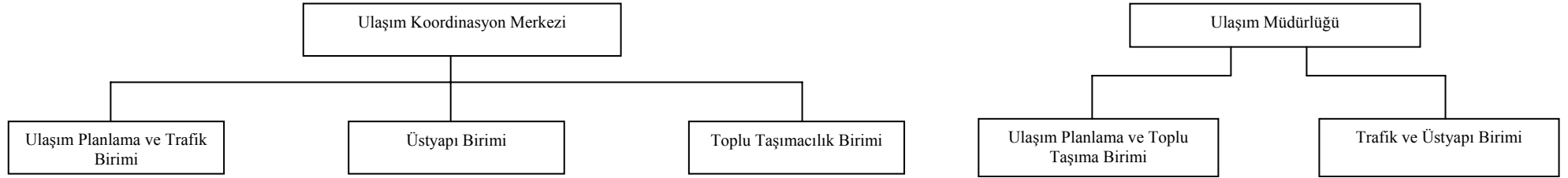
Sonuç olarak, çalışma kapsamında önerilen organizasyon modellerinden başarılı sonuçlar elde edilebilmesi, daha düzenli ve donanımlı ekip ve birimler oluşturulmasına bağlı olacaktır. Bu nedenle, öncelikle söz konusu birim elemanlarının doğru biçimde seçimine dikkat edilmelidir. Eğitim düzeyi, uzmanlık alanları, iş yapabilme kapasitesi ve ortak/eşgüdümlü çalışma alışkanlığı gibi pek çok niteliklerin eleman seçilmesinde göz önünde bulundurulması gereklidir. Dolayısıyla, insan kaynaklarına önem verilmeli ve çalışma kapsamında verilen modellerin içeriğinde kısaca belirtilen öneriler dikkate alınmalıdır.

Kaynaklar

- Keleş, R., (2006). Yerinden Yönetim ve Siyaset, Cem Yayınevi, Ankara, 559s.
- Kavruk, H., (2005). Yerel Yönetim Şirketleri, Yerel Yönetimler Üzerine Güncel Yazılar-I: Reform (Editör: Hüseyin Özgür ve Muhammet Kösecik), Nobel Yayın Dağıtım, s 421-448.
- Toprak, Z., (2006). Yerel Yönetimler, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 490s.
- Evren, G., (1995). Ulaştırma Planlamasında Gelişmekte Olan Ülkelere Özgü Sorunlar, 3. Ulaştırma Kongresi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi, 5-7 Haziran 1995, İstanbul, s11-25.
- Dönmez, M., (2006). Belediye ve Bağlı Kuruluşlarında Sözleşmeli Personel Çalıştırılması, İller ve Belediyeler Dergisi, Türkiye Belediyeler Birliği, Sayı 704, Kasım-Aralık 2006, s 24-29.
- Eken, M. ve Şen M.L.,(2005). Belediye Personel Sistemi ve Son Gelişmeler, Yerel Yönetimler Üzerine Güncel Yazılar-I: Reform (Editör: Hüseyin Özgür ve Muhammet Kösecik), Nobel Yayın Dağıtım, s 109-128.
- Tamer, M., (2007). Yerel Yönetimlerde İnsan Kaynakları, Seçkin Yayınları, Kamu Yönetimi Dizisi, Ankara, 376 s.
- <http://www.adana.bel.tr>
- <http://www.antalya.bel.tr>
- <http://www.manisa.bel.tr>
- <http://www.trabzonbld.gov.tr>



Şekil 1 Büyükşehir için Organizasyon Modeli



Şekil 2 Orta Ölçekli Kent için Organizasyon Modeli

Şekil 3 Küçük Ölçekli Kent için Organizasyon Modeli

Eskişehir Kent Merkezinde “Park Et ve Bin” Uygulamasının Sürdürülebilir Ulaştırma Bağlamında Değerlendirilmesi

Polat Yalnız

Dumlupınar Üniversitesi, İnşaat
Mühendisliği Bölümü, Kütahya
E-posta: polatyaliniz@gmail.com

Şafak Bilgiç

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İnşaat
Mühendisliği Bölümü, Eskişehir
E-posta: safakb@ogu.edu.tr

Öz

Bu çalışmada, sürdürülebilir bir ulaşım sistemini esas alan bir yaklaşım içinde, Eskişehir kent merkezi için “park et ve bin” sisteminin uygulanabilirliği ve sağlayacağı faydalar, konu ile ilgili olarak yapılmış olan anket çalışmasının da sonuçları yardımı ile analiz edilmiştir. Öncelikle ülkemizin ve dünyanın sürdürülebilir ulaşıma bakışı ile ilgili bilgilere yer verilmiştir. Ardından sürdürülebilir ulaşım sistemini esas alan bir yaklaşım içinde, Eskişehir kent merkezindeki park sorununa değinilmiştir. Konu ile ilgili olarak Eskişehir kent merkezinde özel otomobil kullanıcıları üzerinde yapılmış olan anket çalışması ile ilgili bilgilere yer verilmiştir. Ankette, özel otomobil kullanıcılarına sorulan, “park et ve bin” uygulamasını hangi şartlarda kabul edecekleri ile ilgili olan sorulara verilen cevapların değerlendirilmesi sonucunda, toplu taşımadaki “yolculuk konforu” ile ilgili iki ayrı senaryo düşünülmüştür. Her iki senaryo için bu uygulamayı tercih etmesi beklenen özel otomobil kullanıcı sayıları ve özel otomobilden toplu taşımaya “park et ve bin” uygulaması ile kayması beklenen yolcu sayıları belirlenmiştir. Aynı zamanda, Eskişehir’de bu uygulama için düşünülen alanlar gösterilmiştir.

Anahtar sözcükler : Sürdürülebilir ulaşım, Yolculuk konforu, Park et ve bin.

Giriş

Sürdürülebilir gelişme için; gelecek kuşaklara yaşanabilir bir dünya bırakmak için, bugünkü ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarının karşılanmasında ortaya çıkacak tehlikelerin ortadan kaldırılması şeklinde bir tanımlama yapmak mümkündür. Buradan hareketle sürdürülebilir ulaşım; ulaşım ihtiyaçlarının insan sağlığına ve ekosisteme zarar vermeden, yenilenemeyen kaynakların alternatiflerinin geliştirilerek kullanılması, yenilenebilir kaynakların yenilenme hızlarının altında tüketilmesini sağlamak olarak tanımlanabilir. Sürdürülebilirlik ilkesinde öngörülecek planlama yaklaşımının, insanı (hatta ekolojik yaklaşımda, tüm canlıların yaşamı bir arada sürdürebilecekleri ortamın sağlanmasını) esas alması, yerel ve küresel ölçekte yaşam kaynaklarını sürdürmeyi güvence altına alması gerekmektedir. (OECD, 1999)

Sürdürülebilir Ulaştırma

Sürdürülebilir Ulaştırma Politikaları

Sürdürülebilir ulaştırma; ulaşım arzının olduğu kadar talebin de yönetilmesini kapsamaktadır. Bu yaklaşım doğrultusunda trafik durultma, alansal trafik yönetimi gibi teknikler geliştirilmiştir. Bu tekniklerle, yeni kapasite yaratma yerine, mevcut olanakların daha iyi kullanılması, mevcut değerlerin korunması ve ulaştırma sistemlerinin verimliliğinin artırılması amaçlanmaktadır.

Kentsel Trafikte Sürdürülebilirlik

Küreselleşen dünyamızda sürdürülebilir gelişme, çağdaş yaşamın bir gereği olarak görülmektedir. Günümüzde, iletişim olanakları ile gereksiz yolculukların azaltılması, uygun arazi kullanımı ile yolculukların kısaltılması, otomobil dışındaki hareketlilik seçeneklerini destekleyen ulaşım politikaları geliştirilmesi önem kazanmıştır. Sürdürülebilirliği esas alan kent içi ulaşım planlarında; cadde-sokak gibi kamu alanlarında insanı öne çıkaracak öncelik sıralamasının yapılması zorunluluk haline gelmiştir. Öncelik sıralaması şu şekilde olmalıdır;

1. İnsan – yayalar
2. Çevre dostu motorsuz ulaşım araçları
3. Toplu ulaşım araçları
4. Hareket halindeki taşıtlar
5. Park eden taşıtlar (Acar, 2003)

Günümüz kentsel trafiğinde otomobilin birçok açıdan, toplum ve kent için büyük zararlara yol açtığı açıktır. Bunlar içinde, trafik sıkışıklığı, park sorunu, çevresel etkiler birbiri ile ilgili olan ve uzun vadede çok ciddi tedbirleri almayı zorunlu kılan sorunlardır. Dolayısıyla günümüzde, kentsel ortamda otomobil ağırlıklı yapıyı değiştirecek bir takım politikaların uygulanması çağdaş yaşamın bir gerekliliği haline gelmiştir. Söz konusu bu politikalar, en başta toplam yolculuk talebini azaltacak, yolculukları özellikle otomobilden toplu taşımaya yönlendirecek, bireysel ulaşımın sınırlandırılmasına katkıda bulunacak tarzda olmalıdır. (Elker, 2002)

Eskişehir’de Sürdürülebilir Ulaştırma Uygulama Olanakları

Çalışmanın esasını oluşturan “sürdürülebilir ulaştırma sistemi” için en önemli şart “günümüzde ve gelecekte yaşanabilir bir kent” modelini kurabilmektir. Konuya Eskişehir örneğinde bakıldığında, kentteki başlıca sorunlar; kent içi yollardaki kapasitenin düşük olması, yeni yollar açılması veya mevcut yolların genişletilmesinin mümkün olmaması, merkezdeki park sorunları ve sinyalizasyon sistemindeki hatalardır.

Eskişehir Ulaşım Ana Planında (2003), 2005 yılı için kentsel alandaki nüfusu 531930 kişi olan kentte motorlu araçlarla yapılan yolculuklar için hareketlilik değeri 0,70 yolculuk/kişi/gün, otomobil doluluk oranı 2,01 kişi, türel dağılımdaki otomobil oranı 0,284 olarak hesaplanmıştır. Eskişehir Emniyet Müdürlüğü’ne göre, 2005 Mayıs ayı itibarıyla kent merkezinde kayıtlı otomobil sayısı 70451 dir. (Eskişehir Ulaşım Ana Planı Sonuç Raporu, 2003)

Eskişehir kent merkezinde 34 otoparkta 3575 araçlık park kapasitesi bulunmaktadır. Kent merkezindeki kayıtlı özel otomobil sayısının yaklaşık 70 000 olması ve bu sayının hızla artması sebebiyle ciddi boyutlarda yol kenarı park yapıldığı ve ileride de yapılmaya devam edileceği görülmektedir. ESTRAM tramvay sisteminin açılışından sonra, bazı yollarda ciddi daralmalar olması ve bazı yolların araç girişine kapatılması sebepleriyle, tramvay güzergâhında yol kenarlarına araç parkı yasaklanmıştır. Bu sebeple araç sürücüleri tramvayın geçmediği yolları kullanmaya yönelmişlerdir. Dolayısı ile bu yolların hem ulaşım amaçlı kullanılmaları hem de yol kenarına park eden araçlar tarafından kullanılmaları sebepleriyle aşırı yüklenmeler oluşmuştur. Bu yollarda park eden araçlar, zaten yetersiz olan yol genişliğinin daralmasına, sonuçta sıkışıklık ve yolculuk sürelerinin artmasına yol açmaktadır. Kent merkezindeki bazı ana caddelerde, zirve saatlerde dahi, her yönde iki şerit yol kenarı parka rastlamak mümkündür. Birinci şeritte genellikle uzun süreli park eden araçlar bulunurken, kısa süreli işi olan sürücüler, park yeri aramayıp ikinci şeride park etmektedirler. Bütün bunların sonucunda; kentteki trafik sorunları giderek artmaktadır. Dolayısı ile gelecekte daha da artması beklenen bu sorunların çözümü için, sürdürülebilir ulaşım bağlamında tedbirler alınması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Sürdürülebilir ulaşım bağlamında toplu taşıma kullanımının özendirilmesi ile birlikte özel otomobillerin kent merkezine girişlerini azaltıcı birtakım politikaların uygulanması da zorunludur. Konu ile ilgili olarak gelişmiş ülkelerdeki önemli kentlerde farklı uygulamalar izlenerek otomobillerin kent merkezine girişleri kısıtlanmaktadır. Bu çalışmada, “otopark politikaları ile kısıtlama” ve “fiyatlandırma politikaları ile kısıtlama” yaklaşımları ile yapılabilecek uygulamalara ait bazı örneklere yer verilecektir.

Kent Merkezindeki Ulaşım Sorunlarının Çözülmesinde “Park Et ve Bin” Uygulamasının Değerlendirilmesi

Sürdürülebilir ulaştırma sistemlerini esas alan kentsel ulaşım planlarında, “park et ve bin” uygulamasına oldukça sık başvurulmaktadır. Bu uygulamada kent merkezi dışındaki önemli toplu taşıma aktarma noktalarına güvenli ve ücretsiz otopark alanları yapılmaktadır. Özel otomobil kullanıcılarının bu noktalara kadar otomobilleri ile gelerek araçlarını bu alanlara park edip, kent merkezine toplu taşıma sistemi ile girmeleri mümkün olabilmektedir. Gelişmiş ülkelerde pek çok kentte toplu taşıma sistemleri bu alanlarla beraber düşünülmekte, yeni kurulan toplu taşıma sistemleri inşaatıyla aynı anda park et ve bin otopark alanları da inşa edilmekte ve sistem bir bütün olarak planlanmakta ve hizmete açılmaktadır. Aksi halde otomobil kullanıcılarının toplu taşımayı kullanımının teşvik edilmesi sözde kalacaktır. Yeni açılan toplu taşıma sistemine park et ve bin sisteminin entegre edilmesi, yeni sistemin verimliliğini arttıracaktır. Ancak yeni toplu taşıma sistemi açıldıktan uzun süre sonra yapılacak park et ve bin uygulamaları yeni bir adaptasyon süreci gerektireceğinden etkili olması daha zor olacaktır.

Bu konuda yapılan çalışmalar, bu park alanlarının insanların ortak yaşam alanları gibi düşünülüp daha çekici hale getirilmesinin (alış-veriş merkezleri, bankamatik cihazları, vb ile düşünülerek) sistemin kullanılma oranını arttıracaklarını göstermektedir. Uygulandığı pek çok kentte bu sistem toplu taşıma sisteminin sağlıklı bir şekilde işleyişinde ve kent merkezinde trafik sorunlarının çözümünde oldukça önemli bir katkıya sahiptir. (TCRP, 2004)

Özel Araç Yolculuklarının Toplu Taşımaya Aktarılma Potansiyelinin Araştırılması

Kent merkezindeki trafik sorunlarının en basit ve etkili çözüm yolu, özel otomobil yolculuklarının toplu taşımaya aktarılmasıdır. Bu amaçla özel araç kullanıcılarının hangi şartlarda ve ne oranda toplu taşımaya aktarılabilirliğinin belirlenmesi önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu sebeple Eskişehir’de özel otomobil kullanıcılarının toplu taşımaya aktarılma potansiyelinin belirlenmesi amacıyla anket çalışmasının yapılması düşünülmüştür. Ankette özel otomobil kullanıcılarının neden toplu taşımayı tercih etmedikleri, hangi durumlarda toplu taşımayı kullanmayı düşüneceklerine dair sorular sorulmuştur. Verilen cevapların istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucunda sürdürülebilir ulaştırma bağlamında çözümler üretilmiştir.

Anketin Kapsamı

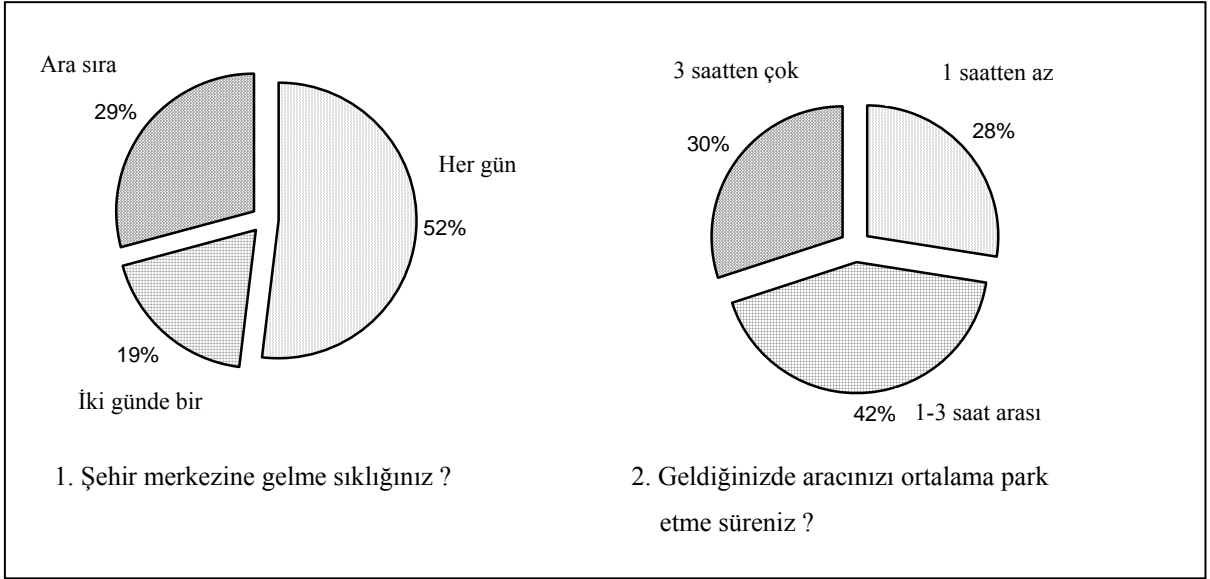
Eskişehir kent merkezinde birçok ana arter dahil yol kenarına park yapılması ücretsiz ve süresizdir. Yani kentin en önemli caddesi üzerine aracını çok uzun süre bırakan sürücüler dahi hiçbir ücret ödememektedir. Bu şartlar altında özel araç kullanıcılarını toplu taşıma sistemine çekmek mümkün olamayacağından, yol kenarına aracını park eden sürücülere uygulanan ankette sorular sorulurken, şehir merkezinde yol kenarlarında paralı park uygulamasına geçilmesi durumunda ne şekilde davranacakları sorulmuştur.

Anket çalışmasında, yaklaşık 70 000 özel otomobilin kayıtlı olduğu kent merkezi için \pm %10 hata limitinde %95 olasılıkla yapılacak anket çalışması için; 382 sürücüye anket yapılmasının yeterli olacağı ortaya çıkmıştır. Ancak anket sorularının çokluğu ve anketörlerin öğrenci olması sebebiyle eksikler çıkabileceği düşünülerek, anket çalışmasının 382 yerine 768 sürücü üzerinde yapılması uygun görülmüştür.

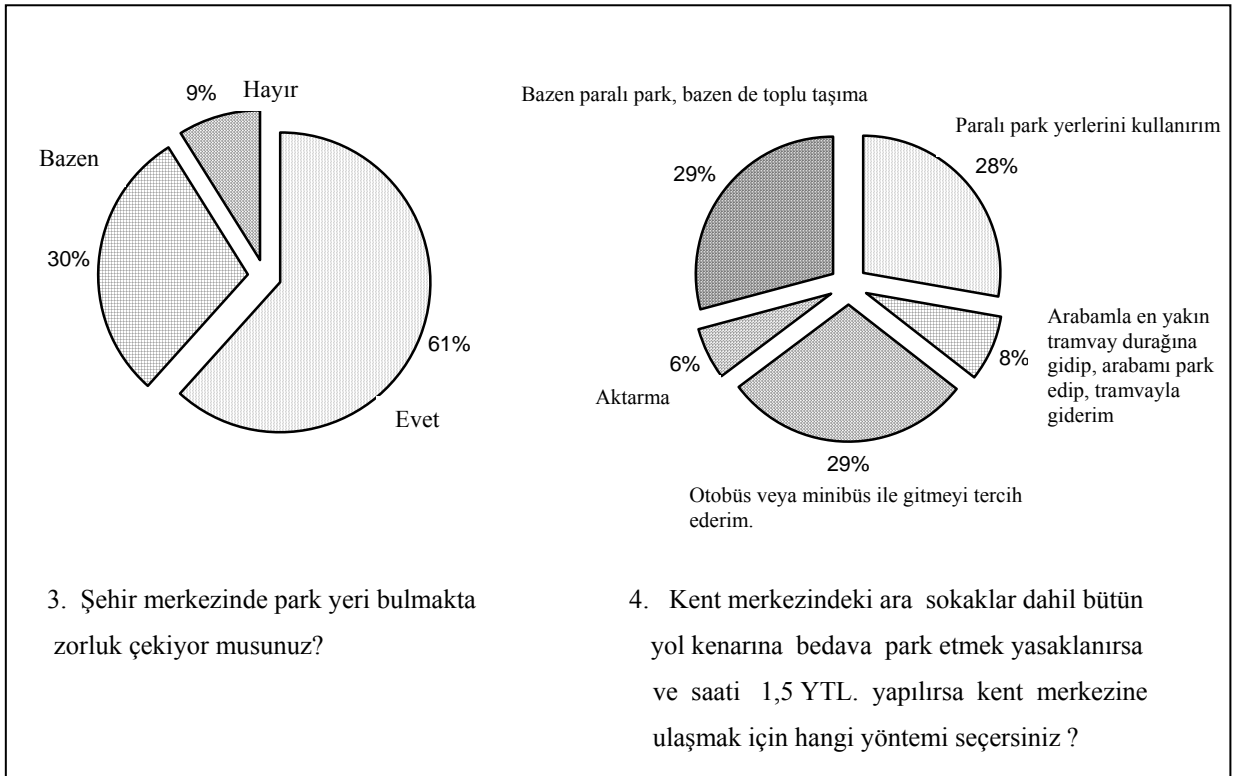
Anket çalışması 2005 yılı Mayıs ayında, hafta içi günlerde zirve saatlerde, kent merkezindeki önemli ana caddeler üzerinde yol kenarı park yapan sürücüler üzerinde yapılmıştır. Anket çalışması Anadolu Üniversitesi Porsuk Meslek Yüksekokulu Karayolu Ulaşımı ve Trafik programından 32 öğrenci ile beraber yapılmıştır. Ankete verilen cevaplar incelendiğinde bazı sürücülerin verdikleri cevaplarda eksiklik olması sebebiyle cevapları tam olan 671 anket esas alınmıştır.

Ankette Sorulan Sorular ve Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Ankette sorulan ilk iki soru ve bu sorulara verilen cevaplara ait yüzdeler Şekil 1’de, 3. ve 4. sorular ve bu sorulara verilen cevaplara ait yüzdeler ise Şekil 2’de gösterilmektedir. Her iki şekilde görülen cevaplardan, sürücülerin büyük kısmının kent merkezinde yol kenarına oldukça uzun sürelerle park ettikleri ve park yeri bulurken zorlandıkları görülmektedir.

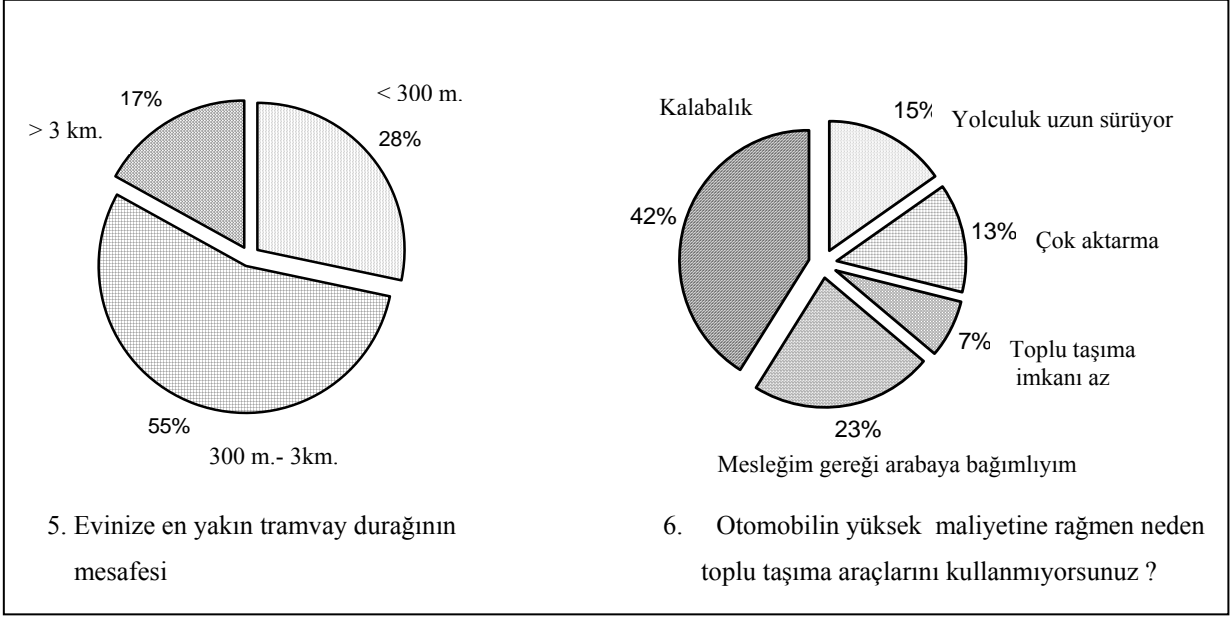


Şekil 1 Ankette sorulan ilk iki soru ve bu sorulara verilen cevaplara ait yüzdeler.

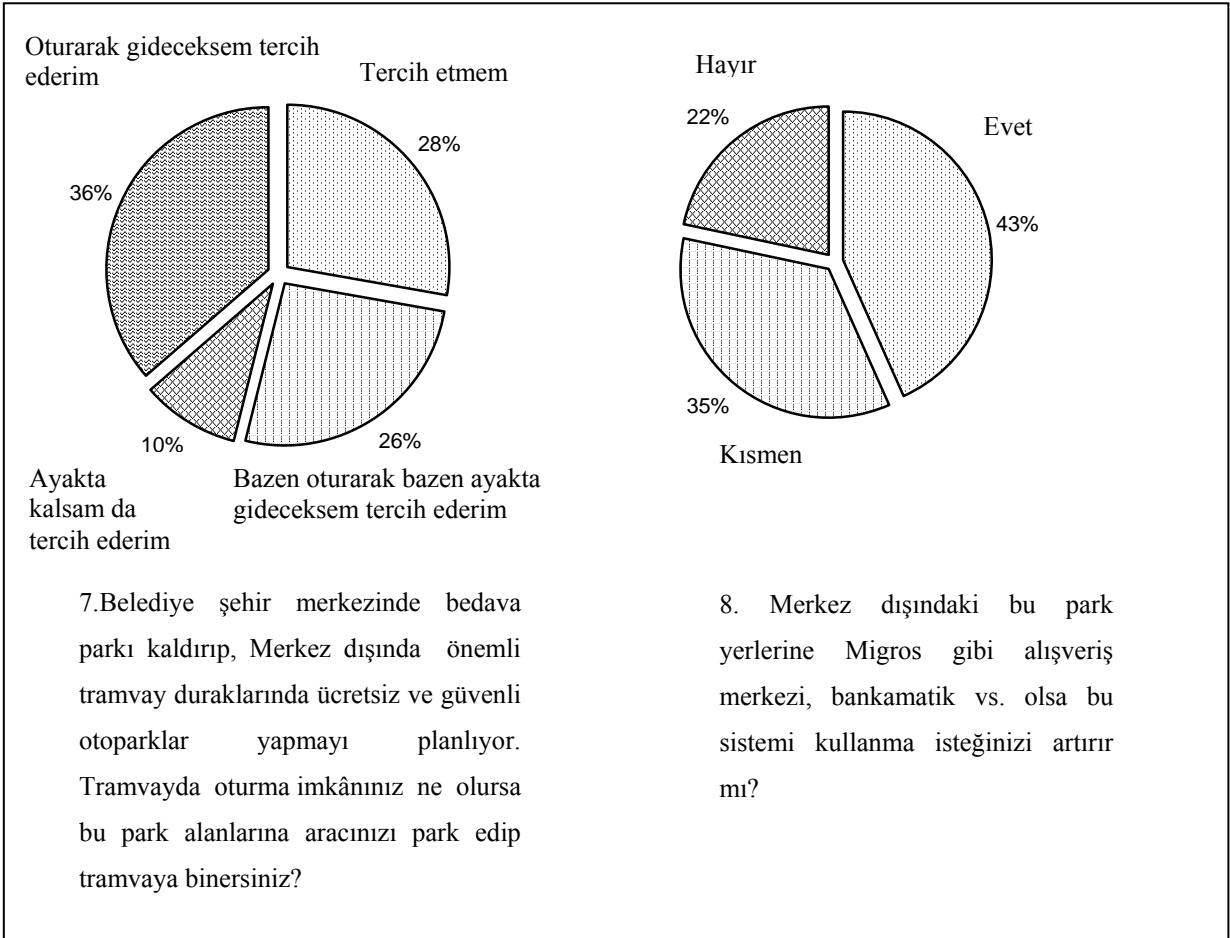


Şekil 2 Ankette sorulan 3. ve 4. sorular ve bu sorulara verilen cevaplara ait yüzdeler.

Ankette sorulan 5. ve 6. sorular ve bu sorulara verilen cevaplara ait yüzdeler Şekil 3’de, 7. ve 8. sorular ve bu sorulara verilen cevaplara ait yüzdeler Şekil 4’de gösterilmektedir.



Şekil 3 Ankette sorulan 5. ve 6. sorular ve bu sorulara verilen cevaplara ait yüzdeler.



Şekil 4 Ankette sorulan 7. ve 8. sorular ve bu sorulara verilen cevaplara ait yüzdeler.

Anket çalışması sonuçlarına göre dikkat edilmesi gereken en önemli nokta; özel otomobil kullanıcılarının toplu taşımaya çekilmesinde sadece “park et ve bin alanlarının” oluşturulmasının ve kent merkezindeki bütün yol kenarı parkın ücretli hale getirilmesinin yeterli olmamasıdır. Aynı zamanda toplu taşımadaki konforun iyileştirilmesi de oldukça önemlidir.

Toplu Taşımadaki Oturma Durumuna Göre Senaryolar Oluşturulması

Bu aşamada; özel otomobil kullanıcılarının tercihlerinin doğru bir şekilde belirlenebilmesi esas alınmıştır. Bu sebeple anket çalışması sonucunda ortaya çıkan son duruma göre toplu taşımadaki yolculuk konforu ile ilgili senaryoların oluşturulması, her senaryonun kendi içinde ele alınması hedeflenmiştir. Senaryoları oluştururken toplu taşımadaki yolculuk konforu ile ilgili olarak gelişmiş ülkelerde esas alınan değerler “Senaryo I”, ülkemizde kabul edilen değerler “Senaryo II” için esas alınması düşünülmüştür. Özel otomobilden toplu taşımaya yolcu çekmek için oluşturulan iki senaryo şu şekildedir;

Senaryo I (Toplu taşımadaki yolculuk konforu 4 yolcu/m²)

Senaryo II (Toplu taşımadaki yolculuk konforu 6 yolcu/m²)

Senaryo I için, “koşullu potansiyel” ve “hazır potansiyel” olarak ele aldığımız sürücülerin oranlarının toplamının ele alındığı senaryo tanımlaması yapmak mümkündür. Bu senaryoda koşullu olarak toplu taşımayı tercih eden sürücüler olması sebebiyle, toplu taşımadaki yolculuk konforunun yüksek olması (örneğin toplu taşımadaki yolculuk konforu 4 yolcu/m² için) hali için düzenlemeler ele alınmıştır. Buradan hareketle bu senaryoda, toplu taşımadaki yolculuk konforunun yüksek olması halinde “park et ve bin” uygulamasını tercih edecek sürücüler ile bu uygulama ile toplu taşımaya kayması beklenen özel otomobil kullanıcı sayıları belirlenmiştir.

Senaryo II için, “hazır potansiyel” olarak ele aldığımız sürücülerin dikkate alındığı senaryo tanımlaması yapmak mümkündür. Buradaki sürücüler, toplu taşımadaki yolculuk konforunun normal standartlarda olması halinde toplu taşımayı tercih edeceklerini belirttiklerinden, toplu taşımadaki yolculuk konforunun normal değerlerde olması (örneğin toplu taşımadaki yolculuk konforu 6 yolcu/m² için) durumu için düzenlemeler ele alınmıştır. Bu senaryoda, toplu taşımadaki konforun normal standartlarda olması hali için “park et ve bin” uygulamasını tercih edecek sürücüler ile toplu taşımaya kayması beklenen özel otomobil kullanıcı sayıları belirlenmiştir.

“Park Et ve Bin Uygulamasının” Eskişehir Kent Merkezinde Değerlendirilmesi

Özel otomobil yolculuklarının toplu taşımaya yönlendirilme potansiyelinin belirlenebilmesi amacı ile Eskişehir kent merkezinde yapılan anket çalışmasında, anket çalışmasının yapıldığı merkez bölgeyi kullanan özel otomobiller ile ilişkili birtakım bilgiler Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1 Eskişehir’de 2005 yılı itibariyle anket çalışmasının yapıldığı merkez bölgeyi kullanan özel otomobil sayıları. (Yalınız, 2006)

Merkez ile ilişkili otomobil sayısı	18414 özel otomobil
Merkeze gelen özel otomobillerden gündüz saatlerinde park edilen otomobil sayısı	14731 özel otomobil

Çalışmamızda tramvaydaki yolculuk konforu 4 yolcu/m² ve 6 yolcu/m² olması durumlarındaki özel otomobilden toplu taşımaya kayma durumları gösterilmiştir. Buradan hareketle bizim ilgilendiğimiz popülasyona göre talep değerlendirmeleri;

- %10 (Tramvayda ayakta kalması durumunda dahi park et ve bin sistemini kullanarak tramvaya binmeyi kabul etmektedir.)
- %26 (Tramvayda bazen oturarak bazen de ayakta kalma halinde park et ve bin sistemini kullanarak tramvaya binmeyi kabul eden); bazen koşulu olması sebebiyle bu yüzdeyi bir katsayısı ile çarpılması gerekmektedir. $\beta = 0,25$ olması kabulü ile;

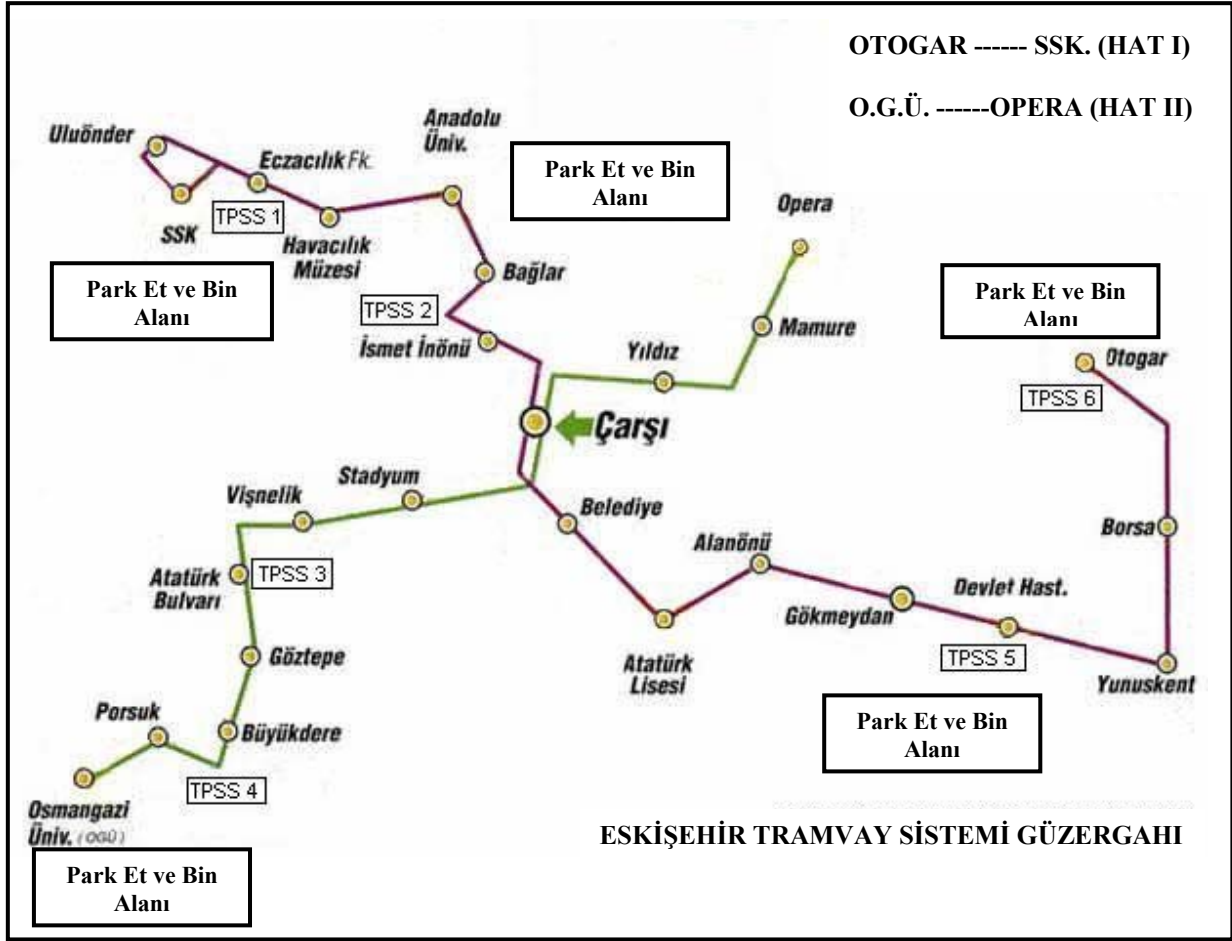
$\gamma_1 = \%10$ (hazır potansiyel) + $\% (26 \times 0,25)$ (koşullu potansiyel) = $\%17$ (Tramvaydaki yolculuk konforu 4 yolcu/m²)

$\gamma_2 = \%10$ (hazır potansiyel) (Tramvaydaki yolculuk konforu 6 yolcu/m²) (Yalınız, 2006)

Tablo 1’deki değerleri ve senaryolar ile ilgili “ γ_1 ” ve “ γ_2 ” katsayılarını kullanarak Eskişehir kenti için yıllara göre “park et ve bin” uygulamasını kullanması beklenen özel otomobil yolcu sayılarını bulmak mümkündür. Tablo 2’de Eskişehir kenti için 2005 ve 2020 yıllarına ait her iki senaryo için “park et ve bin sistemini” kullanması beklenen yolcu sayıları gösterilmektedir. Eskişehir kentindeki tramvay sistemi güzergahı ve bu güzergah ile bağlantılı olarak düşünülen “park et ve bin” alanlarının yerleri Şekil 5’de gösterilmektedir. Kent için 5 ayrı noktada “park et ve bin” alanlarının “kademeli inşaat” esasına göre inşa edilmesi düşünülmüştür. Kademeli inşaatta hedeflenen, bu alanlardaki istismak çalışmalarının hedef yılı (örneğin 2020 yılı) parametrelerine göre yapılması, inşaat çalışmalarının ise yıllar içinde kademeli olarak büyütülebilmesidir. Söz konusu alanların inşa edileceği bölgelerde alan sıkıntısı olması sebebiyle her bir noktada 5 katlı (zemin + 4 kat) park alanı yapılması hedeflenmiştir.

Tablo 2 Eskişehir’de 2005 ve 2020 yılları için “park et ve bin” sistemini kullanması planlanan otomobil sayıları ve toplu taşımaya kayması beklenen yolcu sayıları.

	2005		2020	
	Senaryo I	Senaryo II	Senaryo I	Senaryo II
Park et ve bin sistemini kullanacak otomobil sayıları	2504	1473	3344	1967
Toplu taşımaya kayması beklenen yolcu sayıları	5033	2961	6721	3954



Şekil 5 Eskişehir tramvay sistemi güzergahı ve düşünülen “Park et ve bin” alanları

“Park et ve bin” uygulaması ile birlikte toplu taşımayı kullanan yolcu sayısının artacak olması sebebiyle, Eskişehir tramvay sistemine ilave edilmesi gereken tramvay sayıları yıllara göre ve her iki senaryo için hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3 Eskişehir tramvay sistemine ilave edilmesi gereken tramvay sayıları.

Yıllar	İlave Olarak Alınması Gereken Toplam Tramvay Araçlarının Sayısı	
	Senaryo I (Yolculuk Konforu 4 yolcu/m ²)	Senaryo II (Yolculuk Konforu 6 yolcu/m ²)
2005	8	3
2020 yılına kadar toplam	12	4

Eskişehir kent örneğinde söz konusu uygulamayı içine alan ekonomik ve mali değerlendirme sonuçları incelendiğinde, “ekonomik değerlendirme” sonuçlarının uygun değerlerde (Senaryo I için Fayda / Maliyet oranı 1,00, Senaryo II için Fayda / Maliyet oranı 1,46), “mali değerlendirme” ile ilgili sonuçların düşük olduğu (Senaryo I için Fayda / Maliyet oranı 0,29, Senaryo II için Fayda / Maliyet oranı 0,42) gözlenmiştir. (Yalınız, 2006)

Sonuçlar ve Öneriler

Eskişehir kentsel ulaştırma sistemi örneğinden hareketle, kent merkezindeki yol kenarı parklar zaten yetersiz olan yol genişliklerinin azalmasına sebep olduğundan trafik yöneticileri tarafından tercih edilmeyip, araçlar yol dışı parklara yönlendirilmektedir. Ancak kent merkezindeki yol dışı parkların miktarı çok fazla tutulursa bu durumda da kent merkezindeki yollarda trafik yoğunluğu artacaktır. Bu da sürdürülemez bir yapı ortaya çıkaracaktır. Bu sebeplerle, mümkün olduğunca özel araç sürücülerinin toplu taşımaya yönlendirilmesi tercih edilmektedir. Bunun en etkili yolu ise “park et ve bin” uygulamasıdır.

Sürdürülebilir ulaştırma bağlamında ele alınan “park et ve bin” uygulamasının sağlıklı işleyişinde, kent merkezindeki tüm yol kenarı araç parklarının paralı hale getirilmesi, toplu taşıma araçlarındaki oturma imkanlarının iyileştirilmesi oldukça önemli yer tutmaktadır. Eskişehir kent örneğinde yapılan anket sonuçları da bu doğrultudadır. Aynı zamanda yine anket sonuçları, yapılacak “park et ve bin” alanlarının ortak yaşam alanları gibi düşünülüp sosyal açıdan zenginleştirilmesi halinde uygulamanın tercih edilme oranını arttıracaklarını göstermektedir.

Gelişmiş ülkelerde pek çok kentte toplu taşıma sistemleri bu alanlarla beraber düşünülmekte, yeni kurulan toplu taşıma sistemleri inşaatıyla aynı anda “park et ve bin” otopark alanları da inşa edilmekte ve sistem bir bütün olarak planlanmakta ve hizmete açılmaktadır. Aksi halde otomobil kullanıcılarının toplu taşımayı kullanımının teşvik edilmesi sözde kalacaktır. Yeni açılan toplu taşıma sistemine “park et ve bin” sisteminin entegre edilmesi, yeni sistemin verimliliğini arttıracaktır.

Sonuç olarak, “park et ve bin” uygulamasının sosyal boyutları ve sürdürülebilir ulaştırma açısından kentsel ulaştırmada uzun vadede sağlayacağı faydalar düşünüldüğünde söz konusu uygulamanın yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Kaynaklar

Acar, İ. H., (2003), Bütünleşik Ulaşım Politikası ve Avrupa Kentsel Şartı, Ulaşım ve Dolaşım İlkeleri, TMMOB Ulaştırma Politikaları Kongresi, Ankara.

Elker, C.H., (2002), Ulaşımında Politika ve Pratik, Gölge Ofset Matbaacılık, Ankara.

İTÜ Ulaştırma ve Ulaşım Araçları UYG-AR Merkezi, (2003), Eskişehir Ulaşım Ana Planı Sonuç Raporu

OECD, (1999), Environment and Transport, Synthesis of OECD Work on Environment and Transport and Survey of related OECD, IEA and ECMT Activities

TCRP, (2004), Report 95 Chapter 3 – Park and Ride and Park and Pool.

Yalınız, P., (2006), Kentsel Ulaştırmada Otomobil Kullanıcılarının Toplu Taşımaya Yönlendirilmesi: Çevresel Etkileri İçeren Analiz ve Planlama, ESOGÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi

Sürdürülebilir Ulaşıma Uygun Otopark Yönetim Stratejileri: İstanbul Uygulaması

Edison Barhani

Yüksek İnşaat Mühendisi,
Boğazici Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
edisoni2000@yahoo.com

Prof. Dr. Gökmen Ergün

Boğazici Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
ergokmen@boun.edu.tr

Öz

Türkiye'nin ulaşım sektörünün son on yıldaki hızlı büyümesi özellikle İstanbul'da hava kirliliği, enerji tüketimi ve yaşama, orman su havza alanlarının kaybı gibi çok sayıda problemler yaratmıştır. Arzın talebi karşılaması üzerine kurulu geleneksel yaklaşımlardan farklı olarak, çevreye duyarlı, toplumsal olarak hakça ve ekonomik açıdan tutarlı "sürdürülebilir ulaşım" politikalarının uygulanması çözüm için gerekli görülmektedir. Sürdürülebilir ulaşım sistemini sağlamak için, uygulanabilecek en temel ulaşım yönetim stratejilerinden birisi de otopark yönetimidir. Bu çalışmanın amacı, otopark sorununun boyutlarının ve çeşitlerinin incelenmesi, aynı zamanda İstanbul'da uygulanabilecek çeşitli otopark yönetim politikalarının önerilmesidir. Bunun için, İstanbul Metropolitan Planlama ve Kentsel Tasarım Merkezince yapılan "Çevre Düzeni Planı Hane Halkı Araştırması" anketinin analizleri yapılmış ve seçilen bir pilot bölgede otopark arz-talep çalışmaları yapılmıştır. Daha sonra, pilot bölgede iki otopark yönetim stratejisi, *otopark ücretlendirilmesi* ve *otopark süresi sınırlandırılması*, uygulanmıştır. Çalışmanın sonuçları, yol-üzeri otopark ihtiyacının %13'ünün otopark ücretlendirme ve %15'inin otopark süresi sınırlandırma stratejileri ile azaltılabileceğini göstermiştir. Bunlara ilaveten İstanbul geneli için: otopark paylaşımı, otopark-daire satışı ayrılması, otopark düzenlemeleri, mali teşvik uygulanması, otopark kullanım bedeli uygulanması, otopark gelirinin ve/veya otopark alanlarının vergilendirilmesine dayanarak park ücretlerinin arttırılması, bu stratejilerin değişik birleşimleri, gibi stratejiler önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir ulaşım, otopark yönetimi, otopark ücretlendirilmesi, otopark süresi sınırlandırılması.

GİRİŞ

Araba sayısındaki ve kontrolsüz kentsel büyümedeki önemli artış İstanbul'daki yol ağını aşırı yükleyerek, yetersiz ve sorunlu bir yapıya sokmuştur. Bazı Avrupa şehirlerinde (European Commission, 2004) şehir trafiğine ve sıkışıklığına bağlı olan en büyük problemler; hava kirliliği, enerji tüketimi, ekonomik verimsizlik ve kentsel

'yaşama alanları'nın kaybı olarak ifade edilmiştir. Talebi karşılamak için arzı arttırmak şeklindeki geleneksel yaklaşım artık her zaman uygun değildir. Brundtland Komisyonu (White Paper, 2001) sürdürülebilir ulaşımı şu şekilde tarif etmektedir: "Gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını tehlikeye atmadan mevcut ihtiyaçlarını karşılamak." Başka bir deyişle, sürdürülebilir ulaşım, çevresel olarak duyarlı, toplumsal olarak hakça ve ekonomik açıdan tutarlıdır.

Sürdürülebilir ulaşım sistemini sağlamak için düşünülen yönetim stratejilerinden biri de otopark yönetimidir. Otopark, ulaşım sisteminin en temel unsurlardan biridir. Otopark problemleri ya arzdan (mevcut park alanları az, daha fazlasının yapılması gerekiyor) ya da yönetimden (mevcut tesisler verimli kullanılmıyor ve daha iyi yönetilmeliler) kaynaklanan sorunlardır. İkinci yöntem (yönetim çözümleri) birincisinden (arzı arttırmak) daha iyi bir çözümdür, çünkü yönetim çözümleri sürdürülebilir ulaşımı daha fazla destekler (Litman, 2006). Şimdiye kadar uygulanan otopark planlama uygulamaları, geniş park arzını ve minimum otopark ücretlerini tercih etme eğilimindedir. Böyle bir yaklaşım, kentsel gelişme masraflarının artışı, kentsel yayılmanın teşvik edilmesi, otomobille olan yolculukların artışı gibi arzulanmayan sonuçlara neden olmuştur. Otomobille yolculukların artışı trafik sıkışlığı, yol inşaat masrafları, kazalar ve hava kirliliğinin gibi değişik problemleri daha da ağırlaştırmıştır (Shoup, 1999; Litman, 2006). Otopark yönetimi, otopark kaynaklarının daha verimli kullanılmasından kaynaklanan politikalar ve programlardır. Otopark Yönetimi, çeşitli ekonomik, sosyal ve çevresel kazançlar sağlayan ve belli konumlarda gerekli olan otopark birim sayısını önemli şekilde azaltmaktadır.

Bu çalışmanın hedefi İstanbul'un otopark sorununun boyutları ile özelliklerini anlamak ve İstanbul genelinde ve/veya İstanbul'un belirli bölgelerinde kullanılabilecek bazı stratejiler önermektir. Bu hedefe ulaşmak için aşağıda belirtilen amaçlara odaklanılmıştır:

1. Otopark yönetim stratejilerinde yeni ve eski kavramlarla ilgili literatürü araştırmak,
2. İstanbul'un otopark problemlerinin özelliklerini ve boyutlarını, mevcut veri kaynakları ve otoparklarla ilgili yeni çalışmaları kullanarak incelemek,
3. İstanbul geneli ve seçilen pilot inceleme bölgesi için değişik otopark yönetim stratejileri önermek.

LİTERATÜR ÇALIŞMASI

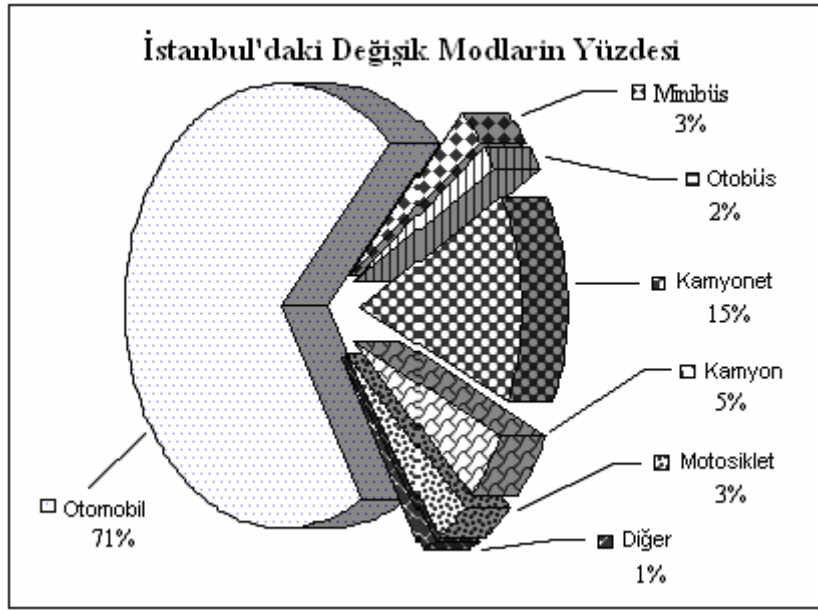
İstanbul Ulaşımı ve Otoparkların Durumu:

Dünyanın en büyük metropollerinden biri olan İstanbul 5750 km² alana ve yaklaşık 13 milyon nüfusa sahiptir (Türkiye İstatistik Kurumu, 2005). Kentin 89 kişi/ha ortalama nüfus yoğunluğu vardır ve hala devam eden %4,3 yıllık büyüme oranıyla büyümektedir (Alpkokin *et al.*, 2005). Şehrin yol altyapısı yaklaşık 6000 km'lik yol şebekesinden oluşmakta (İstanbul Belediyesi, 2006) ve bunun yaklaşık üçte ikisi (4000 km) İstanbul trafiğine hizmet etmektedir. Geri kalan yollar ise konut sitelerinde ve özel bölgelere hizmet vermektedir.

Özel otomobillerin sayısı 2003 ve 2005 yılları arası 900.000'dan 1,6 milyona kadar ciddi şekilde artış göstermiştir. İstanbul trafiğine giren yeni araç sayısının her gün için

500–600 olduğu hesaplanmıştır (Türkiye İstatistik Kurumu, 2005). Şekil 1’de gösterildiği gibi, özel otomobil (71%) İstanbul’da en fazla kullanılan araç tipidir. İstanbul’da yapılan bir çalışmaya taşıma şekilleri arasında liderdir. Şekil 1’de kamyonet (16%) ve kamyonun (5%) oldukça önemli yüzdelerle göze çarpması, İstanbul’un ticari ve hafif endüstriyel bir şehir olduğunu göstermektedir.

Ulaşım sorununun önemli bir kısmını teşkil eden otopark sorununa çözüm bulmak amacıyla yapılan "İstanbul Ulaşım Sistemi ile Entegreli Yeni Otopark Alanları Planlaması" (İstanbul Belediyesi ,<http://www.ibb.gov.tr>, 2003) çalışmalarının amaçları arasında; park edilen taşıtların trafiğe olumsuz etkilerini en aza indirmek, yol içi parklanmayı önleyerek, trafik sıkışıklığını azaltmak, özel otomobil sahiplerini toplu taşıma araçlarına yönlendirmek bulunmaktadır. İstanbul’da ilk kez bir otopark dökümü çıkartılarak kentin ihtiyaç duyduğu otoparkların tespiti için; mevcut otoparkların bölgesi, türü, kapasitesi, ruhsat durumu, ücret politikası gibi pek çok



Şekil 1. İstanbul'daki değişik Ulaşım Şekillerinin yüzdesi (www.tuik.gov.tr, 2005)

konuyu dikkate alarak değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda; İstanbul'da 1630 adet otopark bulunduğu ve bu otoparkların toplam, 228,110 araç kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Oysa İstanbul'da ihtiyaç duyulan otopark kapasitesi, yaklaşık 800.000 araç civarındadır. Ortaya çıkan bu açığın giderilmesi için başlatılan "İstanbul ulaşım sistemi ile bütünleşmiş yeni otopark alanları" çalışması kapsamında, 26 ilçede toplam 214,000 araç kapasiteli otopark planlanmıştır. Planlanan otopark alanlarının sayısı toplam 268 adet olup, 139 adedi zemin altı kat otoparkı, 11 adedi kat otoparkı, 118 adedi ise açık otopark alanı olarak belirlenmiştir.

İSPARK'ın (İstanbul Otopark İşletme Kurumu) verilerine göre, www.ispark.com.tr, 2006), İstanbul'daki otoparkların %90'i yüzeyel otoparktan oluşmaktadır. 2006'ya kadar, İSPARK Avrupa yakasında 159 lokasyonda (yol üzeri ve yol dışı) 8.903 birim kapasiteli otopark kontrol etmektedir. Asya yakasında ise, 68 lokasyonda 7.256 birim kapasiteli otopark işletmektedir.

Ulaşım Talep Yönetiminin Kuralları

Ulaşım Talep Yönetimi (UTY), başka deyişle Mobilite Yönetimi, yolculukların önemini ve değerini hesaba katarak yolculukları önceliklerine göre sıralamak ve az önemli ve yüksek maliyetli yolculukların yerine daha önemli ve düşük maliyetli yolculuklara öncelik tanıyarak, bütün sistemin verimliliğini arttırmaktadır. Araba paylaşımına, toplu taşımaya ve motorsuz yolculuğa öncelik tanıyarak, İstanbul gibi sıkışık şehirlerde, araba dolaşımının yerine *yolcu* ve *mal* dolaşımına önem vermektedir. Bu modelin temelleri şunlardır (Litman, 2005):

- Temel dolaşım hizmetlerini geliştirmek (yürüme, toplu taşıma hizmetleri, v.b.)
- Yeni yol ve otopark yapmak yerine, bu hizmetlerin verimliliğini arttırmak.

Otopark alanlarının verimli kullanılabilmesi için; yolcu bilgilendirme sisteminin geliştirilmesi, araba paylaşımının teşvik edilmesi, otopark ücretlendirilmesi ve çalışanların otomobilden başka ulaşım şekillerini kullanması için mali teşvik uygulaması gibi uygulamalar UTY'nın otoparklar için kabul ettiği yeni kurallardır. Bundan başka, akıllı büyüme, çalışma yolculuklarının azaltılması ve otopark işletmesi gibi uygulamalar UTY'nın göz önüne aldığı diğer önemli stratejilerdir.

Otopark Yönetimi

Otoparklar ulaşım sisteminin temel unsurlarından biridir, çünkü her aracın gittiği yere park edilmesi gerekmektedir. Yeterli sayıda, kolay bulunabilen, boş, ucuz, ulaşılacak yere yakın otopark yerleri sürücülerin en temel gerekliliklerini oluşturmuştur. Fakat her araç için her zaman bir otopark yeri ihtiyacını karşılamak sadece idareye mali bedel yüklemekle kalmaz, ayrıca bütün topluma çevresel bir sorun da oluşturur (European Commission, 2004).

Otopark üretme talebi otomobile bağımlılık döngüsünün önemli parçalarından biridir. Otopark talebi otomobile odaklanmış alan kullanımını planlamasıyla artmıştır. Otopark talebindeki bu artıştan dolayı, kentsel yayılmanın oluşması kaçınılmaz olmuştur. Otomobile bağımlılık döngüsü araba kullanımını teşvik ederken, taşıma şekillerinin çeşitliliğini azaltır ve kentsel yayılma oluşturur. Bu döngünün kırılmasında yardımcı olabilecek en önemli uygulamalardan biri "Otopark Yönetimi"dir. Otopark Yönetimi, mevcut park alanlarının daha verimli kullanılmasını teşvik eden, otopark kullanıcılarına verilen hizmetlerin kalitesini arttıran ve otoparkların tasarımını geliştiren çeşitli stratejiler içermektedir (Litman, 2006). En önemli stratejilerin bazıları şöyledir:

- Araba Paylaşımı,
- Otopark Ücretlendirilmesi,
- Otopark ve daire Satışlarının birbirinden ayrılması,
- Mali Teşvikler (işverenlerden sağlanan otopark nakit teklifi),
- Otopark Düzenlemeleri,
- Daha esnek otopark standartları,
- Gelir Vergilerine Dayandırılmış Otopark Ücretlerinin Arttırılması,
- Otopark Birimlerin Sayısına Dayandırılmış Otopark Ücretlerinin Arttırılması,
- Bölge Yönetmeliklerini Değiştirerek Otopark Arzının Sınırlandırılması,
- Üsteki stratejilerin değişik birleşimleri.

HANE HALKI ARAŞTIRMASININ ANALİZLERİ

BİMTAŞ'a bağlı İstanbul Metropolitan Planlama ve Kentsel Tasarım Merkezi (İMP) bünyesinde İstanbul Ulaşım Planlamasının yapılabilmesi için Hane Halkı Araştırması yapılmıştır. 170.000'den fazla yolculuktan oluşan yaklaşık 45.000 hanehalkı anketi İstanbul'un bütün zonlarında yapılmıştır. Bu araştırma ile İstanbulluların hâlihazırdaki seyahat alışkanlıklarının ve ulaşım sorunlarının belirlenmesi ve geleceğe yönelik yapılacak ulaşım planlamalarına mevcut durumdan hareketle yön verilmesi amaçlanmaktadır. Bütün bilgilerin %8'i sistematik olarak seçilerek, 13.368 yolculuktan oluşan veri, bu çalışmanın analizleri için yeterli görülmüştür. Bazı yanlış ve güvensiz bilgiler çıkarılarak, bu numunenin sayısı 12.033'e düşürülmüştür.

Ankete katılanlardan elde edilen otopark kullanımı ile önemli bir bilgi, mevcut ve geliştirilmiş toplu taşımayı düşünerek, değişik sıklıkta ücretlendirme stratejilerine karşı davranışlardır. Anketlerde bu konuyla ilgili, otomobil kullananlara, aşağıdaki gibi bir soru sorulmuştur:

“Bazı Avrupa şehirlerinde, merkez bölgelere otomobille girişlerde, trafiğin yoğun olduğu saatlerde ücret alınmakta ve bunun sonucu olarak bu bölgelerdeki trafikte rahatlama sağlanmaktadır. Benzer bir ücretlendirme uygulamasının, mevcut ve geliştirilmiş toplu taşıma sistemiyle İstanbul için yapılması durumunda nasıl davranırsınız?”

Cevap tercihleri şunlardır:

- Ücret ne olursa olsun otomobilimi kullanmaktan vazgeçerim,
- Bir ücret karşılığında otomobilimi kullanmaktan vazgeçerim ve
- Ücret ne olursa olsun otomobilimi kullanmaktan vazgeçmem.

Tablo 1'de bu soruya verilen cevaplar gösterilmiştir. Otomobil kullananların yaklaşık %36'sı çok sıkışık merkezlere mevcut toplu taşıma olanakları ile ücret ne olursa olsun ve %13'ü 1-3 YTL, %4,5'ü 4-6 YTL, %2,8'i 7-10 YTL ve %0,8 10-15 YTL tutarında bir ücret ödeme zorunda kalacakları zaman otomobillerini kullanmaktan vazgeçecekleri beyan etmişlerdir. Bununla birlikte, daha yüksek bir yüzde ise (%43,1) ücret ne olursa olsun mevcut toplu taşıma şartlarında, otomobillerini kullanmayı bırakmayacaklarını söylemişlerdir

Toplu Taşıma koşulları iyileştirildiği takdirde soruları cevaplayanların tutumları önemli derecede değişmiştir. Soruların yaklaşık %16,5'i (%52,8 - %36,3) daha toplu taşıma standartları yükseltildiği ve herhangi bir otopark ücreti uygulandığı zaman, otomobillerini kullanmaktan vazgeçmeye hazır olduklarını beyan etmişlerdir. “Ücret ne olursa olsun araba kullanmaktan vazgeçmem” diyenlerin yüzdesi de %12,8 (%42,5 - %29,7) azalmıştır. Bu sonuç, toplu taşıma koşullarının iyileştirilmesi durumunda otomobil kullananların önemli oranlarda azaltılabileceğini göstermektedir.

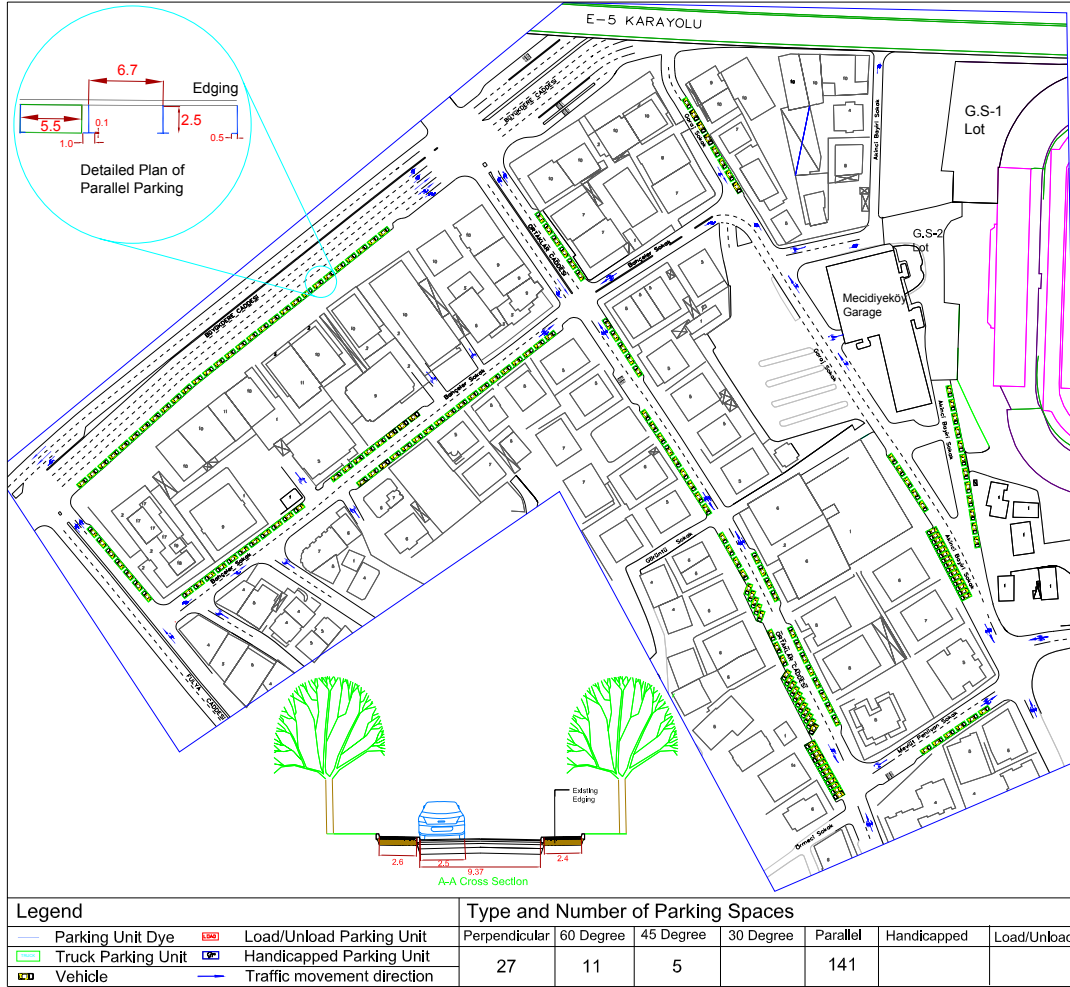
Tablo 1. Sıkışıklık Ücretlendirme Sorusu Cevapları

	Mevcut Toplu Taşıma Şartlarında		İyileştirilmiş Toplu Taşıma Şartlarında		Değişiklik	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Ücret ne olursa olsun araba kullanmaktan vazgeçerim	643	36,3	936	52,8	293	16,5
1-3 YTL karşılığında araba kullanmaktan vazgeçerim	232	13,1	200	11,3	-32	-1,8
4-6 YTL karşılığında araba kullanmaktan vazgeçerim	79	4,5	67	3,8	-12	-0,7
7-10 YTL karşılığında araba kullanmaktan vazgeçerim	50	2,8	33	1,9	-17	-1,0
11-15 YTL karşılığında araba kullanmaktan vazgeçerim	15	0,8	11	0,6	-4	-0,2
Ücret ne olursa olsun araba kullanmaktan vazgeçmem	754	42,5	526	29,7	-228	-12,9
Toplam	1773	100	1773	100		

PILOT BÖLGE İÇİN TOPLANAN VERİLERİN ANALİZLERİ

İstanbul'daki otopark durumunu daha iyi anlamak için Şişli ilçesinde Fulya Mahallesi (Şekil 2) detaylı otopark incelemeleri için pilot bölge olarak seçilmiştir. Yaklaşık 139.000 m² yüzölçümü bulunan bu mahalle trafik açısından İstanbul'daki sorunlu bölgelerden biridir ve konut, ticari ve iş gibi karışık arazi kullanımları vardır. Fulya pilot inceleme bölgesi sadece gündüz değil akşam da çok yoğun olan bir bölgedir. İstanbul'un en yoğun arterlerinden biri olan ve E-5 otoyoluna bağlanan Büyükdere Caddesi gibi bir ana arterin yanı başında bulunmaktadır. İstanbul'un en büyük otobüs istasyonlarından biri bu bölgenin içinde bulunmaktadır. Ayrıca, pilot inceleme bölgesi Mecidiyeköy durağından Taksim-4.Levent metrosuna bağlanmaktadır. Bundan dolayı, yolcuların büyük bir kısmı bu bölgede ulaşım şekilleri arasında transfer yapmaktadır. Seçilen bölge 11 blok, 17 yol üzeri cep, 2 açık otopark (her biri 100 ve 44), ve bir adet altı-katlı otopark (550 birimlik) içermektedir. Pilot inceleme bölgesinde otopark alanların dökümleri çıkarılmış, plaka izleme metoduyla otopark talebi saptanmış ve otopark problemleri ve ihlalleri gözlenmiştir.

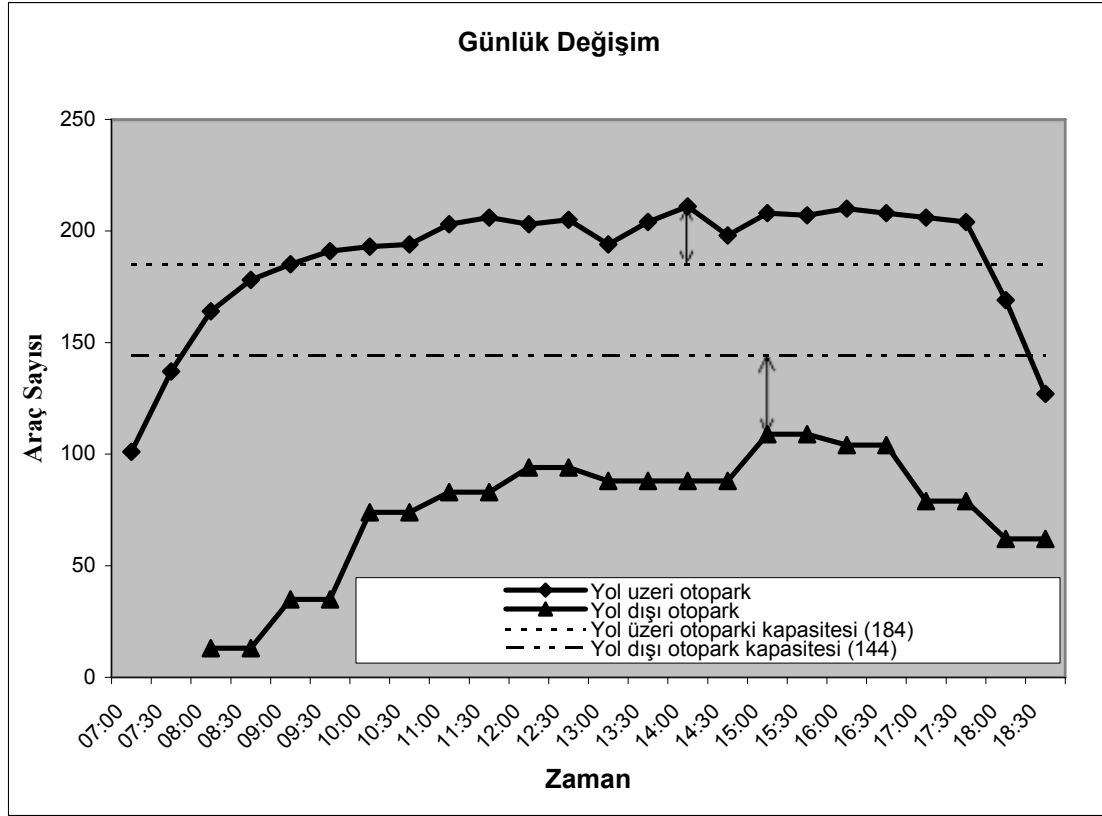
Yol üzeri ve yol dışı (otopark alanları ve binaları) park edilen araçların toplam günlük değişimleri Şekil 3'te gösterilmektedir. Yol üzeri otoparkların incelenme süresi 12 saat (07:00'den 19:00'a kadar) yol dışı otoparkların ise 11 saat (08:00'den 19:00'a kadar) olarak kararlaştırılmıştır. Yol üzeri park edilen araba sayısının en yüksek değeri (211 araç) saat 14:00'de görülmüştür. 184 birim olan yol üzeri park yeri kapasitesi 09:00'dan 18:00'a kadar aşıldığı görülüp, yol üzeri otopark doymuş ve bazı arabalar kanuna aykırı bir şekilde park edilmiştir. Diğer tarafta ise, yol dışı park edilmiş araçların sayısının bu otoparkların kapasitelerinin oldukça altında olduğu görülmüştür. Yol dışı otopark talep değişimi sadece açık otopark için yapılabilmektedir. Kapalı otoparklarda bu çalışmanın yapılabilmesi için izin alınamamıştır. Kapalı otoparklardan sadece park idarecilerinin verdiği bilgiler derlenmiştir. Açık otoparklarda en yüksek değere (109 araç) saat 16:00'da ulaşılmıştır.



Şekil. 2. Fulya Pilot bölgesi

Temel kural olarak otoparklarının %90'dan fazla dolu olması “*doymuş*” olarak kabul edilmektedir (Shoup, 2004). 17 cepten sadece 5'i doymuş gözükmemektedir. Diğer ceplerin yüzdeleri %100 ile %150 arasına değişmektedir. Yol üzeri otopark zirve birikiminin ortalamasının %115 olarak hesaplanması, arabaların büyük bir kısmının kanuna aykırı bir şekilde park edildiği anlamına gelmektedir. Diğer tarafta ise, yol dışı otoparklar için değerler çok daha alt seviyelerde seyretmiş ve zirve saatlerde bile kapasitenin sadece %51 kadarı (açık + kapalı otopark yüzdesi) kullanılmıştır. Bundan dolayı, *yetersizlik* değil *verimsiz kullanım* bu bölgenin sorunu olarak ortaya çıkmaktadır.

Tablo 2'de arazi çalışmasından elde edilen çeşitli otopark kullanım özellikleri verilmiştir. Bu bilgilerden ortalama park süresi yol üstü ve yol dışı için 1.82 ve 3,52 saat/araç olarak bulunmuştur. Yani yol üstü parklar, ortalama olarak daha kısa süreli park için kullanılmıştır. Otopark yerlerinin kullanım oranları ise yol üstü ve yol dışı otoparklar için 0,56 ve 0.13 olarak bulunmuştur. Yol dışı park yerlerinin yol üstü park yerlerine göre 4 te 1 oranında daha az kullanıldığı gözükmemektedir.



Şekil 3. Yol Üzeri Ve Yol Dışı İçin Toplam Günlük Otopark Talep Değişimi

Tablo 3'te park etme süresi ve araç-saat dağılımları verilmiştir. İki saatten fazla park edenler, yol üstü park yerleri ve yol dışı park yerleri için, sırasıyla, %19 ve %50 kadardır. Bununla birlikte, bu kategori için parklanma saatlerinin (araç x park saati) yüzdesi yol üstü park için %65, yol dışı parklanma için %84 olmaktadır. Yani uzun süreli park edilen araçların sayısı fazlaysa, kısa süreli park edilen araçlara ayrılan park birimleri o kadar azalmakta ve otoparkların verimliliğini önemli bir şekilde düşürmektedir.

Gözlenen Diğer Otopark Problemleri

Park edilmiş araçlar tarafından kaldırımların işgali, otopark alanlarının gasp edilmesi ve kanuna aykırı bir şekilde park edilmiş araçlar gibi bazı ihlaller bu bölgede tespit edilen en büyük otopark problemlerinden bazılarıdır. Çift parklanma, ana arterde yoğun saatlerde oldukça yaygın olup, önemli otopark sorunlarından bir diğeridir. Bu çift parklanma davranışı sonucunda, ana arterlerin kapasitesi önemli şekilde azalmış ve böylece trafik yoğunluğu ve gecikmeleri gözlenmiştir

Tablo 2. Yol Üzeri Ve Yol Arkası Otoparkların Bazı Parametreleri

	Park birim sayısı	Park edilen arabaların sayısı	Araç-Park saati (h)	Ortalama Park süresi	Otopark yer kullanım oranı (oto/yer/st)	Arz
Yol üzeri	184	1241	2255	1.82	0.56	1094
Yol dışı	694	463	1632	3.52	0.13	1949

Tablo 3. Park Süresi ve Araç-Park süresi dağılımı

Süre	Yol Üstü Park		Yol Dışı Park	
	Park eden %		Park Eden %	
	Araç	Taşıt-saat	Araç	Taşıt-saat
0-1h	68	23	37	10
1h-2h	12	12	13	7
2h-4h	8	13	18	17
4h-8h	5	18	16	28
> 8h	6	34	16	39
TOT	100	100	100	100

OTOPARK STRATEJİLERİNİN OLUŞTURULMASI

Fulya Pilot İnceleme Bölgesi İçin Oluşturulan Otopark Stratejileri

Yukarıda anlatılan arazi çalışmalarından Pilot bölgenin otopark sorunlarının ana nedenin mevcut otopark yerlerinin etkin bir şekilde kullanılmaması olduğu anlaşılmıştır. Bu sorunu gidermek için de *Otopark ücretlendirilmesi* ve *otopark süresi sınırlandırılması* stratejileri kullanılabilir. Bu stratejiler en basit ve kullanıcılar tarafından en kolay anlaşılacak stratejiler olarak düşünülmüştür (Litman, 2006). Ayrıca, pilot bölgesinde bazı değişiklikler ve düzenlemeler tavsiye edilmiştir. Yol üzeri otoparkların toplam sayısı, kamyon yükleme boşaltma yerleri sağlamak, yol kapasitesini fazla düşürmemek ve özürli sürücülere yer sağlamak gibi nedenlerden 184'ten 154'e indirilmiş yani yol üstü otopark arzı %16 kadar azaltılmıştır. Bu stratejilerin değerlendirilmesi aşağıda anlatılmıştır.

Sıkışıklık ücret ödemesi otopark ücret ödemesine eşdeğer olarak kabul edildiği takdirde, sürücülerin %13'ü 1-3YTL otopark ücreti ödemek zorunda kaldıkları takdirde arabalarını kullanmaktan vazgeçeceklerdir. Yol üstündeki çeşitli yerler için 1 saatle 4 saat arasında değişik kısıtlamalar düşünülmüştür. Otopark süresi sınırlandırılmasından dolayı yol üzeri otoparkları kullanmayan sürücülerin yüzdesinin yaklaşık %15'lik bir azalmaya sebep olacağı tahmin edilmiştir.

1-3YTL'lik otopark ücreti uygulandığı zaman otopark ücretlendirme stratejisinden kaynaklanan talep azalımı %13 olarak tahmin edilmiştir. Ek olarak, otopark süresi sınırlandırılması sayesinde yol üzeri otopark talebinin %15'lik bir düşüş yaşayacağı hesaplanmıştır. Otopark ücretlendirilmesi ve otopark süresi sınırlandırılması uygulandığında, otopark birim sayısı %16 azaltılmasına rağmen, yasal ve hukuka aykırı park etmiş bütün arabalara park yeri temin edilebilmektedir. Diğer tarafta ise, yol dışı otoparkların %22'sinin hala boş kalacağı tahmin edilmektedir. Yani bu stratejiler uygulanarak pilot bölgenin problemleri rahatlıkla çözülebilmektedir.

İstanbul Metropolitan Bölgesi İçin Oluşturulan Otopark Stratejileri

İstanbul geneli için uygulanabilecek otopark stratejileri aşağıda listelenmiştir:

- Otopark Ücretlendirmesi.**

2. **Otopark Düzenlemeler.** Otopark düzenlemeleri, kimin, ne zaman ve ne kadar süreyle otoparkları kullanacağını kontrol etmektedir (Litman, 2006).
3. **Otopark Paylaşımı.** Örneğin, çalışanlar tarafından gündüz kullanılan otoparklar akşamları da restoranlar tarafından kullanılabilir.
4. **Otopark-daire Satışı Ayrılması.** Otopark ve dairelerin birbirinden ayrı olarak ayrı satılması veya kiralanması demektir.
5. **Mali Teşvikler (işverenlerden sağlanan otopark nakit teklifi).** Alternatif ulaşım şekillerinin kullanımının teşvik edilmesi ve özellikle zirve saatlerde otopark kullanımının azalması için çalışanlara mali teşvikler sunulabilir.
6. **Gelir Vergilerine Dayandırılmış Otopark Ücretlerinin Artırılması.** Otopark ücretlendirmesini teşvik edecek bir diğer verimli yol, otopark ihtiyacını karşılayanların gelirlerine göre vergilendirmektir. Bu vergiler de otoparkı kullananlara yansıtılarak kullanım azaltılacaktır.
7. **Otopark Etkilenme ücretleri.** Otopark sayısını arttırmak sadece yapım maliyeti değil aynı zamanda bütün ulaşım sistemine bir maliyet getirir. Bu durumda hükümet veya mahalli idareler müteahhitlere tek seferlik bir vergi uygulayarak bunun maliyetini çıkarabilirler. Bundan dolayı, müteahhitler sadece çok gerekli olan otopark sayısını sağlayacaklardır.
8. **Üsteki stratejilerin değişik birleşimleri.** Belli bölgelerde sadece bir strateji kullanmanın yerine, iki ya da üç tanesinin beraber uygulanması çok daha verimli sonuçlar yaratabilir.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmanın sonuçları ve önerileri aşağıda özetlenmiştir:

- Anket yapılan kişilerin yaklaşık %16,5'i toplu taşıma standartları yükseltildiği zaman otomobillerini kullanmaktan vazgeçmeye hazırdılar.
- Uzun süreli yol üzeri park edilen arabaların sayısı yol üzeri otoparkların verimliliğini önemli bir şekilde düşürmektedir.
- Yol üzeri otoparkları, yol dışında olanlardan daha fazla kullanılmaktadır.
- Yol dışı otoparkların sayısını arttırmak yerine (yeni otoparklar inşa ederek) yol üzeri otoparkların verimliliğini geliştirmek, İstanbul'un birçok bölgesinde otopark sorununa bir çözüm getirebilir.
- Otopark ücretlendirme ve otopark süresi sınırlandırılması sayesinde elde edilen yol üzeri talep azalımı %26 olarak tahmin edilmiştir.
- Otopark kullananların toplu taşımaya kaymak yerine ücretlendirilmemiş otoparklara yönelmesi hipotezini test etmek için daha fazla araştırma gerekmektedir.
- Otopark sayısı düşürüldüğünde, satışlara ve bölgesel ekonomiye nasıl bir etki yarattığı daha fazla araştırma gerektirmektedir.

TEŞEKKÜR

Bizlere hane halkı verilerini sağlayarak bu çalışmanın yapılabilmesini mümkün kılan İstanbul Metropolitan Planlama ve Kentsel Tasarım Merkezinden Doç. Dr. Murat Çelik ve Orhan Aktaş'a ve mevcut otopark bilgilerini bizlerle paylaştığı için İSPARK A.Ş.den Sayın Abdullah Demir'e teşekkürlerimiz sunarız.

KAYNAKLAR

Alpkokin, P., Y. Hayashi, J. Black, H. Gerçek, 2005, *İş Yerlerinin Çok Merkezli Büyümeleri ve Bunun Kent Seyahat Şekillerine Etkisi: İstanbul Örneği*, Doğu Asya Topuluğunun Ulaşım Çalışmaları Dergisi (Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies), Vol. 6, pp. 3835 – 3850.

Ergün, G. and N. Şahin, 2006, *Trafik Sikişiklik Yönetimi Sistemi:İstanbul Uygulaması*, Yedinci Uluslararası İnşaat Mühendisliğinde Gelişmeler Kongresi, 11-13 Ekim 2006 Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

European Commission (EC), 2001, White Paper, *2010 için Avrupa Ulaşım Politikası*, http://ec.europa.eu/comm/transport/white_paper/documents/doc/1b_texte_complet_en.pdf

European Commission, Çevre Genel Müdürlüğü, *Kent sokaklarının İnsanlar için Tekrar Alınması, Karışıklı veya Hayat Kalitesi? (Reclaiming city streets for people, Chaos or quality of life?)*, 2004, http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/streets_people.pdf

Kumares, C. S., July 2003, *Sürdürülebilirlik ve Kent Toplu Taşıma (Sustainability and Urban Public Transportation)*, Journal of Transportation Engineering.

Türk İstatistik Enstitüsü Web sitesi, 2005, Bakıldığı tarih, November 2006, <http://tuikapp.tuik.gov.tr/BolgeselIstatistik/tabloOlustur.do>

Todd Litman, Victoria Transport Policy Institute, *Ulaşım Talep Yönetimi Ansiklopedisi (TDM Encyclopedia)*, Nisan 2006, *Otopark Yönetimi, Stratejileri, Değerlendirmesi ve Planlanması (Parking Management, Strategies, Evaluation and Planning)*, http://www.vtpi.org/park_man.pdf

Victoria Transport Policy Institute, *Ulaşım Talep Yönetimi Ansiklopedisi TDM Encyclopedia*, May 2006, *Otopark Kaynaklarının Daha Etkin Bir şekilde Kullanılması İçin Otopark Yönetimi, Stratejileri (Parking Management, Strategies for More Efficient Use of Parking Resources)*, <http://www.vtpi.org/tdm/tdm28>

Bağ Akım Yayılımı Modellemesi İçin Çözümlemeli Bir Karma Model

Hilmi Berk Çelikoğlu, Ergun Gedizlioğlu

İTÜ İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ulaştırma Anabilim Dalı, 34469, Maslak, İstanbul.

Tel: (212) 285 37 98

Epostalar: hbcelikoglu@ins.itu.edu.tr, egedizlioglu@ins.itu.edu.tr

Öz

Bu çalışmada; karayolu trafik ağlarında akım yayılımı modellemesi yapan ve dinamik ağ yüklemesi sürecine tümleştirilebilen karma yapıda bir çözümlemeli bağ modelinin matematik yapısı ile geçerlilik sınaması özetlenmiştir.

Önerilen karma-boyut bağ modeli, aşırı-doygun akım durumu irdelenerek geliştirilmiştir. Bu model; başarımlı fonksiyonu olarak bağ çıkış fonksiyonu kullanan, çözüm için zaman boyutunda ayrıklaştırma gerektiren, aşırı-doygun durumlar için kapasite kısıtı içeren ve taşıt hareketini düzgün ivmelendirerek gerçekçi akım dinamikleri temsiline olanak sağlayan çözümlemeli bir modeldir. Bağ modeli bileşeninin geçerlilik sınaması aşırı-doygun kuramsal verinin tek bir bağ üzerinde denenmesi ile yapılmıştır.

Önerilen model yapısının; özellikle aşırı-doygun akım dinamiklerini, varolan diğer bazı modellere kıyasla daha gerçekçi biçimde temsil ettiği ve hesaplanan çıktı akımlarının kapasite kısıtına ve kuramsal eğrilere uyduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Karma-boyut modeli; bağ modeli; akım yayılımı modellemesi

Giriş

Dinamik ağ yükleme (DAY) problemi; zaman-bağımlı yol talep akımlarından, zaman-bağımlı akım hacmi, yoğunluk ve hız değişkenlerinin gösterimini ifade eder. DAY modelleri, verilen bir ağ üzerindeki taşıtların, başlangıç düğüm noktasından varış düğüm noktasına olan zaman-bağımlı yol tercihleri şeklinde tanımlanan dinamik trafik atama (DTA) probleminin ayrılmaz bir bileşenidir. DAY problemi, pek çok farklı model düzeni içerisinde çalışılmaktadır. Model yapısındaki çeşitlenme; problemi çözmek için yapılan varsayımlara, trafik akımını modellemek için kullanılan yaklaşıma ve kontrol değişkenlerini hesaplamak için kullanılan başarımlı fonksiyona bağlıdır.

DAY modelleri, bağ temelli ve düğüm noktası temelli olarak sınıflandırılabilirler gibi, DAY problemini çözmek ve bağ ile ağ başarımlarını modellemek için yapılan iki kuyruklanma varsayımına (nokta kuyruklanma ve fiziksel kuyruklanma) göre de sınıflandırılabilirler. Modelleme yaklaşımına göre trafik akım modelleri ise kabaca; kaba-boyut (makroskopik), karma-boyut (mezoskopik) ve ince-boyut (mikroskopik)

modeller olarak kümelendirilmiştir. Gerek bağ temelli gerekse de düğüm noktası temelli modeller iki farklı başarımlı fonksiyonu üzerinde geliştirilmiştir. Bunlar; bağ çıkış fonksiyonu kullanılarak geliştirilen modeller (örnek olarak: Merchant and Nemhauser, 1978a, b; Carey, 1987; Friesz et al., 1989; Wie et al., 1994) ve yolculuk zamanı fonksiyonu kullanılarak geliştirilen modellerdir (örnek olarak: Ran et al., 1993; Friesz et al., 1993; Astarita, 1996; Wu et al., (1998); Xu et al., (1999); Zhu and Marcotte, (2000); Carey et al., 2003; Celikoglu, 2006).

Bu çalışmada; karayolu trafik ağlarında akım yayılımı modellemesi yapan ve dinamik ağ yüklemesi sürecine tümleştirilebilen karma yapıda bir çözümlemeli bağ modelinin (Gedizlioglu ve Dell'Orco, 2004; Dell'Orco, 2006) matematik yapısı ile geçerlilik sınaması (Celikoglu and Dell'Orco, baskıda) özetlenmiştir.

Karma-benzetim Bağ Modeli

Karma-benzetim modellerinde; taşıtların, ayrık taşıt kümeleri olarak gruplandırıldığı ya da sürekli taşıt kümeleri içerisinde yayıldığı varsayımı yapılır. Karmabenzetim uygulamalarında sıkça kullanılan modellerde taşıtlar, ayrık taşıt kümeleri boyutunda gruplandırılır ve herbir taşıt kümesi, tek bir taşıtmış gibi ele alınır (Leonard et al., 1989). Bu modeller taşıt kümeleri, bağa giriş zamanlarına göre düzenlenmiştir. Taşıt kümelerinin bağ üzerindeki yolculuk süreleri ise; düğüm noktalarındaki kayıpların, bağ üzerindeki mevcut akım hacminin bir fonksiyonu olduğu varsayılarak hesaplanır. Bağa giren ya da bağdan çıkan akımların, uygun zaman aralıklarında eklenmesi ya da çıkarılması ile bağdaki akım hacmi hesaplanır. Bu çalışmanın bağ bileşeni kapsamında değerlendirilen model, bağ çıkış akım fonksiyonu yöntemi kullanılarak, zaman boyutu ayrıklaştırılarak, ortalama bir hız atamak yerine taşıt gruplarını düzgün ivmelendirerek ve aşırı doygun akımlar için kapasite kısıt kuralları belirleyerek oluşturulmuştur. Modelin; belirlenen bir başarımlı ölçütünü sağlayacak şekilde, bir algoritma yardımıyla hesaplanan döngüsel bir yapısı vardır. Kullanılan karmabenzetim modelinde; ayrık taşıt kümesi içerisindeki taşıtların tamamının, kümenin ön kısmında gruplandırıldığı ve yalnız tek kullanıcı sınıfı olduğu varsayımı yapılmıştır. Aşağıda sıralanan kabullere göre, hız ile yoğunluk arasında geçerli bir ilişki olduğu söylenebilir.

- Bağ üzerindeki tüm taşıt grupları için hız değeri aynıdır.
- Taşıtların hareketleri, üniform olarak ivmelendirilmiştir.
- Taşıtlar, herbir taşıt kümesinin ön kısmında gruplanmıştır.

Bağ Modelinin Kuramsal Yapısı

P, ağ üzerindeki olası güzergahlar kümesi olmak üzere, aynı j zaman aralığında ayrılan ve aynı p ($p \in P$) güzergahını izleyen taşıtlar kümesi (j, p) olsun. Buna göre bağ modeli değişkenleri aşağıda sıralanmıştır.

- $m_{j,p}$: (j, p) taşıt kümesindeki toplam taşıt sayısıdır.
- $a^i(t)$: [t, t+ Δt] zaman aralığında i bağı üzerindeki tüm taşıtlar için aynı ve sabit olan ivme değeridir.
- $n_{j,p}^i(t)$: i bağında t anında bulunan (j, p) taşıt kümesine ait taşıt sayısıdır.

- $s_{j,p}^i(t)$: t anında (j, p) taşıt kümesinin ön kısmının i bağı üzerindeki konumudur. Eğer (j, p) taşıt kümesi i bağı üzerinde değilse, $s_{j,p}^i(t)$ nin değeri 0 olur.
- $n^i(t)$: t anında i bağı üzerindeki taşıt kümelerine ait toplam taşıt sayısıdır.
- $k^i(t)$: t anında i bağı üzerindeki yoğunluk değeridir.
- $N^i(t)$: kapasite kısıtına bağlı olarak t anında i bağından çıkan toplam taşıt sayısıdır.
- $\overline{N^i(t)}$: kapasite kısıtına bağlı olarak t anında i bağından çıkamayan (bağda kalan) toplam taşıt sayısıdır.
- d^i : i bağının uzunluğudur.
- $V^i(t)$: t anında i bağı üzerinde bulunan tüm taşıtlar için aynı olan hız değeridir.
- $w^i(t)$: t anında i bağından çıkan hacimdir.

Hızın, ortalama yoğunluk $k^i(t)$ nin bir fonksiyonu olduğu kabulü yapılmıştır ($V^i(t) = V(k^i(t))$), ve $k^i(t) = n^i(t)/d^i$. Dolayısıyla, bir önceki bölümde verilen varsayımlar da dikkate alınarak bir bağ üzerindeki toplam taşıt sayısı (1) bağıntısında verildiği gibi hesaplanabilir.

$$n^i(t) = \sum_{p \in P} \sum_{j \leq t} n_{j,p}^i(t) \quad (1)$$

Hız ile yoğunluk arasında geçerli bir ilişki (Greenshields, 1935) olduğu varsayılarak $V^i(t)$, $n_{j,p}^i(t)$, ve $s_{j,p}^i(t)$ değişkenlerinin yardımıyla; (2), (3), (4) ve (5) numaralı bağıntılar ile verilen ilişkiler serisi yazılabilir.

$$s_{j,p}^i(t) = s(V^i(t - \Delta t), V^i(t), s_{j,p}^i(t - \Delta t)) \quad (2)$$

$$n_{j,p}^i(t) = n(s_{j,p}^i(t), s_{j+1,p}^i(t)) \quad (3)$$

$$N^i(t) = N(\overline{N^i(t - \Delta t)}, n^i(t)) \quad (4)$$

$$V^i(t) = V(N^i(t)) \quad (5)$$

Burada; $j > t$ iken $n_{j,p}^i(t) = 0$ ve s, n ve V sürekli fonksiyonlardır. t anında i bağından çıkan akım hacmi $w^i(t)$, (6) bağıntısında gösterildiği gibi $N^i(t)$ 'nin bir fonksiyonu olarak ifade edilir.

$$w^i(t) = w(N^i(t)) \quad (6)$$

(5) bağıntısı ile hesaplanan hız değeri, taşıt kümesinin ardındaki taşıt sayısına da bağlıdır. Bu varsayımın etkisi, $\Delta t \rightarrow 0$ yaklaşırken daha azalmaktadır. Değişkenlere ilişkin toplulaştırmalar yapıldığı için, tüm karmabenzetim modellerinde bu eksiklik vardır. Bu varsayıma göre; (3) bağıntısı ile verilen taşıt sayısı $n_{j,p}^i(t)$, artık yalnızca $s_{j,p}^i(t)$ 'nin bir fonksiyonudur ve (7) bağıntısında gösterildiği gibi yalnızca iki değer alabilir.

$$n_{j,p}^i(t) = \begin{cases} s_{j,p}^i(t) = 0 \Rightarrow 0 \\ s_{j,p}^i(t) > 0 \Rightarrow m_{j,p} \end{cases} \quad (7)$$

Dolayısıyla, oluşturulan modele ait ilişkiler; (8), (9), (10), (11), (12) ve (13) bağıntılarında verildiği gibi düzenlenir.

$$s_{j,p}^i(t + \Delta t) = s(V^i(t), V^i(t + \Delta t), s_{j,p}^i(t)) \quad (8)$$

$$n_{j,p}^i(t + \Delta t) = \begin{cases} s_{j,p}^i(t + \Delta t) = 0 \Rightarrow 0 \\ s_{j,p}^i(t + \Delta t) > 0 \Rightarrow m_{j,p} \end{cases} \quad (9)$$

$$n^i(t + \Delta t) = \sum_{p \in P} \sum_{j \leq t} n_{j,p}^i(t + \Delta t) \quad (10)$$

$$N^i(t + \Delta t) = N(\overline{N^i(t)}, n^i(t + \Delta t)) \quad (11)$$

$$V^i(t + \Delta t) = V(N^i(t + \Delta t)) \quad (12)$$

$$w^i(t + \Delta t) = w(N^i(t + \Delta t)) \quad (13)$$

Temel fizik yasalarına göre hız ve alınan yola ilişkin ifadeler, (14) ve (15) bağıntılarında verildiği gibidir.

$$V^i(t + \Delta t) = V^i(t) + (a^i(t) \cdot \Delta t) \quad (14)$$

$$s_{j,p}^i(t + \Delta t) = s_{j,p}^i(t) + V^i(t)\Delta t + \frac{1}{2} a^i(t)\Delta t^2 \quad (15)$$

(8), (9), (10), (11), (12) ve (13) bağıntıları ile ifade edilen model, hız değişkeni $V^i(t+\Delta t)$ 'ye ait (12) ve (14) bağıntıları ile hesaplanan iki farklı ile bir sabit-nokta problemidir. Çalışmada sabit-nokta problemi, "ardışık ortalamalar yöntemi" adı verilen algoritma (Cascetta, 2001) kullanılarak döngüsel bir yapı içerisinde çözümlenmiştir. Hız değeri önce (14) bağıntısı ile hesaplanır. Daha sonra (8)-(13) bağıntıları ile tanımlanan modele atanır. $V_y^i(t+\Delta t)$; i bağı üzerinde, $t+\Delta t$ anındaki hızın, y^{inci} döngüdeki değerini göstermek üzere, hız değeri (16) bağıntısında verilen algoritma ile hesaplanabilir.

$$V_{y+1}^i(t + \Delta t) = \left(\frac{1}{y} \cdot V(N(n(s(V_y^i(t + \Delta t)))) \right) + \left(\frac{(k-1)}{k} \cdot (V_y^i(t + \Delta t)) \right) \quad (16)$$

Döngü; verilen algoritmayla hesaplanan ardışık iki hız değeri arasındaki fark, istenen değere geldiğinde durdurulmuştur. Elde edilen hız değerleri ile hesaplanan yeni ivme değeri (17) bağıntısında verildiği gibi elde edilir.

$$a^i(t + \Delta t) = \frac{(V^i(t + \Delta t) - V^i(t))}{\Delta t} \quad (17)$$

Önerilen yeni modele ait temel akım hacmi kısıtı kuralı, model içerisinde hesaplanan akım hacmi değeri ile bağa atanan kapasite değerinin karşılaştırılmasını gerektirir. C^i, i

bağının kapasitesi olmak üzere; anlatılan döngüsel süreç içerisinde, bir bağ üzerindeki taşıt sayısı, kapasite kısıtına göre düzeltilir.

$$N^i(t + \Delta t) = \begin{cases} \overline{N^i(t)} + n^i(t + \Delta t) & \text{eger } \overline{N^i(t)} + n^i(t + \Delta t) \leq C^i \cdot \Delta t \\ C^i \cdot \Delta t & \text{eger } \overline{N^i(t)} + n^i(t + \Delta t) > C^i \cdot \Delta t \end{cases} \quad (18)$$

(8)-(15) denklem serisi ile taşıt kümelerinin hareketleri ayrıntılı olarak irdelenebilir. (18) bağıntısıyla ise, bağ performansının toplulaştırılmış olarak ele alındığı görülmektedir. Dolayısıyla, önerilen bağ modeli tam bir karma-boyut modelidir. Model ile çözümleme döngüsel bir yapı gerektirse de, modele ilişkin hesaplamalar, programlama yardımıyla kolayca elde edilebilmektedir.

Bağ Modelinin Geçerlilik Araştırması

Önceki bölümde irdelenen matematik yapı ile oluşturulan ve kodlanan model algoritması ile; önce modelin geçerliliği, tek tepeli sinüsoidal kuramsal verinin de yardımıyla araştırılmıştır. Daha sonra, bir bağ üzerindeki akım trafik akımı benzetimi gerçek veri yardımı ile sınanıp (Celikoglu and Dell'Orco, baskıda), sonuçları kabul gören temel bazı modellerin (Merchant and Nemhauser, 1978a; Friesz et al., 1993; Leonard et al., 1989) sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Kuramsal Veri ile Sınama

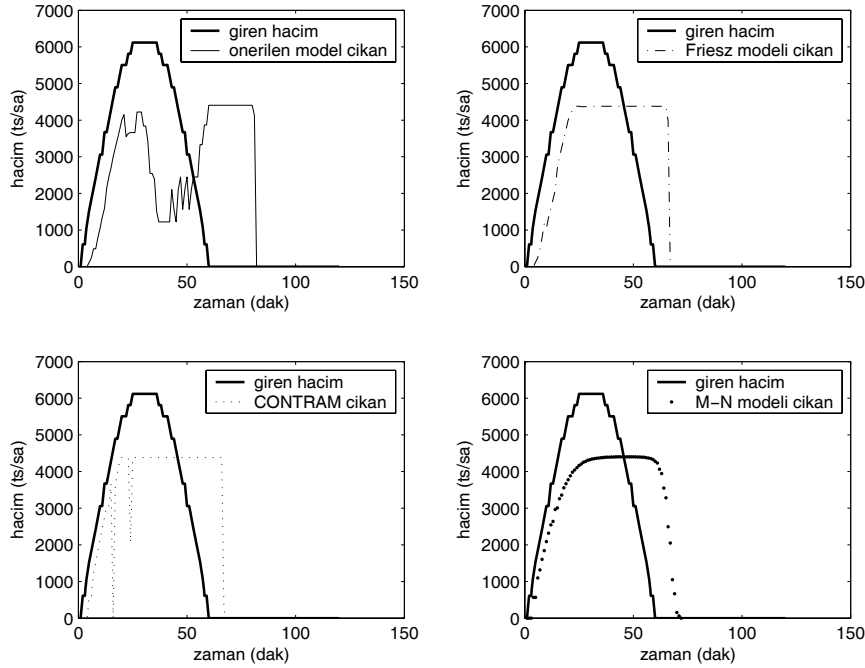
İlk sınama, 4 km uzunluğuna ve 4400tş/sa kapasiteye sahip bir bağ olduğu varsayılarak yapılmıştır. Önerilen bağ modelinin, aşırı-doygun akımda çalışabilirliğini değerlendirebilmek için, en büyük akım hacmi 6120tş/sa olarak atanmıştır. Modelin ayrık zamanlı olmasından dolayı, benzetim (ardışık yaklaşım) zaman dilimi bir saniye alınmıştır. Bağ üzerinde en büyük yoğunluk değeri aşıldığında, artık yoğunluğu (en büyük yoğunluk değerinden arda kalan yoğunluk) oluşturan taşıtların (ya da artan taşıtların), bağa girişten önce bir tampon bölgede depolandığı varsayımı yapılmıştır. Bu varsayım bir diğer anlamda, modelin karmabenzetim yapısı içerisinde nokta-kuyruklanma varsayımıdır. Bağ üzerindeki taşıt akışında tıkanmayı önlemek için ise, en büyük yoğunluk değeri aşıldığı durumlarda 10km/sa'lık bir sürünme hızının (en küçük hız) olduğu varsayılmıştır.

Aşırı yoğun olmayan durumlarda, hız değerini hesaplamak için Greenshields'in (1935) hız-yoğunluk ilişkisi kullanılmıştır. Herbir taşıt kümesinin hızı $V^i(t)$; (19) bağıntısıyla verilen serbest akım hızı F^i ile ortalama yoğunluk $k^i(t) = N^i(t)/d^i$ 'nin yerlerine konulmaları ile elde edilen hız denklemi, (20) bağıntısı ile verilmiştir. Burada k_{eb}^i , i bağına ait en büyük yoğunluk değeridir.

$$F^i = 4 \cdot \frac{C^i}{k_{eb}^i} \quad (19)$$

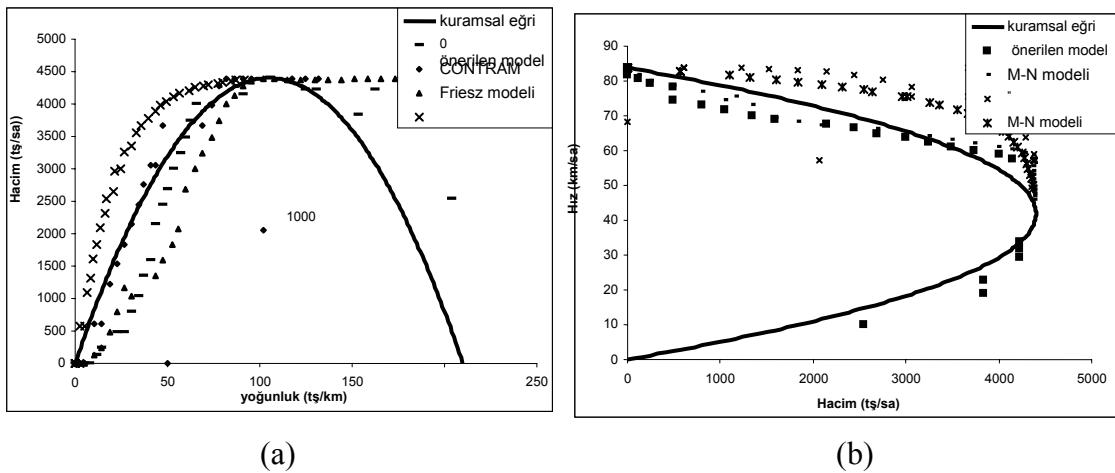
$$V^i(t) = 4 \cdot \frac{C^i}{k_{eb}^i} \cdot \left(1 - \frac{N^i(t)}{d^i \cdot k_{eb}} \right) \quad (20)$$

Kuramsal veri ile sınanan modelin akım hacmi çıktıları, varolan diğer kababenzetim ve karmabenzetim modellerinin çıktıları ile Şekil 1'de karşılaştırılmıştır.



Şekil 1 Aşırı-doygun kuramsal giriş akım hacmi ile sınanan her bir modelin giren-çıkan akım hacmi diyagramları.

Benzetimi yapılan modellerin davranışını ve sonuçlarını, kuramsal eğriler yardımıyla değerlendirilebilmesi için, trafik akımının temel ilişkilerine ait akım hacmi-yoğunluk ve hız-akım hacmi grafikleri, sırasıyla Şekil 2a ve b'de gösterilmiştir.



(a)

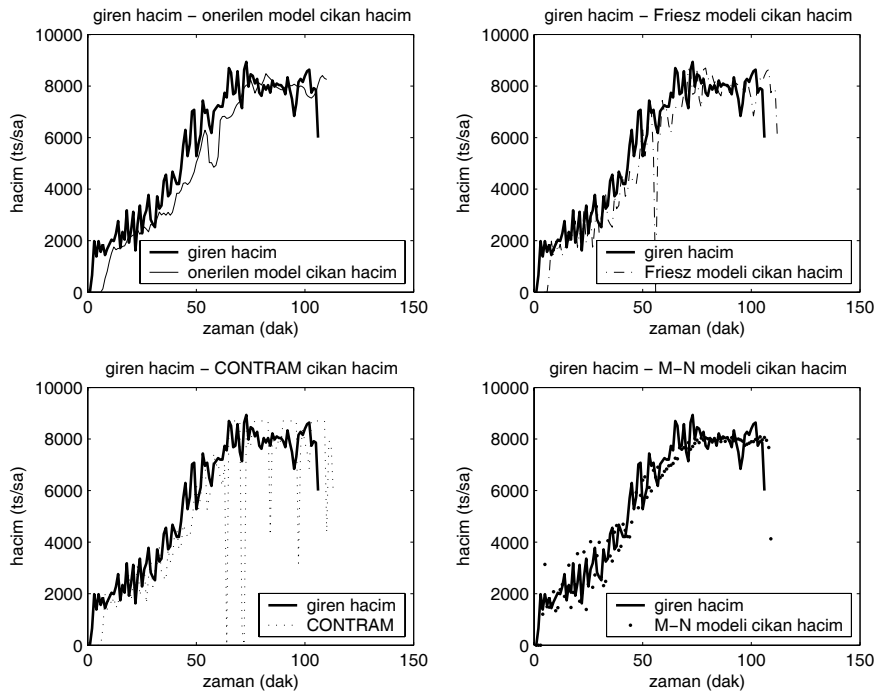
(b)

Şekil 2 a) Akım hacmi-yoğunluk grafiği (kuramsal veri ile). b) 3 Hız-akım hacmi grafiği (kuramsal veri ile).

Önerilen yeni modelin, aşırı-doygun akım bölgesinde değerler üretebiliyor olması (Şekil 2a ve b), modelin doygun akımlar söz konusu olduğunda da kullanılabilirliğini göstermektedir.

Gerçek Veri ile Sınama

Geliştirilen algoritma, Boğaziçi Köprüsü'nde toplanan veri (Gedizlioğlu ve Dell'Orco, 2004) ile sınanmıştır. Köprü'nün, Anadolu yakası girişi ve Avrupa yakası çıkışındaki akım hacimleri veri kümesini oluşturmuştur. Gözlem aşamasında, beşer saniyelik aralıklar boyutunda toplanan ham veri, birer dakikalık zaman boyutunda toplulaştırılarak kullanılmıştır. Gözlem kesiti 4 km uzunluğunda ve 3 + 1 şeritlidir. Modele bağ için atanan kapasite 8700tş/sa'tir. Köprü üzerindeki çıkış akım hacmi ile farklı modellerin hesapladığı çıkış akım hacimleri Şekil 3'te karşılaştırılmıştır.



Şekil 3 Köprüye giriş akım hacmi ile sınanan her bir modelin çıktığı akım hacmi diyagramı.

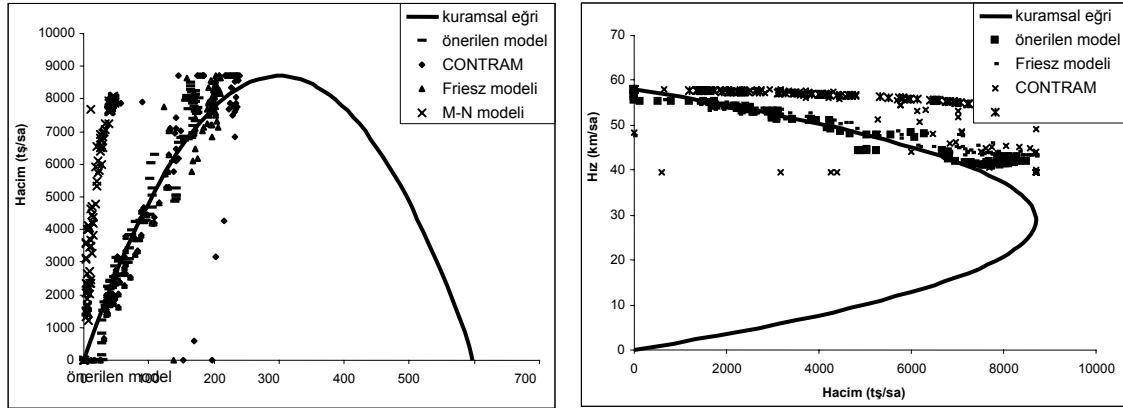
Gerçek verinin uygulandığı modellerin çıktıları, benzetimlerin gözlemlere olan benzerliğini değerlendirebilmek için, ortalama karesel hata yüzdesinin karekökü (OKHYK) ve determinasyon katsayısı (R^2) gibi bazı istatistik başarımlar ölçütlerini hesaplamada kullanılmıştır. Böylelikle, gözlemlerle yapılan karşılaştırmalarla eşzamanlı olarak, modeller arasında da karşılaştırma yapılmış olmuştur. Karşılaştırılan modellerin sonuçları ile gözlemler yardımıyla hesaplanan başarımlar ölçütleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo1 Model Sonuçları Yardımıyla Hesaplanan Başarım Ölçütleri

	Determinasyon katsayısı	OKHYK	Benzetim süresi (dakika)
Önerilen model	0.921	27.510	110
Merchant–Nemhauser'in modeli	0.951	18.838	109
Friesz'in modeli	0.869	28.203	112
CONTRAM	0.716	32.199	113

Başarım ölçütleri irdelendiğinde; benzetim süreleri arasında çok az farklılıklar olmasına karşın, önerilen yeni model, Friesz'in (Friesz et al., 1993) kababenzetim modeli ve CONTRAM kadar geçerli sonuçlar verebilmektedir. Doygunluk-altı akım durumunda en iyi sonucu veren M-N modelidir. Fakat bu model, aşırı doymunluk durumunda gerçek dışı sonuçlar üretmektedir (Şekil 1, 2a ve b).

Benzetimi yapılan modellerin karşılaştırmasını daha belirginleştirmek için, model sonuçları yardımıyla akım hacmi-yoğunluk ve hız-akım hacmi ilişkilerinin, kuramsal eğrilere yakınlığı Şekil 4a ve b'de gösterilmiştir.



(a)

(b)

Şekil 4 a) Gerçek veri ile yapılan benzetim sonucu elde edilen akım hacmi-yoğunluk ilişkileri. b) Gerçek veri ile yapılan benzetim sonucu elde edilen hız-akım hacmi ilişkileri.

Kapasite kısıtı olan yeni modelin irdelemesi, benzetim sırasında oluşturduğu bir takım kritik değerler yardımıyla yapılmıştır. Model içerisinde hesaplanan en büyük çıkış akım hacmi (q_{EB}) ve en küçük hız değeri (V_{EK}) yardımı ile en büyük yoğunluk değeri hesaplanmıştır. Bu değerler, herbir modelin kapasite kullanım oranları ile birlikte Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2 Gerçek Veriyle Hesaplanan Akım Özelliklerinin Kritik Değerleri.

	en büyük çıkış akım hacmi	en küçük hız V_{EK} (km/sa)	en büyük yoğunluk q_{EB}/V_{EK}	kapasite kullanım oranı
--	---------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	-------------------------

	q_{EB} (tş/sa)		tş/km)	q_{EB}/C
önerilen model	8484	40.90	207	0.98
M-N modeli	8085	53.30	152	0.93
Friesz'in modeli	8700	42.94	203	1.00
CONTRAM	8700	39.50	221	1.00

Sonuçlar

Değişken ağ yüklemesi için literatürde önerilen modellerin, incebenzetim yaklaşımıyla oluşturulduklarında, kalibrasyonlarının zor olduğu görülmüştür. Kababenzetim yaklaşımıyla oluşturulan modellerde ise, kapasiteye ve yoğunluğa ilişkin ciddi kısıtlamalar ve düğüm noktalarında akım sürekliliğini sağlama zorunluluğu vardır. Geliştirilen karmabenzetim modelinde; ayrık taşıt kümeleri hareketlerinin düzgün olarak ivmelendiği varsayılmış ve zaman boyutunda kısa aralıklarda ayrıklaştırma yapılmıştır. Dolayısıyla, sabit hız varsayımından kaçınılarak, gerçeği daha iyi ifade eden trafik dinamikleri elde edilmiştir. Farklı modellerin hız eğrileri karşılaştırıldığında, en düşük hız değerini, önerilen modelin ürettiği görülmüştür. Karşılaştırma yapan diğer model algoritmaları hız değerini ortalama yaklaşımına göre hesaplarken, önerilen model ivmelenmeleri de dikkate alarak hız hesaplaması yapmaktadır. Dolayısıyla, aşırı-doygun durumlardaki akım düzenini, önerilen modelin daha iyi ifade ettiği söylenebilir. Başka bir deyişle, önerilen model, trafik akımının temel eğrilerine karşılaştırılan diğer modellerden daha iyi uyum sağlamaktadır. Modele atanan sürünme hızı değerine yaklaşılması, önerilen modelin aşırı-doygun durumlarda gerçekçi değerler üretebildiğini desteklemektedir.

Kuramsal veri ile yapılan sınamalarda, önerilen modelin kuramsal eğrilere tam olarak uyum sağlayamadığı görülmüştür. Bunun nedeni, tüm kuramsal modelleri bazı gerçek dışı varsayımlara göre yapılandırılmış olmasıdır. Dolayısıyla, önerilen modelin başarımlı değerlendirilmesi gerçek veri ile yapılmıştır. Elde edilen istatistik ölçüt değerleri, hız eğrileri ve ivmelenme davranışı, önerilen modelin kullanımının diğer modellere kıyasla daha uygun olduğunu göstermektedir.

Kaynaklar

Astarita, V. (1996) A continuous time link model for dynamic network loading based on travel time function. Proceedings, 13th International Symposium on Transportation and Traffic Theory, 87-102, Lyon, France.

Carey, M. (1987) Optimal time-varying flows on congested network. Operations Research, Vol. 35, No. 1, pp. 58-69.

Carey, M., Ge, Y. E. and M. McCartney (2003) A whole-link travel time model with desirable properties. Transportation Science, Vol. 37, No. 1, pp. 83-96.

Cascetta, E. (2001) Transportation systems engineering: theory and methods. Applied Optimization Series, Kluwer Academic Publishers.

Celikoglu, H. B. (2006) A dynamic node model with a quadratic travel time function based link model. Proceedings, 11th EWGT Meeting, 658-666, Bari, Italy.

Celikoglu, H. B. and M. Dell'Orco (baskıda) Mesoscopic simulation of a dynamic link loading process. Transportation Research Part C.

Dell'Orco, M. (2006) A dynamic network loading model for mesosimulation in transportation systems. European Journal of Operational Research, Vol. 175, No. 3, pp. 1447-1454.

Friesz, T. L., Bernstein, D., Mehta, N. J., Tobin, R. L. And S. Ganjalizadeh (1989) Dynamic network traffic assignment considered as a continuous time optimal control problem. Operations Research, Vol. 37, No. 6, pp. 893-901.

Friesz, T. L., Bernstein, D. H., Smith, T. E., Tobin, R. L. and B. W. Wie (1993) A variational inequality formulation of the dynamic network user equilibrium problem. Operations Research, Vol. 41, No. 1, pp. 179-191.

Gedizlioğlu, E. ve M. Dell'Orco (2004) A mesosimulation model of within-day dynamics in transportation systems. TÜBİTAK-CNR ortak araştırma projesi raporu, İÇTAG-I918-CNR, İstanbul, Türkiye.

Greenshields, B. D. (1935) A study in highway capacity. Highway Research Board Proceedings, Vol. 14, pp. 448-477.

Leonard, D. R., Gower, P. and N. B. Taylor (1989) CONTRAM: Structure of the model, TRRL Research Report 178, Crowthorne.

Merchant, D. K. and G. L. Nemhauser (1978a). A model and an algorithm for the dynamic traffic assignment problem. Transportation Science, Vol. 12, No. 3, pp. 183-199.

Merchant, D. K. and G. L. Nemhauser (1978b) Optimality conditions of a dynamic traffic assignment model. Transportation Science, Vol. 12, No. 3, pp. 200-207.

Ran, B., Boyce, D. E. And L. J. LeBlanc (1993) A new class of instantaneous dynamic user-optimal traffic assignment models. Operations Research, Vol. 41, No. 1, pp. 192-202.

Wie B. W., Tobin R. L. And T. L. Friesz (1994) The augmented lagrangian method for solving dynamic network traffic assignment models in discrete time. Transportation Science, Vol. 28, No. 3, pp. 204-220.

Wu, J. H., Chen, Y. and M. Florian (1998) The continuous dynamic network loading problem: A mathematical formulation and solution method. Transportation Research, Vol. 32B, No. 3, pp. 173-187.

Xu, Y., Wu, J. H., Florian, M., Marcotte, P. and D. L. Zhu (1999) Advances in the continuous dynamic network loading problem. Transportation Science, Vol. 33, No. 4, pp. 341-353.

Zhu, D. and P. Marcotte (2000) On existence of solutions to the dynamic user equilibrium problem. *Transportation Science*, Vol. 34, No. 4, pp. 402-414.

Bölünmüş Karayolu Çalışmalarının Trafik Güvenliğine Etkisi

Nuran Bağırhan

Dumlupınar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Merkez
Kampüs KÜTAHYA
Tel:0274.2652062 (4055)
nuranbagirhan@mynet.com

Öz

Bu çalışmada; bölünmüş karayolu çalışmaları sırasında, o karayolu kesimindeki trafik güvenliği araştırılmakta ve bölünmüş karayolu hizmete girdikten sonra trafik kazalarındaki değişim incelenmektedir.

İstanbul-Antalya karayolu üzerinde bulunan, Kütahya'yı komşu illere bağlayan Kütahya-Eskişehir karayolu ve Kütahya-Tavşanlı karayolu bu çalışma için seçilmiştir. Bu karayollarının ortak özelliği, bu kesimlerde bölünmüş karayolu çalışmalarının yapılmasıdır. Çalışmada her iki karayolu ayrı ayrı değerlendirilmektedir. Bu değerlendirmeler üç aşamalı olarak ele alınmaktadır: Birinci aşamada karayolunun, bölünmüş karayolu çalışması başlamadan önceki durumu incelenmektedir. İkinci aşama, bölünmüş karayolu çalışmasının yapıldığı süreçtir. Son aşamada ise bölünmüş karayolu çalışmasının tamamlanarak hizmete açılmasından sonraki evre değerlendirilmektedir (bu çalışma devam etmektedir). Çalışmaya esas olan veriler (771 adet trafik kaza tespit tutanağı) son beş yılı kapsamaktadır. İncelenen karayolu kesimleri için veriler; bölünmemiş karayolu ve bölünmüş karayolu olarak karşılaştırıldığı için, karayolu uzunluğu bölünmüş karayolu uzunluğu kadar alınmaktadır.

Trafik kaza tespit tutanaklarını incelediğimizde karayolu kusurlarının belirtildiği kısımların boş bırakıldığını görmekteyiz. Bu nedenle yoldan kaynaklanan kusurlar istatistiksel veriler arasında yer almadığı için tek sorumlu insan olarak gözükmektedir. Trafik kaza tespit tutanaklarının amacı, sadece kazadaki kusur oranını sürücüler arasında paylaşmak olmamalıdır. Bu nedenle; trafik kaza tespit tutanakları hazırlanırken bir polis memuru, yol kusurunu belirlemesi için trafik mühendisliği alanında uzmanlaşmış bir inşaat mühendisi ve taşıt kusurlarını tespit için de ayrıca bir makine mühendisinin yer aldığı bir ekip çalışmasından yararlanılmalıdır.

Bölünmüş karayolu çalışmaları sırasında, trafik kazalarında oldukça fazla artışlar görülmektedir. Bölünmüş karayolu yapmaktaki amaç; trafik kazalarını azaltmak ve trafik güvenliğini sağlamak olduğuna göre, yapım aşamasında peşin verilen bu can ve mal kayıplarının gerekli önlemler alınarak acilen önlenmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bölünmüş karayolu, trafik kazaları, trafik güvenliği, kara nokta

Giriş

Tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de maddi ve manevi kayıplara neden olan trafik kazalarını azaltmak için trafik güvenliğini artırıcı önlemler araştırılmaktadır. Trafik güvenliğini artırıcı önlemlerden biri de karşılıklı trafik yönlerinin birbirinden fiziki engellerle ayrılması yani bölünmüş karayolu uygulamasıdır.

Trafik güvenliği üzerinde doğrudan etkisi olan trafik hacminin yıllarla birlikte artmış olması, ülkemiz karayolu ağının bazı kesimlerinde kapasite azalmasına neden olmaktadır. Trafik kazalarının en aza indirilmesi ve kapasite yetersizliği sebebiyle düşen hizmet seviyesinin yükseltilmesi amacı ile kamu kurumlarındaki makine parklarını kullanarak yapılması acil olan bölünmüş karayolu kesimlerinin toplam uzunluğu 15 000 kilometredir (KGM, 2007).

Ulusal ağ bütünlüğünün bir parçası olan Kütahya-Eskişehir (Kütahya-İstanbul) ve Kütahya-Tavşanlı karayollarında, bu program kapsamında bölünmüş karayolu çalışması yapılmaya başlanmış ve bazı kesimleri tamamlanmıştır. Bölünmüş karayolu inşaatının yapımı sırasında trafik güvenliğinin nasıl etkilendiğini belirlemek amacı ile bu çalışma yapılmaktadır.

Yöntem

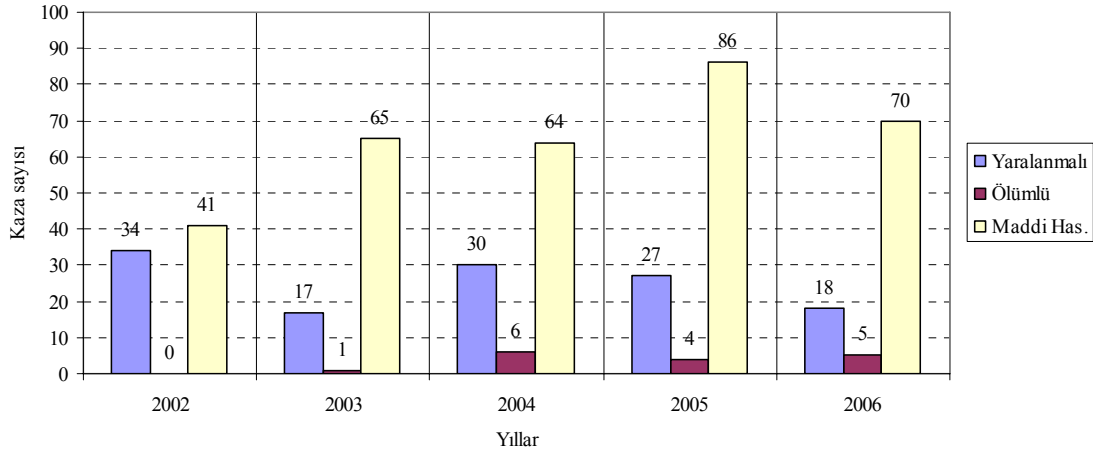
Kütahya-Eskişehir ve Kütahya-Tavşanlı karayollarında, kaza çözümlemesi yaparken, daha önceki yıllara ait kaza bilgilerinden yararlanılmakta ve bu istatistik bilgiler değerlendirilmektedir.

Kütahya-Eskişehir ve Kütahya-Tavşanlı Karayollarının Trafik Kaza Çözümlemesi

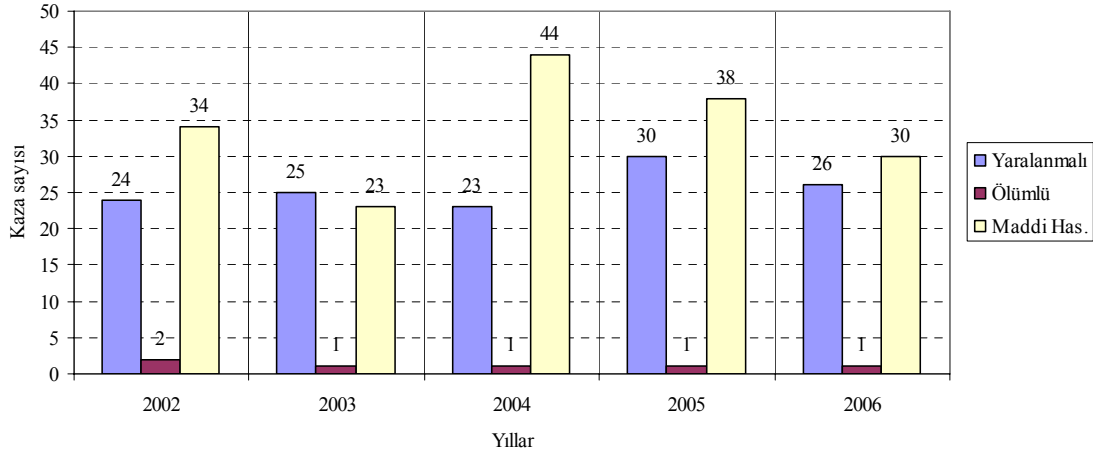
Bu çalışmada; 650-06 kodlu Kütahya-Eskişehir ve 230-06 kodlu Kütahya-Tavşanlı karayollarına ait 2002-2006 yıllarını içeren beş yıllık, toplam 771 adet trafik kaza tespit tutanağı ilgili Trafik Bölge Denetleme ve Trafik Şube Müdürlüklerinden alınarak her bir karayolu için kaza çözümlemesi yapılmaktadır. Ancak, incelenen toplam 771 adet kaza tespit tutanağı değerlendirilirken dikkat çekici olan nokta bu tutanakların 'yoldan kaynaklanan sorunlar' bölümünün tamamının, 'yol sorununa ait uyarıcı işaretler' bölümünün de tamamına yakınının boş bırakılmış olmasıdır.

Kütahya-Eskişehir karayolunun ilk 40 kilometresine ait 468 ve Kütahya-Tavşanlı karayolunun da ilk 20 kilometresine ait 303 tane kaza tespit tutanağı değerlendirilmektedir. Kütahya-Eskişehir ve Kütahya-Tavşanlı karayolu, 2002 ve 2003 yıllarında bölünmemiş karayolu olarak hizmet vermektedir. Bölünmüş karayolu çalışmalarının yapıldığı ve o kesimin hizmete açıldığı tarihler, trafik kaza tespit tutanaklarından elde edilmektedir. Kütahya-Eskişehir karayolunun trafik hacmi 2004 yılında 6547 tş/sa, 2005 yılında 7121 tş/sa, Kütahya-Tavşanlı karayolunun trafik hacmi ise 2004 yılında 5055 tş/sa ve 2005 yılında 5376 tş/sa dir (KGM, 2007). Kütahya-Eskişehir karayolunun ilk 5 kilometresi 2004, 7 kilometresi 2005, 20 kilometresi ise 2005 yılı sonunda bölünmüş karayolu haline getirilmiştir. Kütahya-Tavşanlı karayolunda

ise 2004 yılının yaz aylarında bölünmüş karayolu çalışmalarının başlamış olduğu görülmektedir. Bir bölümü bitirilen bölünmüş karayolunun Eylül ayında trafiğe açılmış



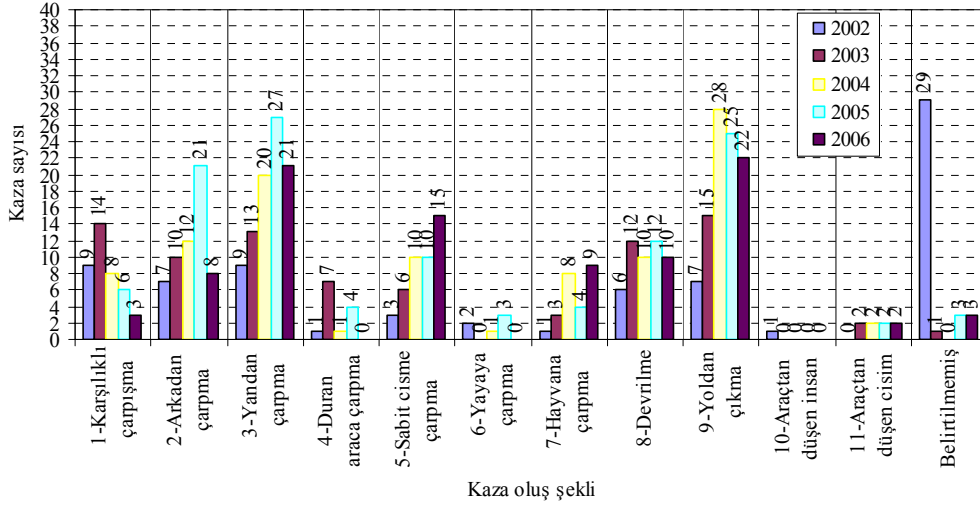
Grafik 1a. Kütahya-Eskişehir karayolunda trafik kazalarının yıllara göre dağılımı



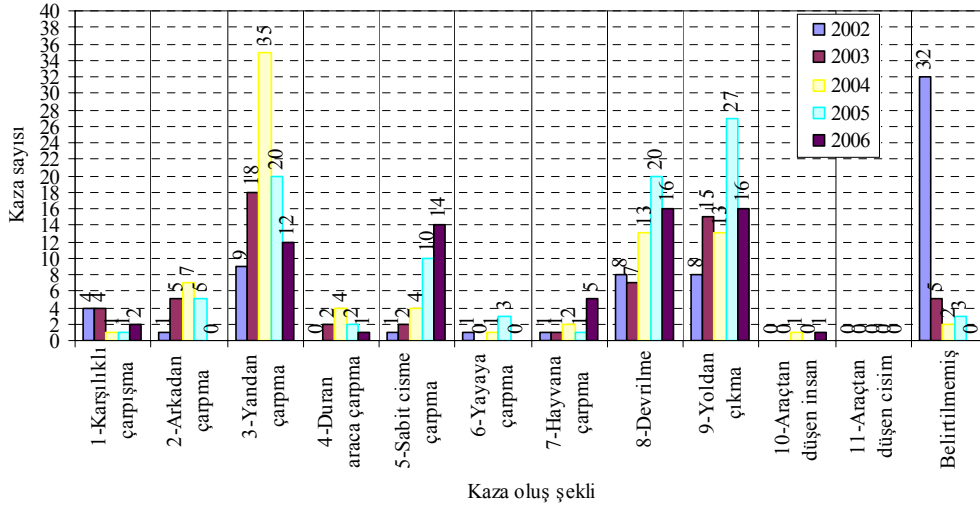
Grafik 1b. Kütahya-Tavşanlı karayolunda trafik kazalarının yıllara göre dağılımı

olduğu kaza tutanaklarından elde edilmektedir. 2005 yazında bölünmüş karayolu çalışmaları tekrar başlamış ve karayolunun trafiğe açılması 2006 yılında gerçekleşmiştir.

Kütahya-Eskişehir ve Kütahya-Tavşanlı karayolu için kaza sayılarının yıllara göre dağılımı sırası ile Grafik 1a ve 1b’de gösterilmektedir. Grafik 1a,b incelendiğinde, her iki karayolunda da 2004 ve 2005 yıllarında genel olarak kazaların sayısında artış olduğu görülmektedir. Kütahya-Eskişehir ve Kütahya-Tavşanlı karayolunun incelenen kesimlerinde, 2002-2006 yılları arasında meydana gelen kazaların oluş şekilleri incelendiğinde bölünmüş karayolu çalışmalarının yapıldığı yıllarda yoldan çıkma ve yandan çarpma kaza sayılarının fazlalığı Grafik 2a,b’de görülmektedir. Oldukça fazla sayıda kaza oluş şeklinin, kaza tespit tutanaklarında belirtilmediği ve bunun için ayrılan alanların boş bırakıldığı bu tutanaklar incelenirken görülmüştür. Boş bırakılan bu alanlar değerlendirmeye ‘belirtilmeyen kaza oluş şekli’ olarak katılmaktadır. Bölünmüş karayolu çalışmalarının yapıldığı 2004 ve 2005 yıllarında, artış gösteren arkadan çarpma, yandan çarpma, devrilme ve yoldan çıkma türü kazalar, 2006 yılında bu kesimlerde bölünmüş karayolunun hizmete açılması ile azalmaktadır.

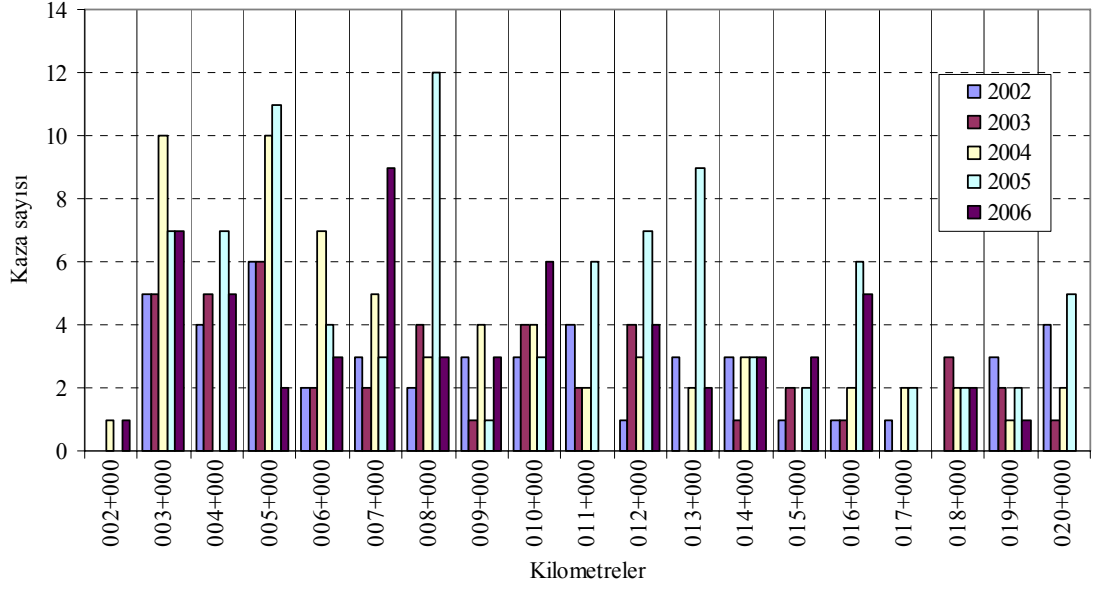


Grafik 2a. 2002-2006 yılları arasında Kütahya-Eskişehir karayolunda meydana gelen kazaların oluş şekillerine göre dağılımı

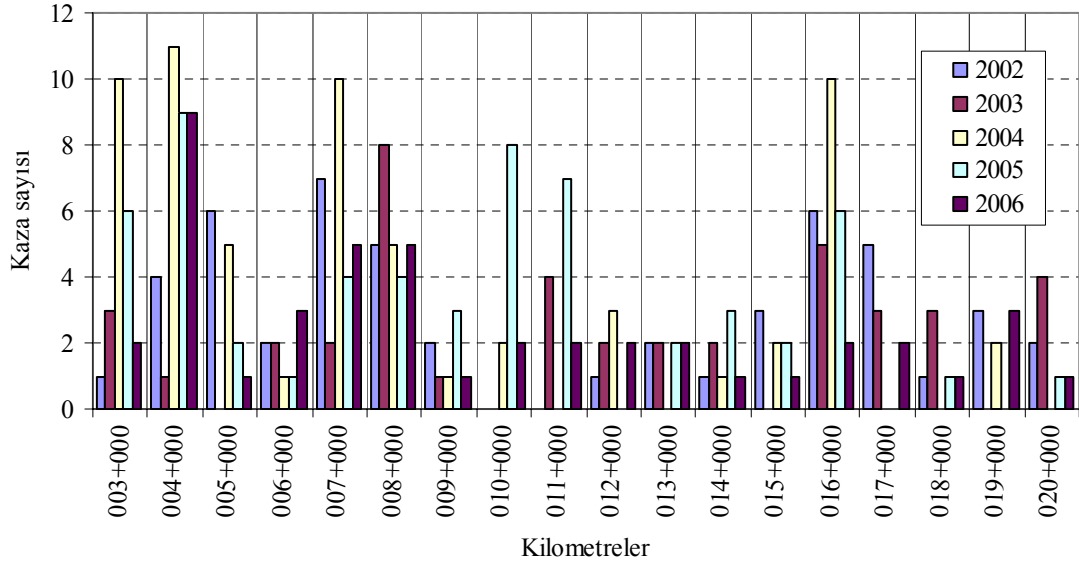


Grafik 2a. 2002-2006 yılları arasında Kütahya-Tavşanlı karayolunda meydana gelen kazaların oluş şekillerine göre dağılımı

Kütahya-Eskişehir ve Kütahya-Tavşanlı karayolunun ilk 20 kilometresi için kilometrelere göre kaza dağılımı Grafik 3a,b'de gösterilmektedir. 20 kilometrelik karayolu kesimin alınma nedeni, bu kesimlerin bölünmüş karayolu olarak hizmet veriyor olmasıdır. Kazaların kilometrelere göre dağılımı incelendiğinde bölünmüş karayolu çalışmalarının trafik kazalarına etkisi daha açık olarak görülmektedir. Kütahya-Eskişehir karayolunun ilk 5 kilometresinin bölünmüş karayolu yapımı 2004 yılında yapılmıştır. Grafik 3a incelendiğinde de bu karayolunun ilk 5 kilometresinde 2004 yılında artışlar olduğu görülmektedir. Yine bu karayolunun, 7 ile 20. kilometreleri arasındaki kesiminin bölünmüş karayolu yapımı 2005 yılı sonunda tamamlanmıştır. Grafik 3a'ya bakıldığında da bu kesimler arasında meydana gelen kaza sayısının 2005 yılında azalarak devam ettiği görülmektedir. 2006 yılında ise bölünmüş karayolu çalışması tamamlanarak



Grafik 3a. 2002-2006 yılları arasında Kütahya-Eskişehir karayolunda meydana gelen kazaların kilometrelere göre dağılımı



Grafik 3b. 2002-2006 yılları arasında Kütahya-Tavşanlı karayolunda meydana gelen kazaların kilometrelere göre dağılımı

karayolunun bu kesimleri hizmete açıldığı için 2004 ve 2005 yıllarına göre kaza sayısında azalma olduğu yine aynı grafikte gösterilmektedir.

Kütahya-Tavşanlı karayolunda yaklaşık 8 kilometrelik karayolu kesiminin bölünmüş karayolu yapım çalışması 2004 yılında gerçekleşmiştir. 2004 yılında, karayolunun 8 kilometrelik bu kesiminde kaza sayısındaki artışlar Grafik 3b'de gösterilmektedir. 8 ile 20 kilometreleri arasındaki bölünmüş karayolu yapım çalışmaları ise 2005 yılındadır. 2005 yılında bölünmüş karayolu çalışmaları devam etmekte iken karayolunun bu kilometrelerinde kaza sayısının artmakta olduğu Grafik 3b'de gösterilmektedir.

Kütahya-Tavşanlı karayolunda bu yapım çalışmaları, karayolunun bu kesimleri için 2006 yılında tamamlanmıştır. Bölünmüş karayolu hizmete açıldıktan sonra kaza sayısında tekrar azalmalar olduğu Grafik 3b’de görülmektedir.

Kütahya-Eskişehir karayolu, bölünmüş karayolu olarak hizmet vermeye başladıktan sonra, kaza sayısının azaldığı karayolu kesimlerinin oldukça az olduğu yine Grafik 3a incelendiğinde görülmektedir. Aynı grafikte; artan kilometrelerde bölünmüş karayolunun kaza sayısını azalttığı ancak ilk 8 kilometrelik karayolu kesiminde ise kazaların azalmadığı, tam tersine artmış olduğu görülmektedir. Bu karayolu kesimi yerleşim alanı dışındadır ancak, karayolu boyunca alışveriş merkezleri, benzin istasyonları ve fabrikalar bulunmaktadır. Yani; bu karayolunda bağlantı yolları çok fazladır. Ayrıca, 8 kilometrelik bu kısa bölünmüş karayolu kesiminin altı yerinde ters yöne bağlantı verilmektedir. Bölünmüş karayolunun hizmete girmesine karşın kaza sayısında artışlar yaşanan kesimler de yine bu noktalardır. Ayrıca, Kütahya-Eskişehir karayolu diye adlandırılan bu karayolu aynı zamanda İstanbul-Antalya güzergahı üzerinde yer almaktadır. Bundan dolayı transit trafiğin olduğu bir karayoludur ve bundan dolayı da hız fazladır. Bu karayolu kesimi yerleşim alanı dışında olduğu için hız uygulaması da buna uygun uygulanmaktadır. Şekil 1.de Kütahya-Eskişehir karayolundan bir görüntü yer almaktadır.



Şekil 1. Kütahya-Eskişehir karayolunun 3.kilometresi

Şekil 2.de Kütahya-Eskişehir karayolunun 12. kilometresinden bir görüntü yer almaktadır. Karayolunun bu kesiminde karayolu bölünmüş olmasına karşın bu kesimde karayolundan çıkan taşıt kazalarının olduğu görülmektedir. Bu kesimde eğim ve aynı zamanda birbirini izleyen iki ters kurb bulunmaktadır. Ancak, işaretleme yetersizliği ve karayolu üzerindeki gevşek malzeme karayolunun bu kesimini güvensiz kılmakta, taşıtların karayolundan çıktığı kazalara neden olmaktadır.



Şekil 2. Kütahya-Eskişehir karayolunun 12. kilometresi

Grafik 3b'ye bakıldığında Kütahya-Tavşanlı karayolunun 4 ve 6. kilometrelerinde, bölünmüş karayolunun hizmete girmiş olduğu 2006 yılında kaza sayısında azalma değil artış olduğu görülmektedir. Karayolunun bu kilometrelerinde sinyalizasyonu olmayan iki kavşak bulunmaktadır. Şekil 3.ve Şekil 4'de Kütahya-Tavşanlı karayolunun 4. ve 16. kilometrelerinde yer alan kavşak fotoğrafları görülmektedir. 4.km de yer alan bu kavşak yaklaşık 4-5 bin insanın yaşadığı TOKİ yerleşim yerini şehir merkezine bağlamaktadır. Ayrıca, Kütahya 11. kilometresinde bulunan üniversite yerleşkesine giden üniversite personeli ve yaklaşık 25 bin üniversite öğrencisini taşıyan taşıtlar da bu karayolunu kullanmaktadır.



Şekil 3. Kütahya-Tavşanlı karayolunun 4. kilometresindeki sanayi kavşağı



Şekil 4. Kütahya-Tavşanlı karayolunun 16. kilometresindeki kavşak

Çalışılan bu karayolu kesimlerinde kara nokta çalışması, bölünme “öncesi” ve “sonrası” çalışması devam etmekte olan bir çalışmadır. Bu aşamada, bölünme “sonrası” için elde edilen verilerin yetersiz olduğu düşünülmektedir. Bu karayollarının bölünme çalışmaları tamamlandıktan sonra, en az iki yıllık daha veriye ulaştığımızda, bölünme “öncesi” ve “sonrası” kaza değişimlerini göstermek daha doğru olacaktır. Çünkü bölünmüş karayolu çalışmaları çok kısa aralıklarla ve farklı kilometrelerde yapıldığı için bir bütünlük sağlamamaktadır. 2008 yılında bu çalışmanın tamamlanması hedeflenmektedir.

Sonuç

Trafik kaza tespit tutanaklarında, karayolu kusurlarının ve trafik işaretlemelerinin belirtildiği kısımların boş bırakıldığı görülmüştür. Bunun sonucunda ise yoldan kaynaklanan kusurlar istatistiksel veriler arasında yer almadığı için tek sorumlu insan olarak gözükmektedir. Bu istatistiksel eksikliği gidermek için karayolu kusurlarının ve trafik işaretlemelerinin belirtildiği kısımların doldurulması gerekmektedir. Bu nedenle; trafik kaza tespit tutanakları hazırlanırken bir polis memuru, yol kusurunu belirlemesi için trafik mühendisliği alanında uzmanlaşmış bir inşaat mühendisi ve taşıt kusurlarını tespit için de ayrıca bir makine mühendisinin yer aldığı bir ekip çalışmasından yararlanılmalıdır.

Trafik kazalarını azaltmak ve trafik güvenliğini sağlamak amacı ile yapılan bölünmüş karayolu çalışmaları sırasında can ve mal kayıpları peşin verilmektedir. Bu sonuç, yapım sırasında alınan güvenlik önlemlerinin ve trafik işaretlemelerinin yeterli olmadığını, sürücülerin yeterince bilgilendirilmediğini göstermektedir.

Yapılmakta olan bölünmüş karayolu çalışmaları, amacı ile olumlu ve gerekli görülmektedir. Ancak, ekonomik nedenlerle maliyetinde bir kısıtlamaya gidildiği de gözlemlenmektedir. Çünkü henüz yeni hizmete girmiş olan karayolunda alt yapısından dolayı oturmaların olmasını, yolun yüzeyinde su birikintilerini tutmasını ve bir yıl gibi

kısa sürede kaplamasında meydana gelen soyulmaları ve çukurları başka türlü açıklamak biraz güçtür.

Kısa aralıklarla ve kısa kesimler halinde yapılmakta olan bölünmüş karayolu çalışması, sürücülerin sık aralıklarla hız kısıtlaması yapmasını gerektirmektedir. Kaza tutanaklarında belirtilmemiş olmasına rağmen mıcıra kapılarak kaza yapan sürücülerin az olmadığı da bilinmektedir. Bu nedenle, geometrik standartları oldukça iyi olan bölünmüş karayollarında sathi kaplama uygulanmamasında yarar olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada incelenen 650-06 kodlu Kütahya-Eskişehir karayolunun ilk 8 kilometresinde çok fazla bağlantı yolu bulunmakta ve bundan kaynaklanan kazalar meydana gelmektedir. Ayrıca, bu kısa mesafede yaklaşık 1.5-2 kilometrede izin verilen karşı yöne bağlantılar da sıkça kazalara neden olmaktadır. 230-06 kodlu Kütahya-Tavşanlı karayolunda ise yine 4 kilometrede yer alan sanayi kavşağı, yerleşim yerlerini ikiye bölmektedir. Bu kavşak için sinyalizasyon çalışmasının yapılması önerilmektedir.

Kaynaklar

1. Karayolları Genel Müdürlüğü (2007), www.kgm.gov.tr.

Dinamik Ağ Yükleme Problemi ve Temel Modelleri

Hilmi Berk Çelikoğlu, Ergun Gedizlioğlu

İTÜ İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ulaştırma Anabilim Dalı, 34469,
Maslak, İstanbul.

Tel: (212) 285 37 98

Epostalar: hbcelikoglu@ins.itu.edu.tr, egedizlioglu@ins.itu.edu.tr

Öz

Bir dinamik ağ yükleme problemi; zaman-bağımlı güzergah talep akımları ve başarımların fonksiyonları yardımıyla, ağ üzerindeki trafiğe ilişkin zaman-bağımlı akım hacmi, yolculuk zamanı, yoğunluk ve hız gibi değişkenlerin gösterimini ifade eder. Dinamik ağ yükleme modelleri; verilen bir ağ üzerindeki taşıtların, başlangıç düğüm noktasından varış düğüm noktasına olan zaman-bağımlı yol tercihleri şeklinde tanımlanan dinamik trafik ataması probleminin ayrılmaz bir bileşenidir. Geçmişte dinamik ağ yükleme probleminin pek çok farklı yaklaşım geliştirilmiştir. Bu yaklaşımlar temelde; trafik akımını, sürekli ya da ayrık olan temsil yöntemleriyle tanımlamıştır. İlk kullanılmaya başlandığı zamandan bu yana modellerin gerek kuramsal gerekse uygulanabilir yapısındaki çeşitliliğinin artması, dinamik ağ yükleme modellerinin günümüzde farklı biçimlerde sınıflandırılıyor olmasına neden olmuştur.

Bu çalışmada; dinamik ağ yükleme probleminin matematik formülasyonu ile çözümü için gerekli ayrıklaştırma olgusu irdelenmiştir. Problemin çözümüne yönelik önerilen modeller ve bu modellerin sınıflandırılması özetlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Dinamik ağ yükleme; trafik akım modelleri

Giriş

Bir dinamik ağ yükleme (DAY) problemi; zaman-bağımlı yol talep akımlarından, zaman-bağımlı akım hacmi, yoğunluk ve hız değişkenlerinin gösterimini ifade eder. Bu tip modeller; verilen bir ağ üzerindeki taşıtların, başlangıç düğüm noktasından varış düğüm noktasına olan zaman-bağımlı yol tercihleri şeklinde tanımlanan dinamik trafik atama (DTA) probleminin ayrılmaz bir bileşenidir.

Geçmişte DAY probleminin pek çok farklı yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bu yaklaşımlar temelde; trafik akımını, sürekli ya da ayrık olan temsil yöntemleriyle tanımlamıştır. Bu modeller için sıkça kullanılan çözüm teknikleri; yol ağının durumunun belirli (sabit) bir uzunluğa ait kısa zaman aralıklarına göre belirlendiği ayrık-zaman yöntemleridir. Çoğu DAY modelinde, DTA problemi döngüsel bir yaklaşımla çözülmektedir. Burada öncelikle; zaman-bağımlı alternatif yol seçeneklerinin oluşturduğu bir ilk küme seçilir, DAY modeli uygulanır, ve bir sonraki döngü için yol seçimleri, elde edilen yolculuk zamanlarının bir fonksiyonu olarak

düzeltilir (Smith and Wisten, 1996). DTA'na bir diğer yaklaşım ise; tek bir iterasyonda uygulanan DAY modelindeki geri besleme mekanizması üzerine kurulmuştur. Bazı trafik benzetim yazılımlarınca da kullanılan bu yaklaşım; var olan yol ağı durumunu, başlangıç noktalarındaki yol seçimine bir girdi değeri olarak tanımlar. İlk kullanılmaya başlandığı zamandan bu yana DAY modellerin gerek kuramsal gerekse uygulanabilir yapısındaki çeşitliliğinin artması, dinamik ağ yükleme modellerinin günümüzde farklı biçimlerde sınıflandırılıyor olmasına neden olmuştur.

Bu çalışmada; dinamik ağ yükleme probleminin temel matematik formülasyonu verilmiş ve problemin çözümüne yönelik önerilen modeller ve bu modellerin sınıflandırılması özetlenmiştir.

Dinamik Ağ Yükleme Problemi

DAY problemi; verilen güzergah akımları ve bağ yolculuk zamanı fonksiyonlarının kullanılarak, bağ yolculuk süresi, bağ üzerindeki toplam taşıt sayısı, bağa giren ve bağdan çıkan akım hacmi gibi zaman-bağımlı ağ akım özelliklerinin belirlenmesini içerir. Bir DAY yaklaşımından faydalanabilmenin en doğru yolu; DAY probleminin, bağ dinamiklerini, akım korunumunu, akım yayılımını ve sınır koşullarını ifade eden sürekli-zaman doğrusal olmayan denklemler sistemi ile ifade edilmesidir. Sürekli-zaman DAY probleminin çözülmesi için, uygun çözüm yöntemlerinin yardımıyla modelin ayrık-zamanlı versiyonu tasarlanır. Çözüm algoritmaları, ayrık-zaman çözümünü olabildiğince sürekli-zaman çözümüne yakınsayabilmelidir.

DAY problemi, kuramsal açıdan trafik akımının dinamik modelleri için önemli bir bileşen olarak ele alındıysa da (Friesz et al., 1993; Wu et al., 1998; Xu et al., 1999), DTA sürecinde çözümüne yönelik bir çözümlemeli yaklaşım olarak yakın zaman içerisinde irdelenmeye başlanmıştır. Pek çok çözümlemeli DTA modeli, ayrıntıda ya da kabaca DAY problemi formülasyonu (Merchant and Nemhauser, 1978; Carey, 1992; Smith, 1993; Friesz et al., 1993; Jayakrishnan et al., 1994; Astarita 1996) içermektedir. DAY problemine yönelik çözümlemeli modellerin ayrıntılı olarak irdelendiği çalışmalar; Friesz et al. (1993), Wu et al. (1998), Xu et al. (1999) ve Rubio-Ardanaz et al. (2003)'ün çalışmalarını içermektedir. Friesz ve diğerlerinin modeli (Friesz et al., 1993) bağ dinamiklerini, akım korunumunu, akım yayılımını ve sınır koşullarını ifade eden bir denklemler sistemi olarak formüle edilmiştir. Bu modelde, yolculuk zamanı fonksiyonunun doğrusal olduğu varsayılmıştır. Wu ve diğerlerinin (Wu et al., 1998) modeli, Friesz ve diğerlerinin modelini (Friesz et al., 1993), doğrusal olmayan yolculuk zamanı fonksiyonu uyarlayarak geliştirmiştir. Xu ve diğerleri (Xu et al., 1999), Wu ve diğerlerinin modelini, giren ve çıkan akım hacmi fonksiyonları ile bağ çıkış zamanı fonksiyonunun ayrıntılı olarak fonksiyonel yapılarının irdelenmesi yolu ile geliştirdi. Xu ve diğerleri (Xu et al., 1998) ise bir önceki çalışmayı (Xu et al., 1999), kontrol değişkenlerini azaltarak ve ayrıklaştırmadan kaynaklanan hataları daha aza indirerek geliştirmeye çalışmıştır. Rubio-Ardanaz ve diğerleri (Rubio-Ardanaz et al. (2003) ise, iki farklı çözüm algoritması geliştirerek DAY problemine ilişkin çözümlemeyi, diğer çalışmalardakilere göreli olarak daha büyük ağ yapısına uyguladılar.

Dinamik Ağ Yüklemesi Model Formülasyonu

Varolan bir trafik ağı, “N”nin düğüm noktaları kümesi ve “I”nın da yönlendirilmiş bağlar kümesi olduğu yönlendirilmiş bir ağ, $\Omega = (N, I)$, ile temsil edilebilir. Bu çalışmadaki gösterimlerde; “r” sayacı başlangıç düğüm noktasını, “s” sayacı varış düğüm noktasını, “p” de (r-s) başlangıç-son (B-S) çifti arasındaki bir güzergahı temsil etmektedir. (r-s) B-S çifti arasındaki güzergahların altkümesi P_{rs} ile gösterilmektedir. Değişkenler ise, aşağıda sıralandığı gibi; güzergah, bağ, bağ-güzergah ve zaman boyutunda gruplandırılmıştır.

Değişken Gösterimi

Güzergah Değişkenleri

$f_p^{rs}(t)$: (r-s) B-S çifti arasındaki p güzergahında t zamanında varolan ayrılan akım hacmi.

Bağ Değişkenleri

$U^i(t)$: [0, t] zaman aralığında i bağına giren eklenik akım hacmi;

$W^i(t)$: [0, t] zaman aralığında i bağından çıkan eklenik akım hacmi;

$N^i(t)$: t anında i bağı üzerinde varolan toplam taşıt sayısı;

$D^i(y)$: y bağ üzerindeki taşıt sayısı olmak üzere, I bağının yolculuk zamanı fonksiyonu;

$\tau^i(t)$: i bağına t anında giren akım için i bağı üzerindeki yolculuk süresi ($\tau^a(t)=D^i[N^i(t)]$).

Bağ-Güzergah Değişkenleri

(i, p): bir bağ-güzergah çifti;

(r, s): p güzergahının B-S çifti;

$u_{rs}^{ip}(t)$: t anında p güzergahı üzerindeki i bağına giren akım hacmi;

$w_{rs}^{ip}(t)$: t anında p güzergahı üzerindeki i bağından çıkan akım hacmi;

$U_{rs}^{ip}(t)$: t anında p güzergahı üzerindeki i bağına giren eklenik akım hacmi;

$V_{rs}^{ip}(t)$: t anında p güzergahı üzerindeki i bağından çıkan eklenik akım hacmi;

$N_{rs}^{ip}(t)$: t anında p güzergahı üzerindeki i bağında varolan toplam taşıt sayısıdır.

Zaman Değişkenleri

t: sürekli zaman sayacı;

[0, T]: B-S trafik talebi zaman aralığı;

[0, T_∞]: ağa giren akımların, ağdan tamamen temizlenmesine kadar geçen çözümleme zaman aralığı;

Δ : tüm bağlardaki serbest akım yolculuk hızında harcanan sürenin en küçüğü;

$\delta = \Delta / M$: M pozitif bir tamsayı;

Temel Dinamik Ağ Yüklemesi Bağıntıları

Tüm ağ yükleme problemlerinde, çözümlemenin hem sayısal hem de trafik dinamikleri açısından tutarlı olabilmesi için aranan özelliklerden en önemlisi ilk giren ilk çıkar (İGİÇ) düzenine uyumdur. Bu düzen genellikle, kullanılan yolculuk zamanı fonksiyonunun, eğrisel yapısının türevleriyle irdelenmesi ile aranır. Bir DAY problemini basit biçimde formüleştirebilmek içinse İGİÇ düzenine ilişkin iki tanımlama gerekir.

Bu tanımlamalar, ancak (1) ve (2) bağıntılarında verilen eşitsizliklerin ayrı ayrı sağlanması durumunda, bağ üzerinde İGİÇ düzenine uyulduğuna ilişkindir.

$$\forall (t_1, t_2) \in [0, T] \text{ olmak üzere eğer } t_1 \leq t_2 \Rightarrow t_1 + \tau^i(t_1) \leq t_2 + \tau^i(t_2) \quad (1)$$

$$\forall (t_1, t_2) \in [0, T] \text{ olmak üzere eğer } t_1 < t_2 \Rightarrow t_1 + \tau^i(t_1) < t_2 + \tau^i(t_2) \quad (2)$$

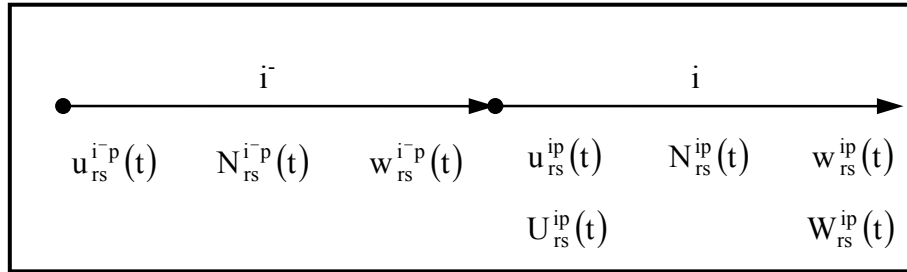
Verilen bağıntılardan ilki, İGİÇ düzeninin ancak yolculuk zamanı fonksiyonunun azalan olmayan olması durumunda sağlanacağı anlamını gelmektedir. (1) bağıntısı başka bir deyişle, bağ üzerinde sollama olmayacağını ifade etmektedir.

Verilen ikinci bağıntı ise, ancak yolculuk zamanı fonksiyonunun artan olması durumunda İGİÇ düzeninin sağlanacağı anlamını gelmektedir. (2) bağıntısı da başka bir deyişle, bir bağa belirli bir anda giren akım hacminin, o bağa daha önce giren bir akım hacmini yakalayamayacağını ifade etmektedir.

Bağ Dinamiği Bağıntıları

Bağ dinamiği bağıntıları; (3) bağıntısında da verildiği gibi, bir bağın Şekil 1’de gösterilen akım değişkenleri arasındaki ilişkiyi ifade eden bağıntılardır.

$$\frac{dN_{rs}^{ip}(t)}{dt} = u_{rs}^{ip}(t) - w_{rs}^{ip}(t), \quad \forall (r, s), \forall p \in P_{rs}, \forall i \in p \quad (3)$$



Şekil 1 Akım değişkenleri.

Akım Korunum Bağıntıları

i, p güzergahı üzerindeki ilk bağ olmak üzere, trafik akımının ayrıldığı başlangıç düğüm noktaları için korunum ifadesi, (4) bağıntısında verildiği gibidir.

$$u_{rs}^{ip}(t) = f_{rs}^p(t), \quad \forall (r, s), \forall p \in P_{rs} \quad (4)$$

$p \in P_{rs}$ güzergahı üzerinde ardışık iki, i^- ve i (Şekil 1), bağına ilişkin korunum ifadesi ise, (5) bağıntısında verildiği gibidir.

$$u_{rs}^{ip}(t) = w_{rs}^{ip}(t) \quad (5)$$

Akım Yayılım Bağlılıkları

Akım yayılımı bağlantıları, akımın zaman içerisindeki değişimini ifade eder. Bir i bağına t anında giren akım, bu bağı $[t+\tau^i(t)]$ anında terkeder. Dolayısıyla, t anında i bağından çıkan eklenik akım hacmi, bu bağı daha önce bir ω anında girip bağı t anında terkeden akımların tümünün integraline eşit olmalıdır. W , $[\omega: \omega+\tau^i(\omega) \leq t]$ olmak üzere, bu ilişki (6) bağlantısı ile ifade edilebilir.

$$W_{rs}^{ip}(t) = \int_{\omega \in W} u_{rs}^{ip}(\omega) d\omega, \quad \forall (r, s), \forall p \in P_{rs}, \forall i \in p \quad (6)$$

Ağ üzerinde $t=0$ anında trafik olmadığı varsayımına göre, (7)'de verilen sınır koşullarının sağlanması gerekir.

$$U_{rs}^{ip}(0) = 0 \quad W_{rs}^{ip}(0) = 0 \quad N_{rs}^{ip}(0) = 0, \quad \forall (r, s), \forall p \in P_{rs}, \forall i \in p \quad (7)$$

DAY Modelinin Formülleştirilmesi

Özet olarak, bir sürekli-zaman DAY problemi, (3)-(7) arasında verilen bağlantılar serisi ile formülleştirilebilir. Bu bağlantılar sisteminde bilinen değişkenler, ayrılma akım hacimleri $f_{rs}^p(t)$ ve bağ başarımları $D^i(\cdot)$ dir. Bağ üzerindeki yolculuk zamanı $\tau^i(t)$, (8) bağlantısını sağlayacak şekilde bir bağ başarımları fonksiyonu ile hesaplanabilir. Bağ başarımları fonksiyonu ise bağ çıkış hacmi fonksiyonu ya da yolculuk zamanı fonksiyonu olabilir.

$$\tau^i(t) = D^i(N^i(t)) \quad (8)$$

Temel formülasyondaki bilinmeyen değişkenler $u_{rs}^{ip}(t)$, $w_{rs}^{ip}(t)$, $U_{rs}^{ip}(t)$, $V_{rs}^{ip}(t)$ ve $N_{rs}^{ip}(t)$ 'dir. Bu değişkenler belirlendikten sonra, bağ üzerindeki taşıt sayısı (9) bağlantısında verildiği gibi hesaplanabilir.

$$N^i(t) = \sum_{rs \in p} \sum_{p \in P_{rs}} N_{rs}^{ip}(t) \quad (9)$$

Dinamik Ağ Yükleme Problemine Yönelik Çözümler

Önceki bölümde matematik yapısı verilen DAY modelini çözebilmek için genelde yapılan iki varsayım:

- bağ yolculuk zamanlarının pozitif bir sayı ile alttan sınırlandırıldığı ve
- bir bağ üzerindeki yolculuk zamanının, bağı yalnızca geçmişteki ya da gelecekteki trafik yapısına bağlı olduğudur.

Herbir bağı fiziksel bir uzunluğu ve yolculuk hızının sonlu olması ve bir bağı giren kullanıcının yolculuk zamanının genellikle bağı kendisinden önce giren kullanıcıların

oluşturduğu kompozisyona bağlı olmasından dolayı, DAY problemi çözümü için yukarıda sıralanan varsayımların gerekçi olduğu söylenebilir.

Δ , tüm bağlar dikkate alındığında var olan en küçük yolculuk zamanı olmak üzere, çözümleme zaman aralığı $[0, T]$, Δ boyutundaki zaman aralıklarına bölünebilir. Bu aralıklar $0, 1, 2, \dots$ şeklinde numaralandırılabilir. “m”inci zaman aralığı $[m \cdot \Delta, (m+1)\Delta]$ ’ya karşılık gelir. Modele ilişkin çözüm, bu zaman aralıklarının kronolojik sırayla endüksiyonu yolu ile elde edilebilir.

$m=0$ ve $t \in [0, \Delta]$ iken, $\tau^i(t) \geq \Delta$ olacağından, çıkan akım hacmi yoktur. Dolayısıyla, $\forall i \in I$ için $W_{rs}^{ip}(t) = w_{rs}^{ip}(t) = 0$ ’dır..

Giren akım hacmi $u_{rs}^{ip}(t)$, (4) ile verilen akım korunumu bağıntısıyla belirlenebilir ve $U_{rs}^{ip}(t)$ de (10) bağıntısında verildiği gibi hesaplanabilir.

$$U_{rs}^{ip}(t) = \int_0^t u_{rs}^{ip}(t) dt, \quad \forall (r, s), \forall p \in P_{rs}, \forall i \in p \quad (10)$$

$U_{rs}^{ip}(t)$ ve $W_{rs}^{ip}(t)$ belirlendikten sonra, $N_{rs}^{ip}(t)$ (11) bağıntısında verildiği gibi hesaplanabilir.

$$N_{rs}^{ip}(t) = U_{rs}^{ip}(t) - W_{rs}^{ip}(t), \quad \forall (r, s), \forall p \in P_{rs}, \forall i \in p \quad (11)$$

Dolayısıyla, $m=0$ için tüm bilinmeyen değişkenlerin değerleri bulunabilir. $m>0$ için ise $0, 1, \dots, m$ zaman aralıklarında tüm bilinmeyen değişkenlerin çözümü olduğu varsayımı yapılır. $m+1$ aralığı için tüm bilinmeyen değişkenlerin çözümü elde edilir. $m+1$ aralığı ve $t \in [(m+1)\Delta, (m+2)\Delta]$ için, tüm bağların çıkan akım hacimleri, (6) ile verilen akım yayılımı bağıntısı ile hesaplanabilir.

$\tau^i(t) \geq \Delta$ olduğu için, ω , $(m+1)\Delta$ ’dan küçük olmak zorundadır. Tümevarım varsayımı ile tüm $\omega < (i+1)\Delta$ için $u_{rs}^{ip}(\omega)$ bilinir. Dolayısıyla, her $i \in I$ için $W_{rs}^{ip}(t)$ ve $w_{rs}^{ip}(t)$ belirlenebilir. Akım korunumu ve bağ dinamiği bağıntıları ile de $u_{rs}^{ip}(t)$, $U_{rs}^{ip}(t)$ ve $N_{rs}^{ip}(t)$ belirlenebilir. Dolayısıyla, $m+1$ aralığı için tüm bilinmeyen değişkenlere ait bir çözüm bulunabilir.

Tümevarım ile, her m aralığında tüm bilinmeyen değişkenler için bir çözümün varlığından söz edilebilir. Bu yöntem, herhangi bir DAY modeline çözüm üretmeye yol gösterdiği gibi, tam olarak bir çözüm algoritması oluşturmada da kullanılır.

DAY problemi için oluşturulacak çözüm algoritmalarının, sürekli-zaman çözümüne yakınsayacak bir ayrık-zaman çözümü bulması gerekir. Ayrık-zaman çözümleri, sürekli olan zamanın enazından serbest akımda yolculuk süresine eşit olacak zaman aralıklarına bölünmesi ile elde edilebilir. Genellikle, daha küçük bir zaman aralığı boyutunda yapılan ayrıklaştırma, ayrıklaştırma boyutu sıfıra yaklaştıkça model sürekli haline yaklaştığından dolayı daha doğru bir sonuç verir. Fakat aynı zamanda, ayrıklaştırma boyutu küçüldükçe elde edilen zaman aralığı sayısı artacağından, hesaplama yükü artacaktır. Dolayısıyla, ayrıklaştırma boyutu belirlenirken, sonucun doğruluğu ve çözüm algoritmasının etkinliği arasında iyi bir ödünleşim yapılması gerekir.

Dinamik Ağ Yükleme Modellerinin Sınıflandırılması

İlk kullanılmaya başlandığı zamandan bu yana modellerin gerek kuramsal gerekse uygulanabilir yapısındaki çeşitliliğinin artması, DAY modellerinin farklı biçimlerde sınıflandırılmasına neden olmuştur. Sınıflandırma, önceleri; trafik akımının akışkan sıvı davranışına benzerliği ile oluşturulan kaba boyuttaki (makroskopik) modeller ve tek taşıt boyutunda trafik dinamiklerinin irdelenmesi ile oluşturulan ince boyuttaki (mikroskopik) modeller olmak üzere iki grupta yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda; taşıtların belirli ölçütlere göre gruplandırılması ile “taşıt kümesi” yaklaşımı geliştirilerek, karma boyuttaki (mezoskopik) model grubu da, DAY modellerinin bir sınıfı haline gelmiştir. Trafik dinamiklerini gerçekçi biçimde ifade edebilme isteğinin yanısıra, önerilen modellerin çözümlerine ulaşma çabası, günümüzde DAY modellerinin artık daha ayrıntılı biçimde sınıflandırılıyor olmasına neden olmuştur. Sınıflandırmalar; modelin çözülmesi için gereken ayrıklaştırma boyutu ve büyüklüğünden, modelde varsayımı yapılan kuyruk olgusuna dek farklı etkenler varlığında yapılmıştır. Dolayısıyla, gerek bazı yaklaşımların karışık modelleme yöntemlerini esas almaları, gerekse de çok benzer yaklaşımlarda yapılan farklı kabuller dikkate alındığında, trafik akımını modelleme yaklaşımlarına ait çok kesin sınıflandırmalar yapılamamaktadır. Sınıflandırmalar temelde; akım hacmi-yol-zaman boyutlarında yapılan ayrıklaştırmaya, modelleme yaklaşımına (kaba-boyut, ince-boyut ve karma-boyut) ve yapılan kuyruklanma varsayımına (nokta-kuyruk ve fiziksel-kuyruk) göre kümelendirilebilir. Bu çalışmada; zaman, yol ve talep (akım hacmi) boyutunda ayrıklaştırmalar yapılmasıyla farklılaşan DAY modellerine ilişkin sınıflandırma irdelenmiştir.

Ayrıklaştırma Olgusuna Göre Dinamik Ağ Yüklemesinde Kullanılan Akım Modelleri

Yol, zaman ve akım hacmi değişkenlerinin ayrıklaştırılmaları yardımıyla bir sınıflandırma yapılacak olursa, akım modelleri aşağıdaki gibi ele alınabilir:

- İnce-benzetim modelleri,
- Sürekli-zaman bağ modelleri,
- Ayrık-zaman bağ modelleri,
- Taşıt kümesi yaklaşımı ile oluşturulan modeller ve
- Kaba-benzetim modelleri (zaman ve yol sürekli modeller).

İncebenzetim modelleri, tek taşıtı temel alan modeller olarak tanımlanmıştır. Bu modeller ile yalnız bir sürücü davranışı etkisi göz önüne alınarak, park etme, sollama, şerit değiştirme ve benzeri gibi bazı özgül trafik hareketlerinin benzetimi yapılabilmektedir. Bu modellerin kullanıldığı uygulamalara örnek olarak; Barcelo (1996), Rillet ve diğ. (1994) ve Van Aerde ve diğ. (1987)'nin çalışmaları gösterilebilir. Kavşaklar ve koridorlar gibi özel trafik kontrolü gerektiren durumlar için, uygulamaya yönelik çok sayıda incebenzetim yazılımı (örnek olarak: CORSIM, HUTSIM, INTEGRATION, NETSIM, SIMNET, SIMIR) oluşturulmuştur. Ayrıca kababenzetim bağ karakteristikleri kullanılarak, ince-benzetim modellerinden karma yapıdaki yarı-ince-boyut modelleri oluşturulmuştur (Mahmassani and Chen, 1993).

Friesz ve diğ. (1989), Wie ve diğ. (1990) ve Boyce ve diğ. (1991)'ninkilere benzer pek çok çalışmada, yol boyutu ayırıklaştırmasına dayalı sürekli-zaman modelleri geliştirilmiştir. Bu çalışmalarda ağ olgusu; kullanıcıların güzergahlarının, bağlar ile ifade edilmesi ile tanımlanmıştır. Sürekli-zaman bağ modelleri ile, bağ üzerindeki İGİÇ düzenini irdeleyen pek çok çalışma yapılmıştır (örnek olarak: Astarita, 1996; Wu et al., 1998; Xu et al., 1999). Bu modellerin bazıları, zamanın da ayırıklaştırılması ile sayısal olarak çözülmüştür. Bazı sürekli-zaman modellerinde zamanın ayırıklaştırılması, yapısını ilk olarak Merchant ve Nemhauser (1978)'in önerdiği ayırık-zaman bağ modellerinde (Carey, 1987; Wie et al., 1994) olduğu gibi yapılmıştır. Aslında kaba-boyut modelleri olan, yol boyutunda ayırıklaştırma gerektirmeyen ve “bağ-temelli modeller” olarak da bilinen ayırık-zaman bağ modelleri; “tüm-bağ modelleri” ve “dalga modelleri” olarak iki alt gruba bölünebilir.

Bağ başarımları, yol boyutuna ilişkin bir değişkene dayalı olarak değerlendirilmek durumunda olduğu için, tüm-bağ modelleri, bağ boyunca akım yayılımı durumunu irdelemezler (Ran et al., 1997). Ayrıca bağ boyu arttıkça, bu modellerin, yolculuk zamanlarını doğru olarak ifade edebilmeleri güçleşir (Daganzo, 1995b). Fakat bu modeller; basit yapıda olmalarından dolayı sıkça kullanılmaktadır (Friesz et al., 1993; Tong and Wong, 2000). LWR kuramı (Lighthill and Whitham, 1955; Richards, 1956) üzerinde geliştirilmiş dalga modelleri; bir bağ üzerindeki akım yayılımını değerlendirirler. Bağ başarımlarını, bağ üzerindeki trafik dinamiklerinin bir fonksiyonu olarak ele alırlar. Şişeboynu kesimlerini daha iyi ifade edebilen bu modellerde, kapasite kısıtı ve serbest akım hızı ile kuyruk oluşumu hızı değerlendirilir (Newell, 1993). Burada verilen örneklerden anlaşılacağı gibi, ayırık-zaman bağ modellerinin bir kısmı kaba boyut modellerine, bir kısmı da karma-boyut modellerine dahildir.

Taşıt kümesi yaklaşımında, kullanıcılar taşıt kümesi oluşturacak şekilde bir arada gruplanır. Böylece, her bir B-S çifti arasındaki talep ayırıklaştırılarak ağ boyunca hareket sağlanabilir. Taşıt kümesi yaklaşımı da iki şekilde ele alınabilir. İlki, kullanıcılar grubunun tek bir noktada toplandığı varsayılan nokta taşıt kümesi yaklaşımıdır (Leonard et al., 1978). Diğeri ise; kullanıcıların taşıt kümesi boyunca zaman ya da yol içerisinde üniform dağıldığını varsayan sürekli taşıt kümesi yaklaşımıdır (Di Gangi and Astarita, 1994; Smith and Wisten, 1993).

Zaman ve yol boyutunda sürekli DAY modellerinde (kaba-benzetim modelleri) taşıtlar, akışkan akımına benzer şekilde; hacim ve yoğunluk değişkenlerinin, zaman ve yol içerisinde parçalı sürekli fonksiyonları ile modellenmiştir. Matematik temeli, anlık tek-boyutlu akışkan dinamiklerine dayanan, yol ve zaman boyutu içerisindeki diferansiyel denklemler ile ifade edilen bu modellerin çözümü için sonlu fark yöntemlerinin kullanılması gerekir (örnek: Lebacque, 1996; Mesmer and Papageorgiou, 1990; Daganzo, 1994 ve 1995a). Korunum yasalarına ve dengede bir hız-yoğunluk ilişkisine sahip olduğu varsayımına göre geliştirilen ilk kinematik dalga kuramını Lighthill ve Whitham ile Richards (Lighthill and Whitham, 1955; Richards, 1956) önermiştir. Literatürde LWR kuramı olarak da bilinen bu kaba yaklaşım; denge hızının anlık olarak uyarlanması gibi gerçek dışı bir varsayım ile oluşturulduğu için, karmaşık trafik akımı yapılarını tanımlamada başarısız olmuştur. Denge olmayan durum modelleri ise, süreklilik denklemi ve ivmelenme davranışını temsil eden bir denklemin de eklenmesi ile geliştirilmiştir (Payne, 1971; Daganzo, 1995a; Zhang, 1998). Akım hacmi-yoğunluk ilişkisinin de kullanılması ile bu modeller, ağır hesaplama yükü oluşturmalarına karşın gerçekçi sonuçlar üretebilmiştir. En basit kaba-benzetim trafik modelleri, sürekli yol-

zaman boyutu içerisinde verilen bir noktadaki trafiğin, yalnızca bu noktaya komşu olan yerel trafiklerden etkilendiği varsayımı ile oluşturulmuştur (Daganzo, 1995b ve c). Bu modellere temel olan akım hacmi-yoğunluk ilişkisi, hacim ve yoğunluğa ilişkin yapılan basit ölçümlerin ilişkilendirilmesi yolu ile elde edilmektedir. Bu modellerin çözümlerinin sayısal açıdan çok karmaşık olması, modellerin uygulanabilirliğini bilhassa uygulama çalışmalarında kısıtlamaktadır.

Özet

Bu çalışmada; ağ atama sürecinin bir bileşeni olan dinamik ağ yükleme probleminin temel matematik formülasyonu verilmiştir. Sürekli olan problemin etkin biçimde çözülebilmesi için; gerekli olan ayırıklaştırma olgusu ve çözüme yönelik önerilen modeller irdelenmiştir. Dinamik ağ yüklemesi çözümlerinde kullanılan trafik akım modelleri ve bu modellerin sınıflandırılması, bu konuda çalışacak araştırmacılara yol göstermesi amacıyla özetlenmiştir.

Kaynaklar

Astarita, V. (1996) A continuous time link model for dynamic network loading based on travel time function. Proceedings of the 13th International Symposium on Transportation and Traffic Theory (ISTTT), Lyon, July 24-26, pp. 87-102.

Barcelo, J. (1996) The parallelization of AIMSUN2 microscopic traffic simulator for ITS applications. The 3rd World Conference on Intelligent Transport Systems, Orlando, USA, October 14-18.

Boyce, D. E., Ran, B. and L. J. LeBlanc (1991) Dynamic user-optimal traffic assignment model: a new model and solution technique. First Triennial Symposium on Transportation Analysis, Montreal, Canada, June 6-11.

Carey, M. (1987) Optimal time-varying flows on congested network. Operations Research, Vol. 35, No. 1, pp. 58-69.

Carey, M. (1992) Nonconvexity of the dynamic traffic assignment problem. Transportation Research, Vol. 26B, No. 2, pp. 127-133.

Daganzo, C. F. (1994) The cell transmission model: a simple dynamic representation of highway traffic. Transportation Research, Vol. 28B, No. 4, pp. 269-287.

Daganzo, C. F. (1995a) Requiem for second-order approximations of traffic flow. Transportation Research, Vol. 29B, No. 4, pp. 277-286.

Daganzo, C. F. (1995b) The cell transmission model, part II: network traffic. Transportation Research, Vol. 29B, No. 2, pp. 79-93.

Daganzo, C. F. (1995c) Properties of link travel time functions under dynamic loads. Transportation Research, Vol. 29B, No. 2, pp. 93-98.

Di Gangi, M. and V. Astarita (1994). Structure of a dynamic loading model for the evaluation of control strategies. In TRISTAN Second Triennial International Symposium on Transportation Analysis, Capri, June 23-28.

Friesz, T. L., Luque, J., Tobin, R. L. and B. W. Wie (1989) Dynamic network traffic assignment considered as a continuous time optimal control problem. *Operations Research*, Vol. 37, No. 6, pp. 893-901.

Friesz, T. L., Bernstein, D. H., Smith, T. E., Tobin, R. L. and B. W. Wie (1993) A variational inequality formulation of the dynamic network user equilibrium problem. *Operations Research*, Vol. 41, No. 1, pp. 179-191.

Jayakrishnan, R., Mahmassani H. S. and T. Y. Hu (1994) An evaluation tool for advanced information and management systems in urban networks. *Transportation Research*, Vol. 2C, No. 3, pp. 129-147.

Lebacque, J. P. (1996) The Godunov scheme and what it means for first order traffic flow models. *Proceedings of the 13th International Symposium on Transportation and Traffic Theory (ISTTT)*, Lyon, July 24-26, pp. 647-677.

Leonard, D. R., Tough, J. B. and P. C. Baguley (1978). CONTRAM: A traffic assignment model for predicting flows and queues during peak periods. TRRL Report, 841, Crowthorne.

Lighthill, M. J. and J. B. Whitham (1955) On kinematic waves. I Flow movement in long rivers. II. A theory of traffic flow on long crowded road. *Proceedings of Royal Society A* 229, 281-345.

Mahmassani, H. S. and P. Chen (1993) Dynamic interactive simulator for the study of commuter behavior under real-time traffic information supply strategies. *Transportation Research Record*, Vol. 1413, pp. 12-21.

Merchant, D. K. and G. L. Nemhauser (1978) A model and an algorithm for the dynamic traffic assignment problem. *Transportation Science*, Vol. 12, No. 3, pp. 183-199.

Messmer, A. and M. Papageorgiou (1990) METANET: a macroscopic simulation program for motorway networks. *Traffic Engineering & Control*, Vol. 31, pp. 466-470.

Newell, G. F. (1993) A simplified theory of kinematic waves in highway traffic, part II: Queuing at freeway bottlenecks. *Transportation Research*, Vol. 27B, No. 4, pp. 289-303.

Payne, H. J. (1971) *Models of Freeway Traffic and Control*, in *Mathematical Models of Public Systems*, Simulation Council, La Jolla, CA, 1971, pp. 1-51.

Ran, B., Roupail, N. M., Tarko, A. D. E. Boyce (1997) Toward a class of link travel time functions for dynamic assignment models on signalised networks, *Transportation Research*, Vol. 31B, No. 4, pp. 277-290.

- Richards, P. I. (1956) Shockwaves on the highway. *Operations Research*, Vol. 4, pp. 42-51.
- Rilett, L., Benedek, C., Rakha, H. and M. VanAerde (1994) Evaluation of IVHS options using CONTRAM and INTEGRATION. First World Congress on Applications Transport Telematics and Intelligent Vehicle Highway Systems, Paris, France, November 30 – December 3.
- Rubio-Ardanaz, J. M., Wu, J. H. and M. Florian (2003) Two improved numerical algorithms for the dynamic network loading problems. *Transportation Research*, Vol. 37B, No. 2, pp. 171-190.
- Smith, M. J. (1993) A new dynamic traffic model and the existence and calculation of dynamic user equilibria on congested capacity-constraint road networks. *Transportation Research*, Vol. 27B, No. 1, pp. 49-63.
- Smith, M. J. and M. B. Wisten (1993) Parallel dynamic traffic equilibrium assignment. *Traffic Engineering & Control*, Vol. 34, No. 12, pp. 593-597.
- Smith, M. J. and J. B. Wisten (1996) A distributed algorithm for the dynamic traffic equilibrium assignment problem, *Transportation and Traffic Flow Theory. Proceedings of the 13th International Symposium on Transportation and Traffic Theory (ISTTT)*. Lyon, July 1996, pp. 385-408.
- Tong, C. O. and S. C. Wong (2000) A predictive dynamic traffic assignment model in congested capacity-constrained road networks. *Transportation Research*, Vol. 34B, No. 8, pp. 625-644.
- Van Aerde, M., Yagar, S., Ugge, A. and E. R. Case (1987) A review of candidate freeway arterial corridor traffic models. *Transportation Research Record*, Vol. 1132, pp. 53-65.
- Wie, B. W., Friesz, T. L. and R. L. Tobin (1990) Dynamic user optimal traffic assignment on congested multideestination networks. *Transportation Research*, Vol. 24B, 6, pp. 431-442.
- Wie, B. W., Tobin R. L. and T. L. Friesz (1994). The augmented lagrangian method for solving dynamic network traffic assignment models in discrete time. *Transportation Science*, Vol. 28, No. 3, pp. 204-220.
- Wu, J. H., Chen, Y. and M. Florian (1998) The continuous dynamic network loading problem: A mathematical formulation and solution method. *Transportation Research*, Vol. 32B, No. 3, pp. 173-187.
- Xu, Y. W., Wu, J. H., and M. Florian (1998) An efficient algorithm for the continuous network loading problem: A DYNALOAD implementation. *Transportation Networks: Recent Methodological Advances*, Bell MGH (ed), 51-66.

Xu, Y., Wu, J. H., Florian, M., Marcotte, P. and D. L. Zhu (1999) Advances in the continuous dynamic network loading problem. *Transportation Science*, Vol. 33, No. 4, pp. 341-353.

Zhang, H. M. (1998) A theory of nonequilibrium traffic flow. *Transportation Research*, Vol. 32B, No. 7, pp. 485-498.

Erişilebilirlik Ölçütünün Rastlantısal Fayda Fonksiyonunda Kullanımı Üzerine Bir Değerlendirme

Mustafa Özuysal, Serhan Tanyel

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Bölümü, 35160, Buca, İzmir

Tel.: (0232) 412 70 76

E-Posta: mustafa.ozuysal@deu.edu.tr

Tel.: (0232) 412 70 18

E-Posta: serhan.tanyel@deu.edu.tr

Öz

Bu çalışmada, türel dağılımda kullanılan rastlantısal fayda fonksiyonunun, ulaşım faaliyetlerinin temel amacı olan erişim prensibine dayalı olarak nasıl geliştirilebileceği ve erişilebilirliğin ulaşım modellerindeki yeni uygulama alanları üzerinde durulmuştur. Literatürdeki çalışmalardan örnekler verilmiş ve ülkemizde uygulanabileceği alanlar ve gerekli veri altyapısı belirlenmeye çalışılmıştır. Erişilebilirlik yaklaşımının, ulaşım planlamasında yeni bir anlayış olan talep yönetimi prensibine elverişliliği ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Erişilebilirlik, Rastlantısal fayda fonksiyonu, Türel dağılım.

Giriş

Geleneksel ulaşım modelleme sürecinin üçüncü aşamasını oluşturan türel dağılım, günümüzde halen ulaşım planlaması alanındaki birçok akademik araştırmanın konusu olmaktadır. Modelleme sürecinin birçok araştırmacıya göre en kritik aşaması olan türel dağılım, kentiçi ulaşım talebinin yönetilebilmesi bakımından büyük önem taşımakta; özellikle metropol kentlerde artan özel araç kullanımının kontrol altında tutulması ve toplu taşımaya olan talebin yükseltilmesi için gereken kullanıcı davranışlarının modellenmesinde kritik bir rol oynamaktadır.

Ulaşım sistemlerinin analizinin, arazi kullanımı yapısından bağımsız olarak ele alınamayacağı günümüzde artık bilinmektedir. İnsanların ve ticari aktivitelerin istenilen tesislere, mallara ve aktivitelere ulaşabilme kolaylığı olarak tanımlanan erişilebilirlik ölçütü (Bhat ve diğ., 2000), özellikle ulaşım modlarının bireysel seçim modellerinde bireye özel avantaj ve dezavantajlarının tanımlanabilmesi açısından bir uygulama potansiyeline sahiptir.

Erişim, insan ve eşya hareketini içeren tüm ulaşım faaliyetleri için temel hedeftir. Fayda fonksiyonunun amacına paralel olarak bu ölçütte, insanların büyük bir kısmının ulaşım sistemindeki erişim opsiyonlarının bir kombinasyonunu kullandığı düşünülmektedir. Erişilebilirlik perspektifi, erişim opsiyonu olarak potansiyel önemi olan toplu taşıma, modlar arası ulaşım, motorsuz araçla ulaşım gibi tüm modları ulaşım modu olarak

dikkate almaktadır. Bu yaklaşımda, ulaşım ve arazi kullanımı karakterlerinin entegre bir etkileşimi desteklenmektedir. Ulaşım modları, kullanıcıları ihtiyaçlarına etkin bir nitelikte ulaştırabilme yeteneklerine göre değerlendirilmektedir. Bu ölçüte göre ulaşılması istenen hedeflerin arazi üzerindeki dağılımı, arazi kullanımı kompozisyonu, ulaşım ağının bağlantı durumu ve yaya hareketi olanakları, ulaşım sistemi performansını bir bütün halinde etkilemektedir.

Bu çalışmada, erişilebilirlik ölçütü ile bireysel seçim modelindeki rastlantısal fayda fonksiyonu arasındaki ilişki incelenmiş, literatürde ikisinin etkileşimli olarak kullanıldığı ulaşım modelleri ele alınmıştır. Sonuç olarak, bu iki planlama elementinin birbirine ne gibi durumlarda destek olabileceği ortaya konmaya çalışılmış ve özellikle gerekli veri yapısı bakımından erişilebilirliğin Türkiye’de uygulanabilirliği hakkında fikir yürütülmüştür.

Ulaşım Modu Seçimi

Ulaşım modu seçimi, birçok araştırmacı tarafından, ulaşım planlaması ve ulaşım politikası belirlenmesinde en önemli element olarak görülmektedir. Çünkü kentsel yerleşimlerdeki ulaşım olanaklarının etkinliğinin, kentte ulaşım için gerekli altyapının ve kullanıcılara yeterli alternatiflerin sunulup sunulmadığının belirlenmesi, mod seçimi analizlerine bağlıdır (Ortuzar ve Willumsen, 1995).

Mod seçimini etkileyen faktörleri, üç ana bileşenin özellikleri altında incelemek mümkündür: yolculuğu gerçekleştiren birey, yolculuk ve ulaşım altyapısı. Yolculuğu yapan kişinin özellikleri ele alındığında, otomobile ulaşılabilirlik ve/veya otomobil sahipliği, hane halkının yapısı, gelir, bireyin yaşadığı yerin konumsal yoğunluğu ve ulaşım açısından bireysel kısıtlamalar (işte otomobil kullanımı zorunluluğu vb.) ilk akla gelen etkenlerdir. Yolculuğun amacı ve yapıldığı saat ise mod seçiminde etkin yolculuk özellikleri arasındadır. Ulaşım altyapısına ait etkin karakteristikleri ise nicel ve nitel karakteristikler olarak iki kısımda değerlendirmek mümkündür. Nicel karakteristiklerin başlıcaları, modlar arası göreceli yolculuk süreleri, maliyetler ve fiziksel ulaşılabilirlik iken, nitel karakteristikler arasında konfor, güvenilirlik, düzenlilik ve güvenlik öne çıkmaktadır. İyi bir ulaşım mod seçimi modelinin belirtilen karakteristiklerin tamamını kapsayan bir yapıya sahip olması gerekmektedir.

Tye ve Sherman (1982), mod seçimini etkileyen değişkenleri ve bunların etki şiddetlerini Tablo 1’deki gibi sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırma, her ne kadar toplumdaki topluma değişen, standardize edilemeyecek bir yapıya sahip olsa da, rastlantısal fayda fonksiyonunda dikkate alınması gereken unsurların çeşitliliği ve derecelendirilmesi hakkında kayda değer bir fikir vermektedir.

Bireysel Seçim Modelleri

Rastlantısal fayda fonksiyonu ile erişilebilirlik ölçütü arasındaki yapısal paralelliğin ortaya konabilmesi bakımından, mod seçiminde yeni nesil bir yaklaşım olan ve uygulamada, kullanıcıyı gruplar halinde ele alan geleneksel yaklaşımın yerini büyük ölçüde almış olan bireysel seçim modelleri üzerinde bir miktar durmakta yarar vardır.

Tablo 1 Ulaşım Modu Seçimine Etki Eden Faktörülerin Sınıflandırılması
(Tye ve Sherman, 1982).

Etki Şiddeti	Değişken
Çok Yüksek	Yolculuk maliyeti
	Araç içinde geçen süre
	Yürüyüş süresi
	Aktarma için bekleme süresi
	Toplu taşıma takip süresi
	Hane halkının araç sayısı
	Öne çıkan bireysel koşullar
Bireyin geliri	
Yüksek	Aktarma sayısı
	Kullanıcının ailedeki yeri
	İşyeri bölgesindeki iş yoğunluğu
	Konutun şehir dışında ya da şehirde bulunması
Aile yapısı (çekirdek, çalışan vb.)	
Belirsiz	Ailenin toplam geliri
	Kullanıcının yaşadığı konut bölgesinin nüfusu
	Yaşanan bölgeye ait merkezin konumu
	Evdeki çalışan sayısı
	Aile reisinin yaşı
	Ulaştırma türünün sağlanabilirliği
	Konforun, güvenilirliğin ve elverişliliğin algılanması
Düşük	Merkezi işyerinin konumu
	Kullanıcının cinsiyeti
	Kullanıcının yaşı
	Aile reisinin kariyeri
	Güvenilirlik, gecikme ve özel yaşamla ilgili genel özellikler

Yolculuk davranışı tipik olarak bütünleşik olmayan bir yapıya sahiptir; dolayısıyla yolcuların bireysel tercih davranışı, belirleyici faktördür. Bireysel seçim yöntemi, yolcuların tercihlerini analiz ve tahmin etmekte kullanılan bir türel dağılım yöntemi türevidir. İlk olarak Ben-Akiva ve Lerman (1985) tarafından ulaştırma disiplinine uyarlanan yöntemin ilk formu rastlantısal fayda modeli olup, üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda Logit, Nested Logit, Genelleştirilmiş Ekstrem Değer ve Probit Model gibi birçok türevi elde edilmiştir. Bireysel seçim yöntemleri, dört genel modelleme unsurundan oluşmaktadır (Ben-Akiva ve Bierlaire, 2002):

- i) Karar verici : Ulaşım modu veya güzergahı seçiminde karar veren bireyin ve özelliklerinin tanımlanması,
- ii) Seçenekler : Karar vericinin imkanları dahilinde bulunan, arasından seçim yapacağı alternatiflerin belirlenmesi,
- iii) Nitelikler : Karar vericinin aralarından seçim yapacağı alternatiflerin, karar verici açısından fayda ve maliyetlerinin tespit edilmesi,
- iv) Karar mekanizması : Karar verici tarafından kullanıldığı düşünülen karar mekanizmasının tanımlanması.

Nitelikler ve karar mekanizması, bireysel seçim modellerindeki belirsizliğe sebep olan iki önemli unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Rastlantısal Fayda Teorisi, karar vericinin mükemmel bir ayırım yeteneğine sahip olduğunu, fakat analizi yapan kişinin eksik bilgiye sahip olduğunu kabul eder ve bu sebeple bir belirsizlik faktörü dikkate alır. Manski (1977) dört farklı belirsizlik kaynağı tanımlamıştır; i) seçeneklerin dikkate alınmamış nitelikleri, ii) karar verici bireylerin dikkate alınmamış karakteristikleri, iii) ölçme hataları ve iv) yardımcı (ikincil) değişkenler. Bu yaklaşımdan hareketle bir alternatifin faydası, deterministik ve rastlantısal iki terimin toplamı şeklinde ifade edilmektedir. İkili mod seçimi için “i” alternatifi, “n” ise seçimi gerçekleştirecek bireyi göstermek üzere:

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \quad (1)$$

olarak ifade edilmektedir.

Deterministik fayda fonksiyonunun tanımlanması, önceki paragrafta ve Tablo 1’de değinilen değişkenlerin, gerekli ve yeterli bir hipotez kurulmasını sağlayan bir kombinasyonunun oluşturulmasından ibarettir. Deterministik bileşen (V_n) vektörel bir özellikler topluluğundan oluşmaktadır. Herhangi bir “n” bireyi için, herhangi bir “i” alternatifi, “ z_{in} ” şeklindeki bir özellikler vektörü ile ifade edilmektedir. Kara vericinin özellikleri de başka bir “ S_n ” vektörü ile tanımlanmaktadır. Genel bir ifadeyle, z_{in} ve S_n ‘nin alt kümesi olan bir x_{in} vektörü tanımlanır:

$$x_{in} = h(z_{in}, S_n) \quad (2)$$

vektörleri elde edilir. Böylece, katsayılar da lineer olan “K” satırlı “x” vektörünün fonksiyonu olan V_{in} ’in β katsayıları, doğrusal regresyon yolu ile bulunmaktadır:

$$V_{in} = b_1 \cdot x_{in1} + b_2 \cdot x_{in2} + b_3 \cdot x_{in3} + \dots + \beta_K \cdot x_{inK} \quad (3)$$

Sistemik bileşenler kurulduktan sonraki aşama, rastgele bileşenlere (ε) uygun bir fonksiyonel dağılım verilmesidir. Bu dağılımın ne olduğu, bireysel seçim modelinin türünü etkilemektedir. Uygulamada en yaygın olarak kullanılan tür, rastgele bileşenin dağılımını “lojistik eğri” olarak kabul eden “Logit” modelidir.

Performans Ölçütü Olarak Erişilebilirlik

Yukarıdaki paragrafta değinilen ve “karar vericinin aralarından seçim yapacağı alternatiflerin, karar verici açısından fayda ve maliyetlerinin tespit edilmesi” şeklinde tanımlanan niteliklerden ulaşım tesisleri ve yolculuğa ait olanlar, uygulamada genellikle birbirinden bağımsız bazı performans ölçütleri ile dikkate alınmaktadır. Bu performans ölçütlerini üç temel perspektif altında gruplandırmak mümkündür (Litman, 2003):

- Trafik Perspektifi
- Mobilite Perspektifi
- Erişilebilirlik Perspektifi

Trafik perspektifine göre ulaşım faaliyetlerinin temelini araçların hareketi oluşturmaktadır. Bu yaklaşıma göre ulaşım sisteminin idealizasyonu, araç başına

seyahat miktarının ve hızın artması ile mümkündür. Bu yaklaşımda, ulaşım sistemi kullanıcısı öncelikli olarak motorlu araç sürücüleridir.

Mobilite yaklaşımına göre ise ulaşım faaliyetlerinin esası insanların ve eşyanın hareketi olarak tanımlanmaktadır. Yolculuk, kişi-kilometre veya ton-kilometre olarak ifade edilmektedir. Bu yaklaşım için birim başına düşen seyahat miktarının yükselmesi esas faydadır. Bu perspektife göre de, trafik perspektifindekine benzer şekilde, ulaşım sistemi kullanıcısı olarak motorlu araç sürücülerini ön plandadır. Çünkü seyahat olarak tanımlanan kişi-km ve ton-km unsurlarının büyük bir kısmı motorlu araçlar tarafından gerçekleştirilmektedir.

Erişilebilirlik perspektifinin temelinde erişim, insan ve eşya hareketini içeren tüm ulaşım faaliyetleri için temel hedeflerdir. Bu perspektif, gelişen erişim olanaklarını kullanıcıların genel faydası olarak görür ve mobilitenin gelişimi de bu hedefe ulaşmak için bir yöntemdir. Trafik perspektifi, bu yaklaşıma göre mobilite yaklaşımının bir alt kümesidir ve mobilite perspektifi de erişilebilirliğin bir alt kümesidir. Dolayısıyla erişilebilirlik yaklaşımı, diğer yaklaşımları kapsar (Litman, 2003).

Erişilebilirlik perspektifine göre ulaşım sistemi kullanıcısı, herhangi bir mal, hizmet ya da aktiviteye ulaşmak isteyen bütün bireyler ile ticari faaliyetlerdir ve insanların büyük bir kısmının, ulaşım sistemindeki erişim opsiyonlarının bir kombinasyonunu kullandığı düşünülür. Bu perspektif, erişim opsiyonu olarak potansiyel önemi olan, toplu taşıma, modlar arası ulaşım, motorsuz araçla ulaşım gibi tüm modları ulaşım modu olarak dikkate alır.

Ulaşım sistemi performans değerlendirmesine en gerçekçi yaklaşımı sunan erişilebilirlik perspektifinin diğer yaklaşımlarla olan farklılıkları, Litman (2003) tarafından Tablo 2' deki gibi özetlenmiştir. Erişilebilirliğin sayısal ifadesi ve rastlantısal fayda fonksiyonu ile olan benzerlikleri, bir sonraki paragrafta ele alınacaktır.

Rastlantısal Fayda Fonksiyonu ve Erişilebilirlik İlişkisi

Erişilebilirlik, insanların ve ticari aktivitelerin istenilen tesislere, mallara ve aktivitelere ulaşabilme kolaylığı olarak tanımlanmaktadır (Bhat ve diğ., 2000). Ulaşım sistemleri, insanların amaçları doğrultusundaki aktivitelere katılımına hizmet eden tesisler olmasına karşın, birçok ulaşım planlamasında ve performans değerlendirme analizlerinde, aktiviteye erişim ve bundan sağlanacak faydadan çok, ulaşım sistemlerinin çıktılarının artırılması ve altyapıya ait hizmet seviyelerinin yükseltilmesi üzerinde durulmaktadır (Geurs ve Van Eck, 2001). Bu tür düzenlemeler, ulaşım altyapısı esaslı erişilebilirlik yaklaşımına dahil olarak tanımlanabilmektedir. Son yıllarda uygulama alanı bulan daha rasyonel erişilebilirlik ölçütleri ise aktivite ve fayda esaslı olmak üzere iki ana sınıfta incelenmektedir.

Aktivite esaslı erişilebilirlik, yolculuğun başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki bağlantının derecesini ifade etmeye yönelik ölçütlerden oluşmakta olup, uzaklık, kontur, potansiyel ve konum-zaman erişilebilirliği gibi farklı yaklaşımlardan oluşmaktadır. Bu çalışmada, mod seçiminde kullanılan fayda fonksiyonuna olan paralelliğin incelenmesi bakımından, daha çok fayda esaslı erişilebilirlik ölçütleri üzerinde durulacaktır.

Tablo 2 Ulaşım Sistemi Performans Ölçütlerinin Karşılaştırılması (Litman, 2003).

Özellik	Trafik Perspektifi	Mobilite Perspektifi	Erişilebilirlik Perspektifi
<i>Ulaştırmanın Tanımı</i>	Otomobil seyahatleri	İnsanların ve eşyanın hareketi	Malların, hizmetlerin ve aktivitelerin elde edilebilme kolaylığı
<i>Ulaşım Ölçü Birimi</i>	Araç-km ve araç-seyahat	Kişi-km, kişi-seyahat ve ton-km	Hedeflerin erişim kolaylığı
<i>Dikkate Alınan Ulaşım Modları</i>	Otomobil	Otomobil, kamyon ve toplu taşıma	Telekomünikasyon gibi mobilite alt modlarını da içeren tüm modlar
<i>Genel Performans Ölçütleri</i>	Trafik hacmi ve hızı, hizmet seviyeleri, araç-km başına düşen maliyetler, park etme olanakları ve maliyetleri	Kişi-seyahat hacimleri ve hızları, yol ve toplu taşıma hizmet seviyeleri, kişi-seyahat başına maliyetler, seyahat edebilme olanakları	Modlar arası hizmet seviyeleri, arazi kullanımı karakteri, aktivitelere çeşitli alternatiflerle ulaşımın geliştirilmiş maliyetleri
<i>Kullanıcı Açısından Fayda Kabulleri</i>	Maksimum otomobil-km ve hız, yeterli park etme olanakları, düşük araç maliyetleri	Maksimum kişisel seyahat ve maksimum eşya hareketi	Maksimum ulaşım alternatifi, etkin arazi kullanımı, kabul edilebilir genel maliyetler
<i>Arazi Kullanımı Anlayışı</i>	Düşük yoğunluk, karayolu çevresinde dallanmış şehirselleşmiş yerleşim	Toplu taşıma için elverişli, öbeklenmiş arazi kullanımı	Öbeklenmiş ve entegre arazi kullanımı, etkin ulaşım ağı bağlantıları
<i>Ulaşım Sistemini Geliştirme Anlayışı</i>	Yol ve park kapasitelerinin gelişmesi, yüksek hız ve erişim kontrolü	Yükselen ulaşım sistem kapasitesi, yüksek hız ve güvenlik	Ulaşım sistemi ve arazi kullanımının geliştirilmesine yönelik dengeli ilerleme
<i>Stratejileri</i>			Etkinlik ve güvenlik, alternatiflerin artırılması
<i>Seyahat Talep Yönetimi Açısından Uygulanabilirliği</i>	Tıkanıklığın çok yüksek olduğu bölgeler dışında, motorlu taşıt ulaşımının azaltılması istenilmez.	Yük ve yolcu mobilitesini geliştirmeye yönelik seyahat talep yönetimi stratejilerini destekler.	Kaynakların etkin kullanımı birinci planda geldiği sürece, seyahat talep yönetimi stratejilerini destekler.

Fayda esaslı erişilebilirlik ölçütü, erişilebilirliği bir grup ulaşım alternatifinin çıktısı olarak kestirme temeline dayanmaktadır. Fayda teorisi, temel olarak aynı ihtiyacın karşılanmasına hizmet eden potansiyel alternatifler içinden bir tanesinin seçilmesiyle ilgili karar mekanizmasını tanımlamaya yönelik bir yaklaşım olup yolculuk davranışlarının ve aynı ulaşım sisteminin farklı kullanıcılara sağladığı faydaların modellenmesinde kullanılmaktadır (Greene ve Liu, 1988). Fayda esaslı erişilebilirlik yaklaşımı, erişilebilirliğin bireysel derecede ele alınması, ulaşım modu ve yol ağı bağlantılarının yanında, kullanıcı karakteristiklerinin de ele alınması zorunluluğunu getirmektedir (Banister ve Berechman, 2000).

Fayda esaslı yaklaşımın başlıca kabullerini Koenig (1980) aşağıdaki gibi ortaya koymuştur:

- İnsanlar karşılaştıkları her alternatif ile belli başlı bir faydaya ortak olurlar ve bireysel bir davranış olarak, maksimum faydayı sağlayanı seçerler.
- Her bir bireyin sahip olduğu bütün alternatiflerin sağladığı faydaya etki eden faktörlerin tamamının değerlendirilebilmesi mümkün olmadığından, bu fayda deterministik ve stokastik bileşenlerin toplamı ile temsil edilebilir.

Bir “n” bireyine ait alternatif seti içindeki her bir “k” alternatifinin bir “U_k” toplam faydasına sahip olduğu ve birey tarafından toplam faydanın maksimize edileceği yaklaşımı ile, erişilebilirliğin en basit matematiksel tanımı Ben-Akiva ve Lerman (1979) tarafından aşağıdaki gibi ortaya konmuştur:

$$A_n = E (\text{Max } U_k) \quad (4)$$

Burada “E” beklenen değeri temsil etmektedir. Bir “n” bireyi tarafından algılanan “U” faydasının stokastik ifadesi ise aşağıdaki gibi yapılabilir:

$$U_{ij} = V_{ij} - \beta c_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (5)$$

Burada;

- V_{ij} : “i” noktasından “j” noktasına yapılan yolculuğun, “n” bireyi tarafından elde edilen ve deterministik olarak bilinen değerine,
 c_{ij} : “ij” yolculuğunun maliyetine (seyahat süresi, parasal maliyet vb.),
 β : maliyete duyarlılık parametresine,
 ε_{ij} : rastgele değişkene (stokastik kısım) karşılık gelmektedir.

Bu fayda fonksiyonu, erişilebilirlik ölçütüne fayda teorisi temeline dayalı bir başlangıç noktası oluşturmuştur (Bröcker, 1989). Mod seçiminde kullanılan ve (1) no’lu eşitlikte verilen fayda fonksiyonuna olan mantıksal ve yapısal benzerliği dikkati çekmektedir. Bir bireyin sahip olduğu bir alternatifler kümesi içindeki her bir hedefe bir fayda atadığı ve kendi faydasını maksimize eden bir alternatifi seçtiği kabul edilirse; erişilebilirlik, çoklu logit modelin paydası olarak tanımlanabilir ki bu aynı zamanda “logaritmik toplam” olarak bilinir (McFadden, 1981; Ben-Akiva ve Lerman, 1985). Logaritmik toplam, bütün alternatifler kümesinin çekiciliğini özet olarak ifade eden bir ölçüt olarak görülmektedir (Small, 1992):

$$A_n = \ln \left(\sum_k e^{V_k} \right) \quad (6)$$

Burada “A_n” erişilebilirlik ölçütünü, “V_k” ise “n” bireyi için “k” alternatifine ait toplam fayda içindeki fayda oranını, mod ve yolculuk hedefi kombinasyonuna bağlı olarak ifade etmektedir. Bu şekli ile ifade, rastgele değişkenin Weibull dağılımına uyduğunu kabul etmektedir. Bu ifade aynı zamanda negatif eksponansiyel bir uzaklık azaltma fonksiyonu kullanılarak potansiyel bir erişilebilirlik ölçütü şeklinde yazılabilir. Dolayısıyla “n” bireyine ait erişilebilirlik (A_n), “i” alanında yaşayan bireyin, “c_{ij}” maliyeti ile ulaşabileceği “j” noktasında bulunan “D” fırsatlarından elde edebileceği fayda halinde yorumlanabilmektedir.

$$A_n = \frac{1}{\beta} \ln \sum_j D_j e^{-\beta \cdot c_{ijm}} \quad (7)$$

Burada tüm ifade, yolculuk maliyetine duyarlılık parametresine bölüldüğü için erişilebilirlik, yolculuk maliyeti biriminden ifade edilmiştir.

Konum-zaman erişilebilirliği yaklaşımında ise, bir birey tarafından algılanan fayda, ulaşılabilir tüm aktiviteler yerine, belirli bir aktivite programı uygulanarak tahmin edilmeye çalışılır. Bir bireyin konum-zaman fayda fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanabilir (Burns, 1979; Hsu ve Hsieh, 1997):

$$u_{ij}(a_k, T_k, t_k) = \left\{ a_k^\alpha \cdot T_k^\mu \cdot e^{-\beta \cdot t_k} \right\} \quad (8)$$

Burada “ u_{ij} ”, “ k ” konumundaki bir aktiviteye katılım ile elde edilecek faydayı, “ a ” aktivite konumuna ait çekiciliği, “ T ” aktiviteye katılım için kullanılacak zaman, “ t ” ise gerekli yolculuk süresidir. (7) no’lu denklem ile ilişki kurulduğunda, tanımlanan konum-zaman prizması içindeki fırsatların beklenen maksimum faydası, logit karar mekanizmasına göre aşağıdaki gibi elde edilebilir (Miller, 1999):

$$U = \frac{1}{\beta} \ln \sum_{k=1}^m e^{a_k^\alpha \cdot T_k^\mu \cdot e^{-\beta \cdot t_k}} \quad (9)$$

Burada “ U ”, konum-zaman prizmasının belirlenmiş “ i ” ve “ j ” aktiviteleri ve zaman bütçesi için ($t_j - t_i$) faydasını ifade etmektedir. Dolayısıyla zaman ve konum kısıtlaması konularak elde edilebilecek maksimum fayda ortaya konulmaya çalışılmaktadır.

Görüldüğü gibi fayda esaslı erişilebilirlik ile mod seçiminde kullanılan fayda fonksiyonu arasında çıkarımsal açıdan büyük bir benzerlik bulunmaktadır. Ancak erişilebilirlik teorisi üzerinde son yıllarda çok daha fazla çalışılmıştır ve bu yüzden yapı itibarıyla fayda fonksiyonundan uzaklaşmıştır. Dolayısıyla bu iki modelleme aracı, birbirinin direkt olarak alternatifi şeklinde değerlendirilemez. Fayda fonksiyonu, mod seçiminde, bireyin alternatifleri arasındaki bir modun, bireye göre çekiciliğini ortaya koyarken; erişilebilirlik, ulaşım modu alternatifleri ile yapılan yolculukta varılan noktada elde edilebilecek faydayı kestirmeye yöneliktir. Dolayısıyla, rastlantısal fayda fonksiyonu moda ait iken erişilebilirlik, varılan bölgeye aittir. Bu yüzden erişilebilirliğin, başlangıç-bitiş matrisinin bilinmediği, örneklemenin yetersiz olduğu veya ikincil bir sınıma yapılmak istendiği durumlarda, rastlantısal fayda fonksiyonu yerine kullanılabilir. Bununla birlikte, yeni nesil planlama anlayışının, gelecekte gerçekleşeceği tahmin edilen durum ve taleplere hizmet vermek yerine, talebi yönetmek olduğu düşünülecek olursa, her ne kadar gereği ölçüde bir örnekleme ile oluşturulsa da bir kentin ancak %5’ini içeren bir başlangıç-bitiş matrisi üzerine kurulan mod seçimi analizinin ve buna bağlı ulaşım altyapısı iyileştirme çalışmalarının sağlıklı olamayacağı düşünülmektedir. Bu yüzden, yapılacak fayda esaslı konum-zaman erişilebilirliği analizi ile, ulaşım taleplerinin arazi kullanımına uyum sağlayan kesimi desteklenir ve ulaşım yatırımları buna göre yönlendirilirse, ulaşım-arazi kullanımı arasındaki ilişkinin dengelenmesi, ve dolayısıyla planlı ve homojen bir şehirleşme sağlanabilir.

Mevcut Uygulamalar

Fayda esaslı erişilebilirlik kavramı üzerine birçok teorik çalışma yapılmasına rağmen, erişilebilirlik uygulamaları içinde pek fazla yer almamıştır. Az sayıda örneklerden bir tanesi Koenig (1980)'e ait olup logaritmik toplam değerler şeklinde bir potansiyel erişilebilirlik ölçütü kullanmakta; Fransa'nın Le Mans kentindeki yol yatırım alternatiflerinin erişilebilirliğe olan etkisini incelemektedir. Bu çalışmada fayda, parasal değerlere dönüştürülmüştür. Logaritmik toplamların benzer bir uygulaması da Hollanda'da Le Clercq ve Brohm (1982) tarafından gerçekleştirilmiştir. Daha yakın bir tarihte Borgia ve Cappelli (1994), İtalyan bölgeleri için, türel erişilebilirliğin net faydalarının logaritmik toplamı olarak tanımladıkları çoklu-türel bir erişilebilirlik ölçütü tanımlamıştır ki bu çalışma yukarıdaki paragraflarda değinilen uygulamalara en yakın örnektir. Sweet (1997) ise yine logaritmik toplamlara dayanan erişilebilirliği, Londra'da özel taşıt ve toplu taşıma ile iş erişilebilirliğini analiz etmek için kullanmıştır. Niemeier (1997) ile Handy ve Niemeier (1997)'in çalışmaları ise Sweet'in çalışmasını ilginç bir yöne çekmekte, insanların iş erişilebilirliğine biçtikleri değeri elde etmeye çalışmaktadır. Konuyla ilgili diğer bir örneği gerçekleştiren Levine (1998), ev-işyeri arasındaki seyahat sürelerinin konutsal yerleşim kararı üzerindeki etkisini incelemiştir. Bunların yanı sıra, logit model esaslı ulaşım modelleri, logaritmik toplam erişilebilirliği türetmede kullanılabilir. Örneğin Cascetta ve Biggiero (1997) İtalyan yolcu ulaşım modelinden yararlanarak logaritmik toplam esaslı bir erişilebilirlik ölçütü hesaplamışlardır.

Erişilebilirlik ölçütü, temel olarak, arazi kullanımı, sosyo-ekonomik değişkenler ve ulaşım faaliyetine ait yolculuk süresi, maliyeti gibi verilere ihtiyaç duymaktadır. Konum-zaman ölçütleri dışındaki bütün fayda esaslı erişilebilirlik ölçütleri için makul sayılabilecek düzeyde veriye gereksinim duyulmaktadır ve prensip olarak, mevcut arazi kullanımı ve ulaşım modelleri verilerinden yararlanılarak hesaplanabilmektedir. Mesafe ve kontur ölçütleri gibi en basit aktivite-esaslı ölçütler en az çeşitlilikte veriyi gerektirirken, daha kompleks olan konum-zaman ölçütleri, bireysellik derecesinin yüksek olması sebebiyle büyük miktarda veriye ihtiyaç doğurmaktadır. Konum-zaman esaslı erişilebilirlik ölçütünün, teorik olarak tatmin edici bir şekilde uygulanabilmesi için, ilave veri toplanması gerekmektedir. Çünkü zaman bütçeleri, standart yolculuk verilerinden elde edilemez. Bu yüzden, şimdiye dek varılan noktada, konum-zaman esaslı erişilebilirlik ölçütünün uygulama alanı, göreceli olarak küçük bir bölge ve nüfusun küçük bir kısmı ile sınırlı kalmaktadır. Bhat ve diğ. (2000) erişilebilirliğin uygulamacılar tarafından gerçekleştirilen örneklerini ve kullandıkları verileri Tablo 3'te verildiği gibi özetlemiştir.

Sonuç ve Öneriler

Çalışmada elde edilen bilgiler ışığında, fayda esaslı erişilebilirlik ölçütünün, fayda fonksiyonunun işlevine paralel olarak türel erişilebilirliğin kestiriminde (Borgia ve Cappelli, 1994) kullanılabilmesinin yanı sıra, mevcut fayda fonksiyonundan hareketle bir erişilebilirlik ölçütünün kurulabilmesi gibi işlevsel bağlantıların da oluşturulabileceği görülmüştür.

Tablo 3 Dünyadan Bazı Erişilebilirlik Uygulamaları (Bhat ve diğ., 2000).

Yapıldığı Yer	Kullanım Amacı	Ölçüt Formu	Gerekli Veri	Açıklama
Hollanda	- Mod seçimi - İş dışı aktivite payının belirlenmesi - Ekonomik büyüme koşullarının karakterize edilmesi	- Ulaşım ağı mesafeleri - Alt zonlu yaklaşım	- Toplu taşıma hizmetlerine uzaklık - Toplu taşıma servis aralıkları - Ana arterlere uzaklık - Otoyol erişim noktalarına uzaklık	Hedef, arazi kullanımında iş merkezleri ve hedef kitlenin erişilebilirlik profili yardımıyla uyumlu konumlandırılmasıdır.
İngiltere	- Toplu taşıma hizmetlerine erişilebilirliğin artırılmasıyla, ulaşımında sürdürülebilirliğin sağlanması	- Alt zonlu yaklaşım	- Duraklara yürütme süresi - Ortalama servis bekleme süresi - Toplu taşıma ile zondan zona yolculuk süresi - Bitiş noktasına yürütme süresi	- Toplu taşıma ile lokal erişilebilirlik - Hastane, sosyal tesisler v.b. özel hizmetlere erişim kolaylığı
Oregon	- Ulaşım sistemi performansının ölçülmesi	- Beklenen maksimum faydanın logaritmik toplamı	- Araç içinde geçen yolculuk süresi - Araç dışında geçen yolculuk süresi - Yolculuk ücreti - Park etme ücreti - Araç işletme ücreti - Yolculuk mesafesi	Logaritmik toplam, araç içinde geçen seyahat süresine ait katsayıya bölünerek eşdeğerli karşılaştırma sağlanmaktadır.
Albany, New York	Trafik tıkanıklığı yönetim sisteminin değerlendirilmesi	- Ulaşım ağı mesafeleri	- Seçilen zonlar arasındaki yolculuk süresi (pik ve non-pik periyotlarda en hızlı ulaşım modu ile)	
Albuquerque, NM	Merkezi istihdam bölgelerindeki trafik tıkanıklığının takip edilmesi	- Yolculuk süresi - Kontur haritaları	- Pik periyot yolculuk süreleri	
Florida	Konidorlar için mobilite ölçütü	- Ulaşım ağı mesafeleri	- Konutsal merkezlerin devlet karayolu sistemine uzaklıkları	
Southern California	İstihdam olanaklarına erişimin incelenmesi	Kümülatif fırsatlar	- Zonlardaki istihdam sayısı - Yolculuk süresi	

Şimdiye kadar gerçekleştirilen uygulamalar incelendiğinde, fayda esaslı erişilebilirlik ölçütünün en çok “logaritmik toplam” potansiyel erişilebilirlik olarak uygulandığı görülmüştür. Gerektirdiği veri çeşitliliğinin, geleneksel ulaşım modellerinden daha yüksek olmaması ve bireysel seçiminin uygulanmasının müsait olmadığı, grupsal veriler ile de çalışılabilme imkanı sunması bakımından, Türkiye’de de bu tür bir erişilebilirlik ölçütünün dikkate alınabileceği düşünülmektedir. Düzenli ve detaylı veri toplanamaması probleminin, tüm bilimsel alanlarda olduğu gibi, ulaştırma disiplininde de sıkça yaşanan bir sorun olduğu dikkate alındığında, konum-zaman esaslı erişilebilirlik gibi yüksek düzeyde detay gerektiren ölçütlerin ülkemizde, tüm bir kent bazında yapılabilmesi, yakın gelecekte mümkün görülmemektedir.

Erişilebilirlik, geliştirildiği nokta itibariyle, rastlantısal fayda fonksiyonuna direkt bir alternatif olarak düşünülmemektedir. Daha çok, başlangıç-bitiş matrisinin olmadığı veya yetersiz görüldüğü durumlarda, bireysel faydaya dayalı sentetik bir matris geliştirilmesinde kullanılabileceği düşünülmektedir.

Oluşturulabilecek sentetik başlangıç-bitiş matrisi, mevcut ulaşım faaliyetlerini tahmin etmekten çok, arazi kullanımının ve sosyo-ekonomik faktörlerin elverdiği ulaşım faaliyetlerini görmeye olanak vermektedir. Dolayısıyla kentsel ve sosyal yapının ne tür bir ulaşım sistemine elverişli olduğunu ortaya koymakta; ve bu yönüyle, mevcut bir başlangıç-bitiş matrisi olsa bile bunun, kentin mevcut veya planlanan arazi kullanım yapısıyla uyum içinde olup olmadığının analizi için de güzel bir karşılaştırma ortamı yaratmaktadır. Böylece toplu taşıma tesislerinin, mevcut ve/veya planlanan arazi kullanım yapısı çerçevesinde geliştirilmesi sağlanabilir.

Dünyada günden güne kısıtlanan maddi ve doğal kaynaklar, ulaşım planlaması anlayışına da yansımakta; oluşması beklenen talebe karşılık vermeye yönelik planlama mantığının yerini, talebi yönetmeye, dolayısıyla talepteki tırmanışın önüne geçerek kaynakların elverdiği ölçüde arz sunmaya yönelik yaklaşımlar almaktadır. Bu bağlamda, fayda esaslı erişilebilirlik ölçütü kullanılarak oluşturulacak türel dağılım modelleri, kentsel ve sosyo-ekonomik yapının ilerleyişine göre ulaşım sistemi

geliştirme zorunluluğu yerine, kentsel yapıyla uyum içinde kalacak çözüm önerileri üretme olanağı verecektir.

Erişilebilirlik ölçütünün gelecekteki uygulama aşaması kendini gösteren konum-zaman esaslı erişilebilirlik ölçütü, bu gelişime uyumlu veri toplama ve işleme organizasyonlarının geliştirilmesi gereğini ortaya koymakta; bu konudaki gelişimin izlenmesi için ülkemizde, büyükşehir belediyeleri ve Türkiye İstatistik Kurumu gibi kuruluşlara önemli sorumluluklar düşmektedir.

Kaynaklar

Banister, D. and J. Berechman (2000) Transport Investment and Economic Development. University College London Press, London, U.K.

Ben-Akiva, M. and S. R. Lerman (1979) Disaggregate travel and mobility choice models and measures of accessibility. Behavioural Travel Modelling. In: D. A. Hensher and P. R. Sopher, Croom Helm (Eds.), Andover, Hants, pp. 654-679.

Ben-Akiva, M. and S. R. Lerman (1985) Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand. MIT Press, Massachusetts, U.S.A.

Ben-Akiva, M. and M. Bierlaire (2002) Discrete choice models with applications to departure time and route choice. Handbook of Transportation Science: Second Edition. Kluwer Academic Publishers, Secaucus, New Jersey, U.S.A.

Bhat, C., S. Handy, K. Kockelman, H. Mahmassani, Q. Chen and L. Weston (2000) Accessibility Measures: Formulation Considerations and Current Applications. The University of Texas at Austin, Center for Transportation Research, U.S.A.

Borgia, E. and A. Cappelli (1994) Il Ruolo dei Trasporti Nella Programmazione del Mezzogiorno. Franco Angeli, Milano.

Bröcker, J. (1989) How to eliminate certain defects of the potential formula. Environment and Planning Part A, Vol. 21, pp. 817-830.

Burns, L. D. (1979) Transportation, Temporal and Spatial Components of Accessibility. Lexington Books, Lexington, Toronto.

Cascetta, E. and L. Biggiero (1997) Integrated Models for Simulating the Italian Passengers Transport System. IFAC, China.

Geurs, K. T. and J. R. R. Van Eck (2001) Accessibility Measures: Review and Applications. RIVM Report: 408505-006, National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven, Netherlands.

Greene, D. L. and J. T. Liu (1988) Automotive fuel economy improvements and consumer's surplus". Transportation Research Part A, Vol. 22, No. 3, p. 218.

- Handy, S. L. and D. A. Neimeier (1997) Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives. Environment and Planning Part A, Vol. 29, pp. 1175-1194.
- Hsu, C. I. And Y. P. Hsieh (1997) Travel and activity choices based on an individual accessibility model. 36th Annual Meeting of the Western Regional Science Organisation, February 23-27, Hawaii, U.S.A.
- Koenig, J. G. (1980) Indicators of urban accessibility: theory and applications. Transportation, Vol. 9, pp. 145-172.
- Levine, J. (1998) Rethinking accessibility and jobs-housing balance. Journal of American Planning Association, Vol. 64, No. 1, pp. 12-25.
- Litman, T. (2003) Measuring transport: traffic, mobility and accessibility. Encyclopedia of Travel Demand Management. Victoria Transport Policy Institute, Victoria, U.S.A.
- Manski, C. (1977) The structure of random utility models. Theory and Decision, Vol. 8, pp. 229-254.
- McFadden, D. (1981) Econometric Models of Probabilistic Choice: Structural Analysis of Discrete Data with Economic Applications. In: C. F. Manski, D. McFadden (Eds.), MIT Press, Cambridge, MA, U.S.A.
- Miller, H. J. (1999) Measuring space-time accessibility benefits within transportation networks: basic theory and computational procedures. Geographical Analysis, Vol. 31, No. 2, pp. 187-212.
- Neimeier, D. A. (1997) Accessibility: an evaluation using consumer welfare. Transportation, Vol. 24, pp. 377-396.
- Ortuzar, J. D. and Luis G. Willumsen (1995) Modelling Transport: Second Edition. John Wiley & Sons, West Sussex, U.K.
- Small, K. (1992) Urban Transportation Economics. University of Toronto Press, Toronto, Ontario, U.S.A.
- Sweet, R. J. (1997) An aggregate measure of travel utility. Transportation Research Part B, Vol. 31, No. 5, pp. 403-416.
- Tye, W. B. and L. Sherman (1982) Application of Disaggregate Travel Demand Models. National Cooperative Highway Research Program Report: 253, Transportation Research Board, TRB, National Research Council, Washington D.C., U.S.A.

Balıkesir İlindeki Bazı Önemli Kavşaklarda Trafik Kaynaklı Gürültünün Belirlenmesi

Turgut Özdemir, Füsun Üçer

Balıkesir Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Bölümü, Çağış Kampusü/Balıkesir
Tel: 0266 6121194-95/168

E-posta : tozdemir@balikesir.edu.tr E-posta : fucer@balikesir.edu.tr

Öz

Gürültü sorunu her bireyin, her gün kaçınılmaz bir şekilde karşılaştığı ve farkında olmadan da sağlığını olumsuz olarak etkilediği bir problemdir. Gürültü, toplumsal bir sorundur. Her insan hem kendisine hem de çevresine olan saygısından dolayı bu soruna duyarlı olmalı ve üzerine düşen vazifeleri yerine getirmelidir. Özellikle ülkemizde hızlı ve düzensiz kentleşme, alt yapısız ve düzensiz yerleşmeler, kontrolsüz nüfus artışları, sanayi tesislerinin çoğalması, yüksek yapı blokları, cadde ve sokakların yetersizliği sebebiyle yaşanan trafik karmaşası, ulaşımın yaygınlaşması ve hızlanması, ağır taşıt trafiğinin yoğunluğu gürültü sorununu yaratmaktadır. Gürültü kaynaklarının sayısının artması ve bu kaynakların yaygınlaşması, insanları sağlıklarını tehdit eden gürültü sorunu ile karşı karşıya bırakmıştır.

Çalışmada, Balıkesir ilinde gürültüyü oluşturan sebepler gözlenmiştir. Balıkesir ilinde gürültü kirliliği hakkında bilgi edinmek amacıyla, şehrin en işlek bazı kavşaklarında sabah, öğle ve akşam saatlerinde (pik saatlerde) gürültü ölçümleri ve trafiğin kompozisyonunu ortaya koyan hacim sayımları yapılmış, kavşaklardaki bu gürültünün azaltılabileceği için yapılabilecek çalışmalardan bahsedilmiştir.

Gürültü kontrol yöntemlerinden bahsedilmiş ve özellikle ülkemizde en önemli gürültü kaynağı olan trafik gürültüsünü minimuma indirebilmek için alınabilecek önlemler araştırılmıştır.

Gürültü ölçüm çalışmalarının sonuçları neticesinde özellikle trafikte araçların yarattığı gürültü seviyelerinin insan sağlığına zarar verecek boyutlara ulaşabildiği gözlenmiştir. Gürültünün insan sağlığı ve davranışları üzerindeki etkilerine değinilmiş ve insan hayatına verebileceği zararlar vurgulanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Gürültü, Trafik, Kontrol, Kavşak

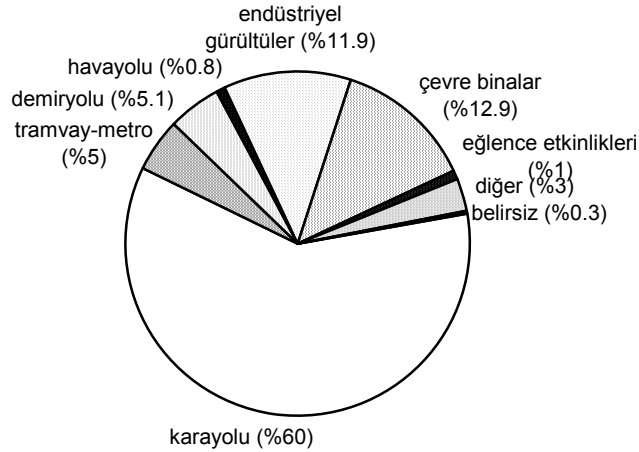
Giriş

Gürültü, insanların işitme sağlığını tehdit eden, algılamasını olumsuz yönde etkileyen, fizyolojik ve psikolojik dengelerini bozan, iş yaşamında verimini azaltan ve genel olarak çevrenin doğallığını, sakinliğini yok eden yaygın bir tür kirliliktir, teknolojinin ve uygarlığın gelişmesine bağlı olarak ortaya çıkmıştır. Bu çalışmanın amacı, Balıkesir

şehir merkezindeki önemli kavşaklarda sistematik ölçümler yapmak suretiyle, trafik kaynaklı gürültü düzeylerinin ve sebeplerinin belirlenmesi, uzun ve kısa vadede alınabilecek önlemlerin araştırılmasıdır. Çalışmada, karayollarında gürültü düzeyini etkileyen faktörlerden, taşıt ve hareketlerinden doğan gürültülerden, taşıt türlerine göre gürültü seviyelerinden ve bunlara karşılık alınabilecek önlemlerden bahsedilmiştir. Ana trafik akımlarının en çok kullandığı kavşaklarda, trafikten kaynaklanan gürültü düzeyinin belirlenmesi için, pik saatlerde gürültü ölçümleri ve trafiğin kompozisyonunu ortaya koyan hacim sayımları yapılmıştır. Kavşak arazi ölçümleri sonucu, değerlendirmeler ve alınabilecek önlemler verilmeye çalışılmıştır.

Karayollarında Gürültü Düzeyini Etkileyen Faktörler

Toplumdaki gürültü kaynaklarının en önemlilerinden biri trafik gürültüsüdür. Karayolu taşımacılığının günden güne artması, çeşitli kara nakil vasıtalarının büyük ölçüde kullanılması, trafik gürültüsünün şiddetini arttırmıştır. Yapılan bir araştırma, kentsel yerleşim bölgelerinde ortaya çıkan gürültünün %60'ının karayolu gürültüsünden meydana geldiğini göstermektedir. Gürültü kirliliğinin dağılımı Şekil 1 de verilmiştir.



Şekil 1 Gürültü kirliliğinin kaynaklara göre dağılımı.

Kentlerde tüm gürültü kaynakları içinde en yaygın ve sürekli olanı, motorlu taşıtların yollar üzerinde hareketleri ile oluşan bütünleşik gürültüdür. Bu faktörler iki grupta incelenmektedir:

Taşıt ve Hareketlerinden Doğan Gürültüler

Temel gürültü bileşenleri şunlardır:

- Motor gürültüsü (hava girişi, silindir bloğu, fan, dişli kutusu , egzost gürültüsü vb.)
- Aerodinamik gürültü
- Fren ve klakson sesleri
- Yol yüzeyi sürtünmesi (lastik sesi).

Lastik-yol gürültüsü seviyesi taşıtın çalışma şartlarından, lastik özelliklerinden ve yol kaplaması özelliklerinden etkilenmektedir. Lastik-yol gürültüsünün, 60-70 km/saat'den daha yüksek hızda seyreden ağır taşıtlar ve 50-60 km/saat'den daha yüksek hızda seyreden hafif taşıtlar için baskın gürültü kaynağı olduğu saptanmıştır. Diğer bir

deyişle, lastik-yol gürültüsü, 50 km/saat'in üzerinde hızlarda seyreden hafif taşıtlar ve 80 km/saat'in üzerinde hızlarda seyreden ağır taşıtlar tarafından, üretilen diğler gürültülerden yaklaşık 2-4 dBA kadar daha yüksektir.

Ülkemizde her türlü taşıtın izin verilebilir üst gürültü sınırları, 2872 Sayılı Çevre Kanunu çerçevesinde çıkarılan, 11.12.1986 tarih ve 19308 Sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Gürültü Kontrol Yönetmeliğı'nde belirlenmiştir. Bu yönetmeliğı göre taşıtların üst gürültü seviyeleri Tablo 1 de verilmiştir (Resmi Gazete, 1986).

Tablo 1 Taşıtların üst gürültü seviyeleri.

Taşıt türü	Gürültü seviyesi (dBA)
Otomobil	75
Otobüs (Kent İçi)	85
Otobüs (Kent Dışı)	80
Ağır müteharrik araç (sürücü kabininde ve 80 km/hız)	85
Lokomotif içi (Dizel motorlu tam güçte ve yükte çalışırken 80 km/hız)	85
Elektrikli tren lokomotifi	80
Vagonlar içinde	70

Üretilen gürültü düzeyleri taşıtın;

- Cinsine (ağır veya hafif taşıt olması, özellikle kamyonlar ve dizel motorlu vasıtalar çok fazla gürültü çıkarırlar).
- Model ve motor tipine (taşıt ağırlığı, aks sayısı, dizel motorlu olması motor çapının büyük olması halinde gürültünün şiddeti artar).
- Yaşına ve bakım durumuna (bakımsız ve eski olması gürültüyü artırır).
- Hızına ve ivmesine (araçların hızı arttıkça gürültüsü de büyük oranda artar. araç hızının her iki katına çıkışı için, lastik gürültüsünün yaklaşık olarak 9-10 dBA arttığı söylenebilir) bağılı olarak değışmektedir.

Ulaşım Akımı Gürültüsü

Ulaşım koşullarına;

- Akımın niteliğı (düzgün veya duraklı olması),
- Trafik hacmi (günlük taşıt sayısı),
- Ulaşım kompozisyonu (ağır taşıt yüzdesi),
- Ortalama hız,

Yolun niteliğine;

- Yol kaplaması türü (yol yüzeyinin düzgünlük derecesi, düzgün asfaltta kuru havada çıkan sesin 15dB fazlası yağmurlu havada, pürüzlü beton yolda kuru havada çıkan sesin 8 dBA fazlası yağmurlu havada çıkar),
- Yolun eğimine (ağır taşıtlar %2'den büyük eğimleri çıkarken gürültü artışı gözlenmiştir),
- Yolun çevreye göre yüksekliğine (Yolun yakınında bulunan bir noktaya nazaran alçakta veya yüksekte olması o noktadaki gürültüyü azaltır),
- Kavşaklara ve yol genişliğine bağılıdır.

Sonuç olarak; daha çok ağır taşıt, daha yüksek ulaşım hızı, pürüzlü ve engebeli yollar, dönemeçler, kavşaklar ve durup-kalkmalar, eğimli yokuş yollar daha yüksek gürültü üretimi demektir (Kurra, 1995).

Karayolu Ulaşım Gürültüsü Kaynaklarında Gürültü Kontrolü

Karayolu ulaşım gürültüsü kaynaklarında gürültü kontrolü dört başlıkta toplanmaktadır:

Taşıtlarda Yapısal Önlemler

- Motor yapısında ve işleyişinde alınabilecek önlemler,
- Radyatör, fan, iletim sistemi ve frenlerde önlemler,
- Uygun lastik tipi seçimi,
- Taşıt içi gürültü kontrolü,
- Egzost susturucularının kontrolü,
- Taşıtın düzgün bakım ve onarımı,
- Ulaşımında kullanılacak taşıtlar için yaş limitlerinin konulması olarak sayılabilir.

Ulaşım Yollarına İlişkin Önlemler

- Yol kaplaması, belirli yol kesimleri için, uygun tipte seçilmeli,
- Kaplama tipi olarak asfalt betonu tercih edilmeli,
- Yol genişliklerinin yeterli olması sağlanmalı,
- Yol eğimi ayarlanmalı,
- Kavşak, dönemeç ve ışıklar düzenlenmeli,
- Yol kaplamalarında meydana gelen bozulmalar onarılmalı,
- Gerekli yerlere gürültü perdeleri yerleştirilmeli,
- Ses kesici engeller karayolu kenarlarına inşa edilmeli,
- Yol kenarlarında ağaçlandırma çalışmaları yapılmalıdır.

Yol kaplamaları, yalnızca istenen taşıma kapasitesi, kayma direnci ve sürüş güvenliği için gerekli sürüş konforunu sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda gürültü üretimini azaltacak optimum bir uygulama olma özelliğini de taşımaktadır. Karayolu trafik gürültüsünü kaynağında azaltma bağlamında gözenekli kaplamalar kullanılmaktadır. Bir yol yüzeyi, kaplamanın tasarımı aşamasında gerekli güvenlik ve geçirgenlik gibi fonksiyonlarını, ekonomik bakımdan çeşitli karışımlar kullanarak elde edilen farklı mikro, makro ve megadoku özelliklerine bağlı performans düzeyleri ile karşılaştırmak suretiyle seçilebilir. Tablo 2, çeşitli kaplama tipleri için, taşıt içinde ve yol kenarında ölçülen gürültü düzeylerini göstermektedir.

Tablo 2 Yol yüzeyi tipine göre lastik/yol gürültüsü.

Kaplama Türü	Karayolu Trafik Gürültüsü (80 km/saat)
Normal Asfalt Betonu	73-78 dBA
Mıhlanmış Agregalı Asfalt Betonu	75-81 dBA
Soğuk Asfalt Betonu	75-79 dBA
Yüksek Kayma Dirençli Asfalt Betonu	72-77 dBA
Tek Tabakalı Yüzeysel Kaplama	75-81 dBA
Çift Tabakalı Yüzeysel Kaplama	76-80 dBA
Geçirimli Asfalt Betonu	69-77 dBA
Çimento Betonu Kaplama	76-85 dBA
Beton Parke Kaplama	81-84 dBA

Geçirimli (poroz) asfalt betonu kaplamaların (4 cm kalınlıkta ve % 15-20 boşluklu), klasik yüzeylere göre 3-6 dBA düzeyinde bir gürültü azaltımı sağladığı birçok ülkede

yapılan yeni deneyler ile ortaya konulmuştur. Gözenekli (su geçirgen) zemin kaplama malzemesi kullanılarak yapılan kaplama üzerinde oluşan gürültü seviyesi, hem kuru hem de ıslak yol koşullarından daha düşük olmaktadır. Islak yol koşullarında, su gözenekler arasına sızar ve yüzeyde su birikmez. Bu sebeple, ıslaklığa bağlı gürültü artışı fazla olmaz. Ayrıca bu kaplamanın ıslak zemin yol tutuş özelliği de daha iyidir. Ancak, gözenekli asfalt kaplamaların servis ömrü fazla uzun olmamaktadır (Bay, 1998). Geçirimli asfalt kaplama uygulamasının, drenaj ve karayolu trafik gürültüsünü azaltıcı diğer önlemlere (gürültü perdesi yapımı, bina cephelerinin sese karşı yalıtılması vb.) göre daha ekonomik olduğu da kanıtlanmıştır.

Ulaşım Akımına İlişkin Önlemler

- Duraksız akım sağlanabilir,
- Ulaşım hacmi belirli yollar için sınırlandırılabilir,
- Ağır taşıt hacmi belirli yollar için sınırlandırılabilir,
- Ortalama hız uygun düzeyde saptanarak denetimi sağlanabilir,
- Kavşaklarda merkezi sinyalizasyon sisteminin oluşturulması sağlanabilir, sinyalizasyon sisteminde yumuşak akım sağlayan program uygulanabilir.

Yasal Önlemler

- 11.12.1986 tarih ve 19308 Sayılı Gürültü Kontrol Yönetmeliği hükümlerine titizlikle uyulması sağlanmalı, ayrıca yeni yönetmelikler oluşturulmalı,
- Gürültü ile ilgili yasal önlemler alınmalı,
- Trafik cezası sadece hız limitini aşanlara değil, gürültü limitini aşanlara da verilmeli,
- Gereksiz gere klakson çalma yasağı getirilmelidir,
- Trafik ekipleri şehir içerisinde özellikle düğün konvoylarının klakson çalmasına ve otolarda bulunan müzik cihazlarından yüksek sesle müzik dinlenmesine izin vermemelidir (Beyazıt, 1999).

Gürültü Kontrol Yönetmeliği ile getirilen sınırlamalar ve yasaklamalara uyulup uyulmadığının denetimi, gerekli izinlerin verilmesi; Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın İmar Mevzuatları, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü, 1593 Sayılı Umumi Hıfzısıhha Kanunu, 5442 Sayılı İl İdaresi Kanunu, 1580 Sayılı Belediyeler Kanunu ve 3030 Sayılı Büyükşehir Belediyelerinin Yönetim Hakkında Kanun Hükümlerine göre yapılır. Yönetmeliğin, kendi yetki alanları içerisinde uygulanmasından, mahallin en büyük mülki amiri, belediyeler ve köy tüzel kişilikleri sorumludur. Mahallin en büyük mülki amiri, belediyeler ve köy tüzel kişilikleri teknik konularda Mahalli Çevre Kurulları'nın görüşünü alabilirler ve yardım isteyebilirler. Mahalli çevre kurulları bu istekleri yerine getirmekle yükümlüdürler. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü, gürültü konusunda ilgili kuruluşlar arasında koordinasyonu sağlamakla yükümlüdür (Resmi Gazete, 1986).

Balıkesir İlinde Gürültüyü Oluşturan Nedenler

Şehirde bulunan mevcut yapılaşma pek iyi bir durumda değildir. Cadde ve sokakların genişlikleri ile bina yükseklikleri orantılı olmadığından, dar sokaklarda ses yankılanarak daha yüksek seviyelere çıkmaktadır. Çok dar olan caddelerde araç yoğunluğu fazladır. Şehirde araç sayısı günden güne artmakta ve şehir merkezinde bulunan otoparklar yetersiz kaldığından dolayı, araçlar caddelere rasgele park etmekte ve park yeri arayan araçlar gereksiz yere dolaşarak gürültüyü artırıcı rol oynamaktadırlar. Cadde ve

meydanlardaki yolların pürüzlü kaplama malzemesinden yapılmış olması, bazı kesimlerdeki yolların bakımsız ve kötü bir halde olması açılan çukurların iyi kapatılmaması, lastik-yol sürtünmesinden oluşan gürültüyü artırıcı rol oynamaktadır. Alternatif yol güzergahlarının az ve kullanışsız olması nedeni ile ana arterlere aşırı yüklenme olmakta, bu durum ise yolların tıkanmasına, dolayısıyla gürültü seviyesinin artmasına neden olmaktadır. Ayrıca, trafik ışıklarının çok kullanılması nedeni ile özellikle sabah ve akşam saatlerinde trafik sıkışmakta ve araçlar gürültüye sebep olmaktadır. Toplumun çevre sorunlarına ve bu arada gürültü kirliliği sorununa yeterli ilgiyi göstermeyişi, genel anlamda gürültü ve etkileri konusunda bilgi yetersizliği ve eğitim eksikliği olduğu düşünülmektedir.

Gürültü Ölçümü Ve Hacim Sayımı Çalışmaları

Trafikten kaynaklanan gürültü düzeyi ölçümleri ve hacim sayımları, şehirde önemli rolü bulunan ve ana trafik akımlarının olduğu kavşaklarda yapılmıştır. Ölçümler her kavşakta iki gün sabah 7:30-8:30, öğle 12:00-13:00, akşam 17:00-18:00 saatleri arasında yapılmıştır. Yapılan çalışma Mart ve Nisan aylarında, hafta içerisinde gerçekleştirilmiştir. Her akım koluna giden araç sayısı, araç cinsine göre ayrı ayrı sayılmıştır. Aynı zamanda 5'er dakika ara ile gürültü ölçümü yapılmıştır. Ölçümler yerden 1.5 m yükseklikte ve mümkün olduğunca ses yansıtıcı yapılardan 3.5m uzaklıkta yapılmıştır. Kavşakların fiziksel farklılıkları dikkate alınarak kavşağın dört farklı noktasında ölçüm gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada kullanılan gürültü ölçüm aleti; RION marka NL 31 Sound Level Meter modeli olup, 20-130 dBA arasında ölçüm yapabilen, dijital göstergeli, portatif bir ses seviyesi ölçüm cihazıdır. 100000 adet ölçüm sonucunu hafızasında saklayabilmekte olup, ortamlara göre farklı ölçüm modlarında çalışabilmektedir. Kapalı ortamlarda C, açık ortamlarda A ve ayrıca rüzgarlı ortamlarda Flat modunda çalıştırılmalıdır. 16 MB'lık çipi sayesinde veriler bilgisayara transfer edilebilir. Cihaz kendi kendini kalibre etme özelliğine sahiptir. Gürültü ölçüm süreleri isteğe bağlı olarak 1 sn, 3 sn, 5sn, 10sn, 1dk, 5dk, 10dk, 15dk, 30dk, 1saat, 8saat, 24saat olarak ayarlanabilir. Kavşaklarda yapılan ölçümlerde gürültü ölçüm süresi 1 dakikadır.

Kavşaklarda Gürültü Ölçümleri Gürültü ölçümü yapılan kavşaklara ait genel özellikler tablo 4 de özetlenmiştir.

Tablo 4 Kavşakların Genel Özellikleri.

Kavşaklar	Kavşak Çapı (m)	Kaplama Tipi	Sinyalizasyon	Toplam Faz Süresi (sn)	Ortalama Trafik Hacmi (araç/saat)
Emniyet Kavşağı	60	Asfalt	Var	120	1800
Hastane Kavşağı	45	Asfalt	Var	115	1800
6Eylül Kavşağı	40	Asfalt	Var	115	1750
Cumhuriyet Meydanı	65	Asfalt	Var	115	2000
Hükümet Kavşağı	30	Asfalt	Var	115	1500
Uğur Mumcu Kavşağı	40	Asfalt	Var	115	1700
SSK Kavşağı	25	Asfalt	Yok		900
Pancar Koop. Kavşağı	20	Asfalt	Yok		700
Lonca Kavşağı	20	Asfalt	Var	112	1400
Başçeşme Kavşağı	20	Asfalt	Yok		800

Tablo 5 Emniyet Kavşağı sabah (7:30-8:30) gürültü ölçüm sonuçları.

zaman	1.GÜN			2.GÜN		
	min	max	ort	min	max	ort
07:30	64.0	75.5	70.9	60.8	79.1	72.6
07:35	59.8	91.0	74.8	55,5	82.8	72.3
07:40	58.2	87.1	72.7	57.2	79.5	74.2
07:45	64.2	90.0	78.2	61.0	87.0	73.2
07:50	65.7	80.2	72.1	64.6	83.5	74.2
07:55	60.4	83.3	73.6	62.8	85.0	75.8
08:00	66.1	91.7	76.6	70.4	83.3	76.1
08:05	64.0	79.1	73.5	66.7	84.1	76.6
08:10	68.0	84.7	74.4	67.2	83.5	73.4
08:15	66.7	88.4	74.8	67.5	81.6	75.0
08:20	69.1	82.2	75.2	64.8	84.4	75.1
08:25	67.9	92.2	79.8	62.0	82.0	73.6
08:30	65.6	83.1	74.7	67.5	84.6	77.9
Leq:75.39			Leq:74.92			
hava kapalı parçalı bulutlu			hava yağışlı			

Tablo 6 Emniyet Kavşağı öğle (12:00-13:00) gürültü ölçüm sonuçları.

zaman	1.GÜN			2.GÜN		
	min	max	ort	min	max	ort
12:00	67.9	85.9	74.5	62.5	82.4	72.9
12:05	64.7	95.7	81.4	61.1	89.0	74.7
12:10	62.3	93.0	77.7	59.9	82.8	74.3
12:15	63.6	87.5	75.8	65.6	82.7	73.4
12:20	61.2	95.8	79.8	62.8	81.9	72.5
12:25	61.7	96.1	83.2	64.8	91.0	75.8
12:30	63.3	92.3	78.9	64.5	90.2	77.9
12:35	59.1	89.7	76.8	64.0	86.4	75.2
12:40	54.2	81.1	73.9	65.0	84.5	74.3
12:45	60.3	86.1	76.6	61.7	79.7	72.7
12:50	61.3	93.0	81.7	61.0	82.1	73.6
12:55	60.3	84.8	76.2	63.7	84.0	74.0
13:00	52.0	87.9	76.1	64.5	88.9	73.8
Leq:78.83			Leq:74.49			
hava yağmurlu			hava kapalı, parçalı bulutlu			

Tablo7 Emniyet Kavşağı akşam (17:00-18:00) gürültü ölçüm sonuçları.

zaman	1.GÜN			2.GÜN		
	min	max	ort	min	max	ort
17:00	61.9	94.7	80.7	62.2	83.6	72.0
17:05	66.4	86.3	75.6	66.7	84.3	75.1
17:10	60.7	91.6	79.7	63.7	87.9	74.6
17:15	65.0	97.1	83.9	60.0	79.4	73.3
17:20	65.4	88.7	75.0	60.3	80.9	70.1
17:25	64.2	87.0	76.5	65.3	85.7	74.5
17:30	60.1	88.7	79.3	67.6	82.9	74.8
17:35	63.5	88.9	77.4	64.3	82.0	73.8
17:40	60.0	89.6	77.7	64.8	88.9	74.8
17:45	64.6	81.6	72.2	62.1	82.3	72.6
17:50	64.2	80.7	72.6	63.2	89.4	75.2
17:55	62.5	82.5	73.0	65.5	84.7	73.7
18:00	61.0	84.5	71.7	68.6	82.7	76.5
Leq:78.09			Leq:74.18			
hava az bulutlu			hava açık, güneşli			

Gürültü ölçümlerinin ve hacim sayımlarının yapılması ile ilgili bilgi vermek için sadece bir kavşağa ait detaylar sunulacaktır. Ölçüm yapılan bütün kavşakların sonuç değerleri özet bir çizelgede gösterilecektir. Emniyet Kavşağı için tablo 5-6-7 de yapılan gürültü ölçüm sonuçları verilmiştir. Kavşaklardaki her akım koluna giden araç sayısı, taşıt cinsine göre ayrı ayrı sayılmış olup sonuçlar aşağıda tablo 8 de görülmektedir.

Tablo 8 Kavşaklardaki araç sayım sonuçları.

Kavşaklar		Emniyet	Hastane	6 Eylül	Cumhuriyet	Hükümet	Uğur Mumcu	SSK	Pancar Koop.	Lonca	Başçeşme
Sabah	Otomobil	962	1198	1013	1517	871	1115	624	268	676	532
	Minibüs	539	525	299	314	305	338	286	118	286	124
	Otobüs	130	88	111	212	150	118	186	16	132	46
	Kamyon	130	141	155	210	100	132	128	29	178	64
	Toplam	1761	1952	1578	2253	1426	1703	1224	431	1272	766
Öğle	Otomobil	1025	921	1126	1275	878	994	252	269	962	324
	Minibüs	420	311	397	304	206	295	75	97	256	152
	Otobüs	79	67	81	114	87	108	37	88	94	58
	Kamyon	148	113	206	184	146	112	53	82	110	74
	Toplam	1672	1412	1810	1877	1317	1509	417	536	1422	608
Akşam	Otomobil	1179	1332	1136	887	1073	1107	525	616	812	602
	Minibüs	388	458	407	170	333	296	213	168	290	194
	Otobüs	113	90	137	132	218	152	124	91	133	102
	Kamyon	145	146	150	100	151	115	166	73	161	74
	Toplam	1825	2026	1830	1289	1775	1670	1028	948	1396	972

Gürültü seviyesi, genel olarak toplumdaki gürültü, bir nevi kirlenme olarak ele alınır ve gürültü seviyesi formül 1deki gibi ifade edilir, birimi dBA'dir (Karpuzcu, 1994). Bu değerleri görebilmek için, ayrıca her kavşakta gün boyunca sabah, öğle ve akşam saatlerinde kaydedilen gürültü ölçüm değerlerinin %10'unun, %90'nın, %50'sinin eşit ve daha büyük olduğu gürültü seviyesi değerleri belirlenmiştir.

$$GS = L_{50} + (L_{10} - L_{90}) + (L_{10} - L_{90})^2 / 60 \quad (1)$$

L_{10} : Ölçülen gürültülerin %10'unun eşit ve daha büyük olduğu gürültü seviyesi, dBA
 L_{50} : Ölçülen gürültülerin % 50'sinin eşit ve daha büyük olduğu gürültü seviyesi, dBA
 L_{90} : Ölçülen gürültülerin %90'nın eşit ve daha büyük olduğu gürültü seviyesi, dBA
 Bu değerlere göre gürültü seviyesi hesaplanmıştır. Sonuçlar aşağıdaki tablo9 da verilmiştir.

Tablo 9 Ölçüm yapılan kavşaklardaki Gürültü Seviyesi (GS) değerleri.

KAVŞAKLAR	1.GÜN GS	2.GÜN GS	TOPLAM GS
Emniyet Kavşağı	82.86	80.04	82.59
Otel Basri Kavşağı	84.94	83.91	85.34
6 Eylül Kavşağı	83.14	79.68	81.08
Cumhuriyet Kavşağı	83.42	86.25	86.85
Hükümet Kavşağı	81.55	82.50	82.18
Uğur Mumcu Kavşağı	83.95	83.02	83.48
SSK Kavşağı	80.27	78.74	80.00
Pancar Koop. Kavşağı	79.92	80.52	80.75
Lonca Kavşağı	85.34	84.50	85.12
Başçeşme Kavşağı	79.80	79.50	79.84

SONUÇLAR

Günümüz gelişmiş ülkelerinde gürültünün oluşturduğu kirliliğin, diğer kirlilik türleri arasında en yaygını olduğu ve en fazla kişiyi etkilediği bir gerçek olarak ortaya konulmuştur. Bu kirlilik her ne kadar farkında olmasak da insan ve diğer canlılar üzerinde önemli psikolojik-sosyal ve diğer olumsuz etkilere sahiptir. Gürültü kirliliği toplumumuzun çok önemsemediği, olumsuz etkilerini tam olarak bilmediği bir kirlilik türüdür. Gürültüyü tanımak, etkilerini ve yasal zeminini bilmek bu soruna duyarlı olmayı sağlayacaktır.

Genel Olarak; tespit edilen 10 adet kavşakta yapılan gürültü ölçüm çalışması sonucuna göre tüm ölçüm sonuçlarının Çevre Kanununun 141. Maddesi uyarınca 11.12.1986 tarihli ve 19308 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan “Gürültü Kontrol Yönetmeliği”nde “Trafik Gürültüsü” için verilen üst değer 70 dBA’yı aştığı görülmektedir.

Yapılan ölçüm sonuçlarına göre gürültü seviyesi en yüksek kavşaklar; Cumhuriyet Meydanı Kavşağı ve Uğur Mumcu Kavşağı Kavşağıdır. Gürültü seviyesi en düşük kavşaklar ise Başçeşme Kavşağı, Pancar Kooperatifi Kavşağıdır.

Bu güzergah üzerinde bulunan sinyalizasyonların birbiriyle bağlantılı olarak faz sürelerinin ayarlanması ile kavşaklardaki birikmelerin azaltılması sağlanmalıdır.

Bina, köprü gibi yansıtıcıların kavşaklara yakın olmasının gürültü düzeyini arttırdığı gözlemlenmiştir.

Tüm kavşakların çevreleri ve orta refüjleri bitkilendirilebilir.

Emniyet Kavşağından SSK Kavşağına kadar, gerekli yerlere “gürültü perdeleri” konulabilir.

Kavşaklardaki yol kaplamalarının çoğunda görülen kaplama bozuklukları ve çukurlar düzeltilebilir, yol kaplaması iyileştirilebilir. Gürültü azaltıcı kaplama tipi olan geçirimli (gözenekli) kaplama kullanılabilir.

Kavşaklara alternatif olacak projeler imar planı çalışmaları içerisinde değerlendirilmelidir. Bunun için gelecekte olabilecek trafik hacmi hesaplanmalı, gerçekleştirilecek trafik akış şeması incelenerek araç yoğunlukları irdelenmeli ve alternatif yollar planlanmalıdır.

Balıkesir ilinde yapılan gürültü ölçüm çalışması, özellikle trafiğin yoğun olduğu bölgelerde gürültü seviyesinin yönetmelikle belirtilen max değerlerin üzerinde olduğunu göstermiştir. Bu durum, bizlere araç trafiğinin yarattığı gürültünün en büyük gürültü kaynağı olduğunu ortaya koymuştur.

Öncelikle, ulaşımda motorlu taşıtların yaş ve bakımlarına göre envanter çıkarılması, geleceğe yönelik taşıtların ve insan nüfusunun artışının tahmin edilmesi, yol ve ulaşım koşulları ve gelecekteki durum (güzergah ve kapasite tahminleri) tespiti, araç muayenelerinde taşıtların gürültü ölçümlerinin yapılarak etiketlenmesi gerekmektedir. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ulaştırma Bakanlığı ve Belediyeler şehir içi ve şehir dışı trafik yollarını planlarken gürültü problemini de göz önüne alarak gürültüye hassas

alanlardan yoğun yolları uzaklaştırmak, yerleşme içinden geçmesi zorunlu ve yoğunluğu 10000 taşıt/saat'den büyük olan yolların kodunu düşürerek yarma ve şevler içine almak, yol kaplamasını belirli yol kesimleri için az gürültü yaratacak türden seçmek, yol eğimini ayarlamak, kavşak, dönemeç ve ışıkları düzenleyerek trafiğin duraksız akışını sağlayarak gürültüyü azaltmak, yol kenarlarına gürültü perdeleri inşa etmek, kavşak ve bulvarlara yaprağını dökmeyen bitki örtüsü yerleştirmek, yeni yollar ile trafik yoğunluğu yerleşme dışına kaydırıcı tedbirler almak, hız sınırları koymak konularında gerekli çalışmaları Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü ile koordinasyon içinde çalışmalıdır.

Gürültü konusunda kamuoyunun eğitim ve bilinç düzeyi artırılmalı, huzurlu ve mutlu bir kent için gürültüsüz yaşama ortamlarının gerekliliği ve faydaları anlatılmalıdır. Bu amaçla Resmi Kuruluşların, basın yayın organlarının ve gönüllü kuruluşların (vakıf ve dernekler) katkısı organize edilebilir.

Gürültü kontrol yönetmeliğinin revizyonu yapılmalı, yönetmeliğin çeşitli yönlerden eksiklerinin giderilmesi, yanlışların düzeltilerek yeniden bastırılması gerekmektedir. Yönetmelikte ön görülen yasaklar, kısıtlamalar ve yönetmelik ihlallerinde uygulanacak para cezaları gözden geçirilip günün şartlarına uygun hale getirilmeli, caydırıcı önlemlere ağırlık verilmelidir. Ayrıca düzenli denetimler yapılarak çevre yasasının ve yönetmeliğin tam olarak uygulanmasını sağlamak gerekir.

Yönetmeliklerde belirtilen kısıtlama ve yasakların uygulanması gelişmiş ülkelerde sorun olmadığı halde, ülkemizde etkin bir uygulama ve denetim yapılamamaktadır. Bu konuda yerel yönetimlere büyük görevler düşmektedir. Teknik önlemler konusunda giderek gelişmekte ve gürültü etkileri konusunda giderek bilinçlenmekte olduğumuz da sevindirici bir gerçektir.

Kaynaklar

Resmi Gazete, (1986) Gürültü kontrol yönetmeliği. T.C Başbakanlık Çevre Müsteşarlığı.

Kurra, S.(1995) Çevre gürültüsü ve kontrolü el kitabı. İTÜ çevre ve şehircilik uygulama araştırma merkezi, İstanbul, Türkiye.

Bay, F. (1998) Lastik yol gürültüsü. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul, Türkiye.

Beyazıt, N. Vd. (1999) Sivas'ta hava ve gürültü kirliliği. Katı Atık ve Çevre Dergisi

Karpuzcu, M. (1994) Çevre kirlenmesi ve kontrolü. Boğaziçi Ü. Çevre Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

Balıkesir Belediyesi Çevre Müdürlüğü

Karayolu Hatlarında Uygun Talep ve Kapasite Yönetimi Önlemleri

Prof. Dr. Sadettin ÖZEN

E-posta : sadettinozen@yahoo.com

Cep: 0532 590 74 64

Öz

İstanbul'un yoğun karayolu hatlarında araçlar sabah ve akşam pik saatlerinde seyirlerini dur-kalk hareketleri ile en çok 15-20 km/saat hızlarında sürdürebilmektedir. Araçlar bu trafik akımı hızında seyahat sürelerini, serbest akım hızı koşullarına kıyasla 9-10 kat daha artırmak zorunda kalabilmektedir. Bu durum gerek yolların, gerekse araçların ve insanların verimliliğini önemli ölçülerde düşürmekte, karayolu kullanım ve kullanıcı maliyetlerini de aynı oranlarda artırabilmektedir.

İstanbul'un bu karayolu hatlarında zaman ve enerji kaybı, aşınma, stres ve yorgunluk yaratan sıkışıklık sorununa karşı akılcı, bilimsel ve ekonomik çözümler geliştirilmesi beklenmektedir. Bu yönde çalışma, İstanbul'un sıkışık ana karayolu hatlarına uygun trafik akımı girişleri ile ana karayolu hatlarında uygun trafik akımı ve kapasite yönetimi koşullarına yaklaşan uygulanabilir yönetim önlemlerinin araştırılmasını amaçlamıştır.

İstanbul'un bu ulaştırma sorunlarının, öncelikle kısa ve orta dönemli teknik ve ekonomik kapasite modelleri ile uygun talep ve kapasite planlama yönetimi yaklaşımları doğrultusunda araştırılabileceği görüldü. Bu yaklaşımların ulaştırma alt sistemleri arz ve talep kesiminin beklentilerine, karşılıklı dengelerine, üçüncü şahısların ve ekonominin beklentilerine, ulaştırma sistemleri karakteristik parametrelerine, ekonomik birim taşıma maliyetlerine, marjinal kazanımlarına dayandırılması amaçlandı.

Bu araştırma yaklaşımının bir parçası olan kuyruk modeli yaklaşımında trafik akımı talebinin artması yönünde birim başına kapasite kullanım maliyeti bileşeni düşerken sıkışma bekleme zaman maliyeti bileşenin arttığı, çok fazla artabileceği görüldü. Yine buna karşın trafik talebinin azalması yönünde birim başına kapasite kullanım maliyeti bileşeni artarken sıkışma bekleme zaman maliyeti bileşenin azalmakta olduğu görüldü. Bu yönde İstanbul'un yoğun/sıkışık ana ulaştırma hatlarında uygun talep ve kapasite yönetimi karar ölçütlerinin; maksimum teknik kapasite, kuyruk teorisi modellerinin birbiri ile bağlantılı bulguları doğrultusunda araştırılabileceği, belirlenebileceği görüldü.

Bu analitik araştırmalar yönünde toplu taşımacılık ile birlikte ulaştırma sistemlerinin işbirliğinin sağlanması, ekonomik ve olumlu yönde geliştirilmesi; trafik sıkışıklıklarının ve bekleme sürelerinin azaltılması görüşü ve önlemleri önem kazanmıştır. Aynı yönde uygun trafik

akımı için sıkışma bedeli, park bedeli, plaka numarası, plaka sayısı önlemleri önemli ve öncelikli görüldü. Kamuoyunun, sürücülerin ve trafik akımı yönetim görevlilerinin bilinçlendirilmesi önemli görüldü.

Giriş

İstanbul nüfusu ve ulaştırma talebi; genel ölçekte her geçen gün İstanbul'un Kuzeyine, kara tarafına, Doğu ve Batı taraflarına doğru büyümesine paralel olarak artış göstermektedir. Bu doğrultuda İstanbul'da büyük kapasiteli ve sermayeli yatırımlar, trafik talebi ve ulaştırma sistemleri yapıları Kuzeye, Doğu ve Batı yönlerine doğru kayma ve gelişmeler göstermektedir. Bu bağlamda İstanbul kent içi karayolu taşıma hatlarında pik saatlerde darboğazlar ve tıkanıklıklar oluşmakta; yine bazı hatlarda kavşaklarda iyileştirme ve yeni düzenleme çalışmalarına, yatırımlara rağmen ileri yıllarda, sıkışıklıklar ve tıkanmalar oluşması beklenmektedir[1].

Bunun yanı sıra diğer yandan İstanbul nüfusu ve ulaştırma talebi kış aylarında merkezde toplanırken, yaz aylarında merkezden uzaklaşma, taşraya kayma karakterindedir. Bu yönde ulaştırma sistemleri hatları ve araçları kış aylarında kapasite kullanım oranları yükselmekte ve bazı hatlarda tıkanıklıklar, zincirleme kazalar artabilmektedir.

Diğer yandan her gün ortalama İstanbul trafiğine 500-600 araç, zaman-zaman 1000 araç katıldığı tespit ve tahmin edilmektedir. Bu değerlere göre İstanbul trafiğine her yıl 200.000-250.000 araç katılmakta, yolların kapasite kullanım oranları, yoğunlukları artmaktadır. Aynı kapasite kullanım oranlarını ve yoğunluklarını koruyabilmek için her yıl ortalama 1000-1200 km lik yol ve park yapımı gerekli olmaktadır. Bu bağlamda İstanbul ulaştırma sistemleri ve ana yolları başlangıç terminallerinde, giriş yollarında toplanma ve bekleme kayıpları, hat üzerinde sıkışıklığa bağlı gecikme zaman kayıpları her geçen gün artmaktadır. İstanbul insanı kuyruklarda makul bekleme süresini doğal karşılımları gerekirken ekonomik olmayan aşırı bekleme sürelerine de maruz kalmamaları istenmektedir.

Yine İstanbul kent içi ulaştırma hareketlerini Kuzeye doğru kaymasına bağlı olarak önemi ve payı büyük olan hatların payları ve önemleri giderek azalırken karayolu trafiği toplam paylarında artmalar gözlenmektedir. Günümüzde İstanbul'un iki yakası boyunca merkez ve çevre bölgeleri arasındaki çevre ve devlet karayolları kent içi ulaştırma yolları gibi kullanılmaktadır. Birinci ve ikinci boğaz köprülerinin çevre yolları deniz kıyısına paralel trafik hacmi ve payı yüksek olan yollardır. Bu yolların da kapasite kullanım oranları zaman-zaman bire yaklaşabilmektedir.

Diğer yandan kent içi ana yollarda seyahat süresi trafik hacmi artışlarına, taşıtların birbirlerinden etkilenmelerine bağlı olarak 4-5 kat, hafta başlarında ve sonlarında 9-10 kat daha büyük değerler alabilmektedir. Bu durumlar taşıt hızlarının trafik hacminin ve yoğunluğunun etkisiyle seyahat hızlarının düşmesine ve duraklamalı trafik akımına bağlı olarak belirdiği gözlenmektedir[1].

Diğer yandan karayolu ulaştırmasında bir yönde/bir şeritte taşıt yoğunluğunun artması, taşıt trafik akımının kapasiteye yaklaşması hallerinde trafik akımının hızı yavaşlamakta, sıkışma bekleme süreleri artışına bağlı olarak seyahat süreleri artabilmektedir[1],[2],[3]. Bu trafik akımı ana doğrultuları yönünde önemli tıkanma gecikmeleri oluşabilmektedir. Bu kuyruklar öncelikle İstanbul'un Doğu-Batı yönünde gelişmesine, Boğaz Köprüsü şeritlerinin kapasitelerinin, gişelerin kapasitelerinden oldukça büyük olmalarına bağlı olarak oluştuğu belirmektedir. Bu sorunlar ya karayolunda şerit sayısının arttırılmasını, ya da ulaştırma talebinin bastırılmasını veya başka ulaştırma sistemlerine kaydırılması önlemlerini, uygun çözümlerini zorunlu kılabilir.

Karayolu Hatlarında Teknik Kapasite Modeli

Karayolunda bir yönde ve/veya şeritte önce teknik kapasite, maksimum teknik kapasite kavramlarının deterministik ve analitik tanımlanarak incelenmesinde yarar görülmüştür.

Araçlar Arası Güvenli Takip Aralığı Süresi

Bir karayolu şeridinde güvenli trafik akımı temel hükümlerine uygun olarak teorik/teknik kapasitenin maksimum değerlere çıkarılması, araçların ortalama boyuna, durma ivmesine hızına, durma mesafesine, fren intikal süresine, araçlar arası uzaklığın emniyet katsayısına, teknik ve işletme karakteristiklerinin güvenli ve kontrollü olarak uygulanabilirliğine bağlıdır[4]. Bir başka anlatım ile trafik kuralları ve verilerine göre trafik şeridi kapasitesinin artırılması kontrollü, güvenli trafik yönetimlerine bağlıdır. Bu yönde trafik şeridinin maksimum teknik kapasite büyüklüğü belirlenmeye çalışılmıştır.

Bir aracın V km/saat hızı ile öndeki aracı arkadan L_f m. uzaklıkta izlerken, öndeki aracın herhangi bir nedenle ani olarak durması durumunda; arkadaki aracın çarpmadan L_f m. sonra durmasını tanımlayan temel ifade,

$$L_f = \eta t \frac{V}{3,6} + \eta \frac{V^2}{25,92\alpha} \quad (1)$$

biçiminde yazılabilir[4],[5],[6]. Bu ifade de;

- η = emniyet katsayısı, 0,8-2,0,
- t = fren intikal süresi, 0,5-0,6 saniye,
- V = aracın ortalama seyir hızı, km/saat,
- α = ortalama durma ivmesi, m/sn^2

fiziksel büyüklüklerini gösterir. Bu ifade incelendiğinde, araçlar arası L_f uzaklığının araçların ortalama seyir hızına, aracın durma ivmesine bağlı olduğu görülür. Burada (1) ifadesi ve L_f taşıt boyuna bağlı olarak taşıtlar arası L toplam uzaklık,

$$L = L_f + L_t = \eta \left(t \frac{V}{3,6} + \frac{V^2}{25,92\alpha} \right) + L_t \quad (2)$$

olarak belirlenir. Yine (2)'de verilen taşıtlar arası toplam L uzaklığının aracın hızına bölümü ile araçlar arası güvenli takip aralığı süresi ifadesi,

$$t_i(V) = \frac{L}{V} = 3,6 \frac{L_t}{V} + \eta \left(t + \frac{V}{7,2\alpha} \right) \quad (3)$$

biçiminde belirlenir.

Teknik Kapasite Modeli

Bir trafik şeridinde bir aracın V seyir hızına bağlı (3) $t_i(V)$ servis süresi ile bir saatte, bir yönde geçirilecek araç sayısı,

$$N(V) = \frac{3600}{t_i(V)} \quad (4)$$

olarak bulunur.

Maksimum Teknik Kapasite

Aracın V seyir hızına bağlı $t_i(V)$ fonksiyonu hızın bir konveks fonksiyonudur ve bir minimum değerlerden geçer. Buna göre (3) ifadesinin türevi ile

$$d[t_i(V)] / dV = 0$$

koşulundan $t_i(V)$ minimum yapan hız ifadesi,

$$V_* = 3,6 \sqrt{2 \frac{L_t}{\eta} \alpha} \quad (5)$$

olarak bulunur. Belirlenen (3) ve (5) ifadelerinden yararlanarak trafik ayırım şeridinde araçlar arası minimum izleme süresi aralığı ifadesi,

$$t_{\min} = t_i(V = V_*) = \eta t + \sqrt{2 \frac{\eta L_t}{\alpha}} \quad (6)$$

elde edilir.

Bu yönde (4) ve (6) ifadelerinden yararlanarak bir yönde bir trafik ayırım şeridinin saatlik teknik kapasite fonksiyonu $N(V)=1/t_i(V)$ ifadesi, $t_i(V)=t_{\min}$ eşitliği ve $\beta=0,8-0,9$ düzeltme katsayısı ile saatlik maksimum teknik kapasite ifadesi,

$$N_{\max s} = \beta \frac{3600}{t_{\min}} = \beta \frac{3600}{\eta t + \sqrt{2 \frac{\eta L_t}{\alpha}}} \quad (7)$$

olarak elde edilir. Bu ifadelere göre, örneğin araçların uygun hızları 14-16 km/saat, araçların minimum izleme süresi aralığı 1,8-2,4 saniye değerleri ile maksimum teknik/teorik kapasite değerleri 1600-2100 taşıt/şerit-saat dolaylarında ortaya çıkar. Bu değerler yukarıda belirtilen trafik karakteristik değerlerine bağlı, rasgele ve aynı zamanda zorlamalı kararsız akım biçiminde ortaya çıkar; çarpışmalara bağlı olarak akım durabilir, yol tıkanabilir.

Kuyruk Teorisi Modeli ile Uygun Kapasite ve Talep Yönetimi

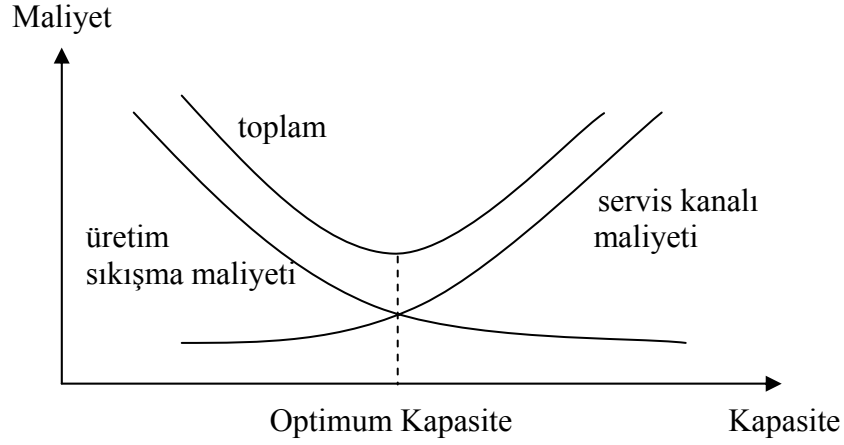
Uygun/ekonomik kapasite büyüklükleri, yukarıda (3) ve (7) ifadeleri ile verilen ve değerlendirme dönemindeki yatırım ve işletme maliyetleri toplamını minimum kılan kapasite olarak tanımlanır. Bu doğrultuda belirli teknik kapasite koşullarına uygun ekonomik/optimum kapasite işletme değerlerinin ve koşullarının belirlenmesine olanak veren metot verilmektedir. Bu metot Şekil 1 doğrultusunda trafik şeridi altyapı yatırım ve işletme maliyeti bileşeni ile servis sistemi ortalama kuyruk uzunluğuna bağlı araç servis maliyeti, bekleme zaman maliyeti bileşenlerinin toplamı olarak maliyet fonksiyonun analizlerini ve optimum kapasite ve talep/trafik büyüklüklerini veren hesaplamayı kapsamaktadır.

Ekonomik/Optimum Kapasite Yönetimi

Servis kanalında birim üretim başına servis kanalı yatırım, bakım-onarım, işletme maliyetleri ile birim üretim servis sıklığı ve bekleme zaman maliyetleri toplamının minimum; teknik kapasitenin en büyük değerleri dolayındaki kapasite değerine ekonomik/optimum kapasite denir.

Ekonomik/optimum kapasite kararı karayolu şeritlerinde sıkışmalar ihmal edilerek bulunabildiği gibi tek şeritli, çok şeritli kuyruk teorisi modellerinde sıkışmalar dikkate alınarak uygulaması ile de bulunabilir. Servis kanalı maliyetleri servis sayısından bağımsız sabit yatırım, bakım-onarım ve işletme maliyetleri; kanalların personel ve işletme maliyetleri ile bir birim üretimin/ürünün servis sıklığı ve bekleme zamanına bağlı personel, yakıt ve kırtasiye maliyetleri toplamından oluşur. Bu maliyetler, kanalda servis trafiği yoğunluğuna, kanalın fiziki koşullarına, kapasite büyüklüğüne bağlı olarak oluşan servis ve bekleme süresine, birim ürünün faiz maliyetine göre beliren maliyetlerdir. Bu iki maliyet bileşeninin, Şekilde görüldüğü gibi, toplamının minimum olduğu kapasite değerine ekonomik/optimum kapasite denir.

Optimum kapasite yönetimi sorunu yukarıda belirtildiği biçimde servis kanallarında tek kanallı, çok kanallı kuyruk teorisi modellerinin uygulaması ve yorumu ile incelenir.



Şekil 1. Kara Kapasite, Maliyet Fonksiyonu ilişkisi ve Optimum Kapasite

Kuyruk modelinde bir yönde tek veya çok şeritli karayollarında bir aracın (4) ve (7) bağıntılarında verilen sisteme giriş ve şeritten geçiş $t_i(V)$, t_{\min} sürelerine bağlı olarak bir şeridin servis/geçiş yoğunluğu; bir diğer ifade ile teknik kapasitesi,

$$\mu = 1/t_i(V), 1/t_{\min} \quad (8)$$

değerine eşit veya küçük olduğu öngörülerek tanımlanabilir[3],[5],[6].

Aynı yönde kuyruk teorisine göre bir yönde bir karayolu hattı için ortaya çıkan araç λ talep yoğunluğunun s şerit sayısı kullanım biçimine, paylaştırılmasına bağlı olarak kuyruk uzunluğu, araçların kuyrukta bekleme zaman kayıpları tek kanallı, çok kanallı modeller bağlamında tanımlanır.

Tek Kanallı Modelin Çok Kanallı Uygulaması

Çok kanallı servis sistemlerinde optimum kapasite yönetimi sorunu s şerit sayısına bağlı; ya şerit başına araç/talep yoğunluğu $\lambda_s = \lambda / s$, ya da λ araç/saat talep yoğunluğu şiddeti ve $\mu_s = s\mu$ servis yoğunluğu araç/saat koşullarında araştırılır. Çok şeritli yollarda; $\theta = 0,2 - 0,3$ için $\lambda_s \leq s\theta\mu$ serbest akım koşullarında, şeritlerde $s\mu - \lambda_s$ boş taşıt geçiş işgal izi boş kalma kayıpları; $s\theta\mu < \lambda_s$ durumunda boş geçiş izleri ile birlikte $\lambda_s - s\theta\mu$ sayıda birimin bekleme kayıpları; $s\mu < \lambda_s$ durumunda ise sürekli bekleme kayıpları oluşacaktır[3],[4]. Bu yönde yine tek kanallı uygulama seçeneği altında bir şerit başına araç/talep yoğunluğu $\lambda_s < \lambda / s$ olduğu varsayımı ile bir şerit sisteminde kuyruk uzunluğu,

$$\bar{n}(\lambda, s) = \frac{\lambda}{\mu s - \lambda} \quad (9)$$

servis kanalının boş kalma olasılığı, diğer ifade ile bir günde boş kalma oranı,

$$P_o(\lambda, s) = \left(1 - \frac{\lambda}{\mu s}\right) \quad (10)$$

olarak tanımlanır.

Bu yönde çok kanallı servis sisteminde $\lambda > s\mu$ ($n > s$ servis koşullarında birimlerin bekleme kayıplarının ve $s\mu > \lambda_s$ ($s > n$) servis koşullarında kanal boş olma maliyetlerinin olduğu kabul edilirse, servis sistemi yatırım ve işletme maliyeti ile servis sisteminde birimlerin bekleme maliyeti genel toplam maliyet fonksiyonu,

$$C(s, \lambda) = c_b \bar{n}(s, \lambda) + c_s s \quad (11)$$

biçiminde tanımlanır. Burada çok kanallı servis sisteminde basitlik yönünde $\mu_s = s\mu$ servis yoğunluğu kabulü ile tek servis sistemine indirgenerek servis sistemi toplam maliyet ifadesi,

$$C(s, \lambda) = c_b \frac{\lambda}{\mu s - \lambda} + c_s s \quad (12)$$

biçiminde yazılabilir. Buradan $dC(s, \lambda)/ds = 0$ işlemi ile s_o optimum şerit sayısı

$$s_o = \frac{\lambda}{\mu} \left[1 + \sqrt{\frac{c_b \mu}{c_s \lambda}}\right] \quad (13)$$

olarak bulunur.

Çok Kanallı Model

Çok kanallı servis sisteminde de yukarıda açıklandığı biçimde $s\mu < \lambda_s$ ($s \geq n$) iken servis kanallarının boş kalabildiği, servis sistemlerinde birimlerin bekleme kayıpları oluşmadığı; $s\mu > \lambda_s$ ($s < n$) için birimlerin bekleme kayıpları olduğu kabul edilir. Bu halde servis ve talep yoğunluğuna bağlı toplam maliyet ifadesi;

$$C(\lambda, s) = c_b \bar{n}_w(\lambda, s) + c_s P_o(\lambda, s) \quad (14)$$

olarak tanımlanır. Bu (14) ifadesi için çok kanallı bekleme hattında bir aracın ortalama bekleme süresi,

$$\bar{t}_w(\lambda, s) = \frac{\mu s}{s!(\mu s - \lambda)^2} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s P_o$$

biçiminde, buradan kuyruk uzunluğu,

$$\bar{n}_w(\lambda, s) = \lambda \bar{t}_w(\lambda, s)$$

biçiminde bulunur. Bu ifadelerde hiç araç bulunmama P_o olasılık ifadesi,

$$P_o = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n + \frac{1}{s!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s \frac{1}{1 - \frac{\lambda}{\mu s}}}$$

olarak tanımlanır[3],[7].

Optimum Talep Yönetimi

Optimum talep yönetimi kararı belirli teknik kapasite koşullarında yatırım seçeneğinin söz konusu olmadığı kısa, orta dönemli planlama durumlarında gündeme gelir. Optimum talep yönetimi kararı sorunu da yukarıda belirtildiği biçimde servis kanallarında tek kanallı, çok kanallı kuyruk teorisi modellerinin uygulaması ile elde edilir. Belirli kapasite koşullarında tek kanallı bir servis sisteminde optimum talep tahmini için farklı yaklaşımlar vardır.

Bu yönde tek kanallı seçenek altında λ araç/saat geliş şiddeti, $\mu_s = \mu s$ araç/saat servis yoğunluğu değerleri, s şerit sisteminde (9) ve (10) ifadeleri ile araçların bekleme ve servis kanalının boş kalma kayıpları toplam maliyet fonksiyonu,

$$C(\lambda, s) = c_b \bar{n}(\lambda, s) + c_s P_o(\lambda, s)$$

olarak tanımlanır. Burada $\bar{n}(\lambda, s)$ ve $P_o(\lambda, s)$ ifadeleri yerine yazılır ise,

$$C(\lambda, s) = c_b \frac{\lambda}{\mu s - \lambda} + c_s \left(1 - \frac{\lambda}{\mu s}\right) \quad (15)$$

biçiminde tanımlanır. Bu ifadede,

$$c_b = \text{bir aracın bekleme maliyeti Pb/araç-saat,}$$

c_s = bir şeridin birim maliyeti Pb/şerit-saat,
 μ = servis/hizmet şiddeti araç/saat

büyüklikleri olur.

Bu ifadede $\lambda < \mu s$, $c_b < c_s$ koşulları altında $d(C(\lambda))/d\lambda = 0$ denklemi ile optimum talep yoğunluğu;

$$\lambda_o = \mu s \left(1 - \sqrt{\frac{c_b}{c_s}} \right) \quad (16)$$

olarak bulunur.

Diğer bir yaklaşım ile daha önce optimum talep tahmini için farklı yaklaşımlar olduğu belirtilmişti. Başka bir yaklaşımda ise servis sisteminde birimlerin ve servis kanalı bekleme maliyetleri toplamı ile servis sistemi maliyeti;

$$C(\lambda) = \sum_{n=0}^{\infty} (c_b n + c_s) P_n = c_b \frac{\lambda}{\mu - \lambda} + c_s \quad (17)$$

biçiminde belirlenir. Bu toplam maliyetin λ talep geliş yoğunluğuna bağlı artan bir maliyet fonksiyonu olduğu görülür. Bu toplam maliyetin λ talep geliş yoğunluğuna bölümü ile servis sistemi ortalama birim maliyet fonksiyonu,

$$C_o(\lambda, s) = \frac{C(\lambda)}{\lambda} = c_b \frac{1}{\mu s - \lambda} + c_s \frac{1}{\lambda} \quad (18)$$

olarak bulunur. Bu maliyet fonksiyonu yine $\lambda < \mu$, $c_b < c_s$ koşulları altında $d(C_o(\lambda))/d\lambda = 0$ denklemi ile optimum talep yoğunluğu;

$$\lambda_o = \frac{c_s}{c_s - c_b} \mu s \left(1 - \sqrt{\frac{c_b}{c_s}} \right) \quad (19)$$

biçiminde bulunur.

Yine yukarıda servis sistemi ortalama birim maliyet fonksiyonunda $c_s = c_b$ için $d(C_o(\lambda))/d\lambda = 0$ denklemi ile optimum talep yoğunluğu;

$$\lambda_o = \mu s / 2$$

biçiminde bulunur.

Sonuç ve Uygun Talep Yönetimi Önlemleri

Çalışma karayolu şeritlerinde bir yönde teorik/teknik kapasite, kuyruk modeli optimum/uygun kapasite ve talep yönetimi uygulamalarını kapsar. Karayolu şeritlerinde sıkışma ve bekleme zaman kayıplarının trafik akımı ve yolların fiziksel ve kavşak koşullarına bağlı olduğu görülür. Aynı yönde karayolu şeritlerinin yol ve trafik koşullarına bağlı uygun kapasite, uygun talep ve güvenlik önlemleri belirlenmesinin ve uygulamasının önemli olduğu görülür.

Karayolu şeritlerinde uygun trafik talebi yoğunluğunun, servis süresi birim maliyetine, servis sistemi sermaye birim zaman amortisman ve işletme maliyetleri ile teknik kapasite büyüklüklerine bağlı olduğu saptanmıştır. Karayolu şeritlerinde maliyet fonksiyonlarının ve bulgularının incelenmesinden servis sistemi toplam maliyet fonksiyonu sürekli artan bir fonksiyondur; buna karşın toplam maliyet fonksiyonundan elde edilen servis sistemi ortalama maliyet fonksiyonu ise önce azalan, sonra artan bir konveks fonksiyon olduğu ve λ_0 optimum trafik talebi yoğunluğunun $\mu/2 < \lambda_0 < 3\mu/4$ aralıklarında ortaya çıkabileceği görülmüştür. Bu yönde yukarıda verilen (19) ifadesinde μ yerine (7) ifadesi N_{\max} teknik kapasite servis yoğunluğu konular ise uygun trafik talebi yoğunluğu ifadesi;

$$\lambda_0 = 3600 \beta \left(\frac{1}{\eta t + \sqrt{2 \frac{\eta L_t}{\alpha}}} \right) \left(\frac{c_s}{c_s - c_b} \right) \left(1 - \sqrt{\frac{c_b}{c_s}} \right) s \quad (21)$$

şeklinde elde edilir. Bu ifadeler doğrultusunda karayolu şeritlerinde otomobil, minibüs, kamyonet, kamyon trafiğini çeşitli önlemler ile sınırlandırarak yönetmek, bu trafiğe ekonomik seçenek olabilecek toplu taşımacılığını planlamak ve bu şekilde araç sayılarını kuyrukta bekleme sürelerini azaltma yönünde şerit ve kavşak ön görülerinde bulunmak, uygun önlemler almak olanaklı olabilecektir.

Karayolunda yine şerit ve trafik talebi, optimum teknik kapasite ve trafik talebi yoğunluğu analitik ifadeleri ve verileri yönünde yönetilmelidir. Aynı yönde işe başlama ve işten çıkış saatleri ayarlanmalıdır; belirli saatlerde belirli karayolu hatlarına 2-3 ve daha çok yolcu taşıyan özel araçlar alınmamalıdır; ayrıca belirli karayolu hatlarında öncelikle tek-çift plaka ve sıkışıklık bedeli uygulanmalarına gidilmelidir.

Kaynaklar

- [1] ÖZEN,S., B. KOLDEMİR, E.. BAKIRCI, İstanbul Kent İçi Ulaştırması Talep, İşletme, Kapasite, Yatırım Sorunları ve Yönetim İlkeleri, İstanbul’da Kent İçi Ulaşım Sempozyumu, 28-29-30 Haziran 2001, İstanbul.
- [2] MORLOK, E.K., (1978): “Introduction to Transportation Engineering and Planning”, Mc Graw Hill, New York.
- [3] KARAYALÇIN, İ.; (1979): “Harekat Araştırması”, İ.T.Ü. Kütüphanesi, İstanbul.
- [4] UMAR, F., YAYLA, N.,(1992):“Yol İnşaatı”, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası, Sayı:1470, İstanbul.
- [5] ÖZEN, S., B. KOLDEMİR 2001Türk Boğazları Trafik Ayrım Şeritlerinde Ekonomik Deniz Ulaştırma Kapasitesi Metodu, 5. Ulaştırma Kongresi, 30-31 Mayıs-1 Haziran, İstanbul.
- [6] ÖZEN, S., B.KOLDEMİR, B.AZAKLI, , (1998): “Boğazlar Kapasitesinin Tahmin Yöntemi”, Denizati Dergisi, Yıl:12, Sayı 11-12, İstanbul.
- [7] PHILLIPS, D.T., RAVINDRAN, A., SOLBERG, J.J. : Operations. Research, Principles anda Practice, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1976
- [8] DERVITSOTIS, KOSTAS, N., Operations Management, Mc Graw-Hill, Inc. 1981, Tokyo
- [9] ROSS,S.M., (1987): “Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists”, John Wiley and Sons, New York.

Kentsel Toprak Mülkiyetinin Kent İçi Ulaşım Sistemlerine Etkisi, Isparta, İstasyon Caddesi Örneği

Hasan Ş. Haştemoğlu

Arş. Gör., Yüksek Mimar
Süleyman Demirel Üniversitesi
Mimarlık Bölümü, 32260, Çünür/İSPARTA
Tel : 0 246 211 17 05
hastem@mmf.sdu.edu.tr

Öz

Bu çalışmanın konusu kentsel toprak üzerinde oluşan mülkiyet yapısının, kent içi ulaşım sistemlerinin düzenlenmesinde ortaya çıkardığı sorunları, tarihsel perspektif içerisinde kaybedilen olanaklarda göz önünde bulundurularak, somut bir örnekle incelemek ve gelecek için kestirimlerde bulunmaktır.

2000’li yıllarda Türkiye’de yeni kent içi ulaşım düzenlemelerinin gerçekleştirilmesi önündeki en büyük engellerden bir tanesi kamulaştırma çalışmaları için gerekli kaynakların temin edilememesidir. Oysa ki kentlerimiz sürekli olarak dış çeperlerine doğru büyümekte ve aslında tarımsal amaçlı kullanılan araziler, başta ulaşım olmak üzere alt yapı çalışmaları yapılarak kentsel arsalarla dönüştürülmektedir. Diğer bir deyişle açılan yeni yollar, ulaştıkları bölgelerde yeni rant alanları doğurmakta, tarımsal araziler parsellenerek satılmakta, mülkiyet yapısı parçalanmakta ve özel mülkiyet güçlenmektedir. Bunun sonucunda ise gelecekte yapılması gereken yeni düzenlemelerde, hem mülk sahibi sayısının fazla olması, hem de arsa değerlerinin aşırı artmış olması, kamulaştırma çalışmalarını engelleyerek kent içi ulaşım düzenlemelerini zorlamaktadır.

Konunun somut bir örnek üzerinde açıklanması çalışmaya katkı sağlaması bakımından gereklidir. Bu nedenle çalışma alanı olarak Isparta kenti İstasyon Caddesi çevresi seçildi. Metropol kentler dışında kalan, ana ulaşım aksları üzerinde yer almayan Isparta gibi kentlerde ekonomik aktiviteler istenilen düzeye ulaşamaz. Bu kentlerde gayrimenkuller önemli bir yatırım aracı olarak görülür. Bunun sonucunda kentsel arsalar aşırı değerlendirilerek, arsa spekülasyonuna neden olur. Kentte özellikle İstasyon Caddesi ve çevresi gibi cazibe merkezlerinde rantın getirdiği hızlı kentleşme aynı hızla kentsel toprakların mülkiyet yapısının parçalanmasına ve özel mülkiyete geçmesine neden olur. Diğer deyişle yeni bir cadde açılarak kent içi ulaşım rahatlığının oluşturduğu cazibe, bölgede başlangıçta rant oluştururken, zamanla rantın ortaya çıkardığı yeni mülkiyet yapısı, kent içi ulaşımında gelecekte yapılması gereken düzenlemeleri engeller. Bu nedenle kentsel topraklar üzerinde ki mülkiyet yapısının, kamu yararı gözetilerek sınırlandırılabilmesi için yasal düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

Anahtar sözcükler : Kent içi ulaşım, kentsel toprak, mülkiyet, kamulaştırma, Isparta

Giriş

İnsanlığın ulaştığı düşünsel ortamda mülkiyet hakkı konusunda farklı yaklaşımlar vardır. Öyleki, bir eşitlik ve adalet ilkesi olarak kabul edilen, mutlak ve kutsal bir hak sayılan mülkiyetin, adaletsizliğin, eşitsizliğin kaynağı olduğu, insanlara yararlanma hakkı vermediği, aksine, bu hakka sahip olan insanların, diğer insanların bu haktan yararlanma hakkını ortadan kaldırmasına olanak verdiği ileri sürülür. Bu yaklaşımlar da çağdaş hukuk sistemi içerisinde ilgi bulur. Mülkiyet hakkının kullanılmasında toplum yararının göz önünde bulundurulması gerektiği sonucuna ulaşılır.

Pek çok ülke anayasasında herkesin mülkiyet ve miras hakkına sahip olduğu, bu hakların, ancak kamu yararı amacıyla, kanunla sınırlandırılabilceği, mülkiyet hakkının kullanılmasının toplum yararına aykırı olamayacağı vurgulanır. Diğer bir deyişle mülkiyet mutlak bir hak olarak verilirken, sınırlandırılabilceği tek alan toplum yararındır. Türkiye’de de 1961 ve 1982 Anayasalarında yer alan, “Herkes, mülkiyet ve miras hakkına sahiptir. Bu haklar, ancak kamu yararı amacıyla, kanunla sınırlanabilir. Mülkiyet hakkının kullanılması toplum yararına aykırı olamaz” hükümleri ile, mülkiyet hakkının kullanımına yasal sınırlamalar getirilmiştir. Ancak kamu yararına uygun olarak mülkiyet hakkına sınırlandırma getirilmesi yaklaşımı, özellikle kentsel planlamada çok önemli bir planlama aracı olabileceğken, yeterince kullanıldığını söylemek mümkün değildir.

Bu durumun kent üzerinde yarattığı en somut etki ise ulaşım sistemlerinde kendini hissettirir. Kentte kamu kullanımını için ayrılan en büyük toprak parçası yollardır. Bu nedenle kentsel topraklar üzerinde oluşan her türlü fiziki durum, yolları ve dolayısıyla kent içi ulaşım sistemlerini doğrudan etkiler. Bununla birlikte yollar, kentlerde büyük ölçüde özel mülkiyet topraklar üzerinden geçirmek durumundadır. Kamulaştırma için ödenecek bedel ise önemli bir sorun oluşturur. İmar planlarını yapma hakkına, dolayısıyla kent içi ulaşım sistemini belirleme hakkına sahip olan belediyelerin ise bu konuda yetersiz kaldıkları söylenebilir. Çalışmanın devamında da bu olgu incelenerek, sorunun kaynağı tespit edilmeye çalışılmış, konu somut bir örnekle araştırılarak çözüm önerileri üzerinde çalışılmıştır.

Kentsel Topraklar Üzerindeki Mülkiyet Yapısının Kent İçi Ulaşım Sistemlerine Etkisi

Türkiye kentlerinde mülkiyet biçiminin değişmesi yasal düzenlemelerin içerisinde çıkar. Türkiye’de kentsel toprakların mülkiyeti ile imar planlaması çalışmaları arasında doğrudan ilişki vardır. Bu nedenle kentsel topraklarda mülkiyet biçiminin değişmesi, temelinde imar planlarının ortaya koyduğu yaklaşımlar ve olanaklar çerçevesinde gerçekleşti denebilir.

Öyleki imar planı çalışmalarının adımlarını oluşturan, kadastro çalışmaları, imar planının hazırlanarak parsellerin belirlenmesi çalışmaları doğrudan kentsel toprakların mülkiyeti üzerinde değişimi tetikleyen faktörler olarak görülür. Türkiye’de özellikle belediyelerin, kentin kendi mülkiyetinde olmayan, mücavir alan topraklarını, kadastro çalışması ardından imara açtığı durumlarda önemli büyüklükte rant ortaya çıkar. Doğal olarak bu rantın o bölgedeki mülk sahipleri tarafından kişisel yararlar doğrultusunda kullanılabilmesi olanaklı olur. Bu alanlarda arsa spekülasyonunun kısa sürede yol

açtığı mülkiyet değişimi iki yönde gerçekleşir. Birincisi hisseli tapu yolu ile parsel bazındaki mülkiyet parçalanmasıdır. İkincisi kat mülkiyeti yolu ile çok katlı yapı yapımına olanak veren mülkiyet parçalanmasıdır.

Hisseli tapu yolu ile bölünme sorunları kısaca şu şekilde açıklanabilir; özel mülkiyete konu olan kentsel topraklar ekonomik bir değer olarak piyasa mekanizması içinde alınıp satılırlar. Hisseli satışlardan sonra oluşan çok ortaklı mülkiyet düzenine müşterek mülkiyet denir. Müşterek mülkiyette paylar fiziksel mekanda, toprak üstünde kesin sınırları ile belirlenmemiştir. Yalnızca mülkiyet bütünü üzerinden tanımlanan pay ile orantılı kullanım hakkı söz konusudur.

Ancak mülk sahiplerinin arsa payını yapı hakkı gibi kullandığı durumlarda sağlıksız, donatımsız, yoğun yerleşmeler oluşabilir. Hisseli bölünmelere göre oluşan düzenin, imar planları ile nasıl korunup yasalaştırılacağı, düzensiz, donatımsız oluşan bu çevrelerin nasıl sağlıklaştırılacağı büyük sorun olur (Türkoğlu, 1988). Ancak yapılan, ıslah planı, af yasası gibi düzenlemeler bu oluşumları sürekli yasallaştırır. Bu durumda kamu ve toplum yararı tam anlamıyla korunamaz.

Diğer taraftan mülkiyet parçalanmasına olanak veren ikinci yaklaşım kat mülkiyeti kavramıdır. Kat mülkiyeti özel mülkiyete haiz bir parselde daha fazla sayıda özel mülkiyet kurulmasına olanak sağlayan hukuki bir yapılanmadır. Ucuz konut için, yeterli, ucuz kentsel arsa üretilmediği durumlarda, kentsel arsa maliyetlerinin geri çekilmesi amacıyla kurulur. Kısaca apartmanlaşmaya zemin hazırlar. Konut yoğunluğunu ve dolayısıyla özel mülkiyet sayısını artırır. Bunun sonucunda mülkiyet yapısı üzerinde meydana getirdiği aşırı parçalanma, özel rant aracı olarak kullanılmasına ve ileride gereksinim duyulacak imar düzenlemelerinin uygulamaya geçirilmesinin imkansızlaşmasına neden olur.

Sonuç olarak, kentte yeni imar planlamaları yapılsa dahi planların uygulamaya geçirilememesi kent içi ulaşım sistemlerini zora sokar. Çünkü belediyeler yüksek kamulaştırma bedellerini karşılayamadıkları için yeni yapılan imar planlarının gerektirdiği yolları hızla açamaz, uzun süre beklemek ve sorunu yıllara yaymak zorunda kalır. Bu durum belediyeleri mevcut yerleşim alanlarındaki sorunları çözmek yerine, kentin dışında yeni yerleşimler oluşturmaya iter. Çünkü bu bölgelerde oluşacak rant nedeniyle yol açmak kolaydır. İmarsız arsaların kamulaştırma bedelleri de düşüktür. Ancak bu durum, mevcut sorunların üzerine yeni ulaşım sorunları doğurur. Kent çeperlerine yerleştirilen her yeni yerleşim, yeni ulaşım aksları ve yeni trafik akışı doğurur. Kent merkezindeki çözümsüzlük ise içersinden çıkılmaz bir hal alır.

Isparta, İstasyon Caddesi Örneği

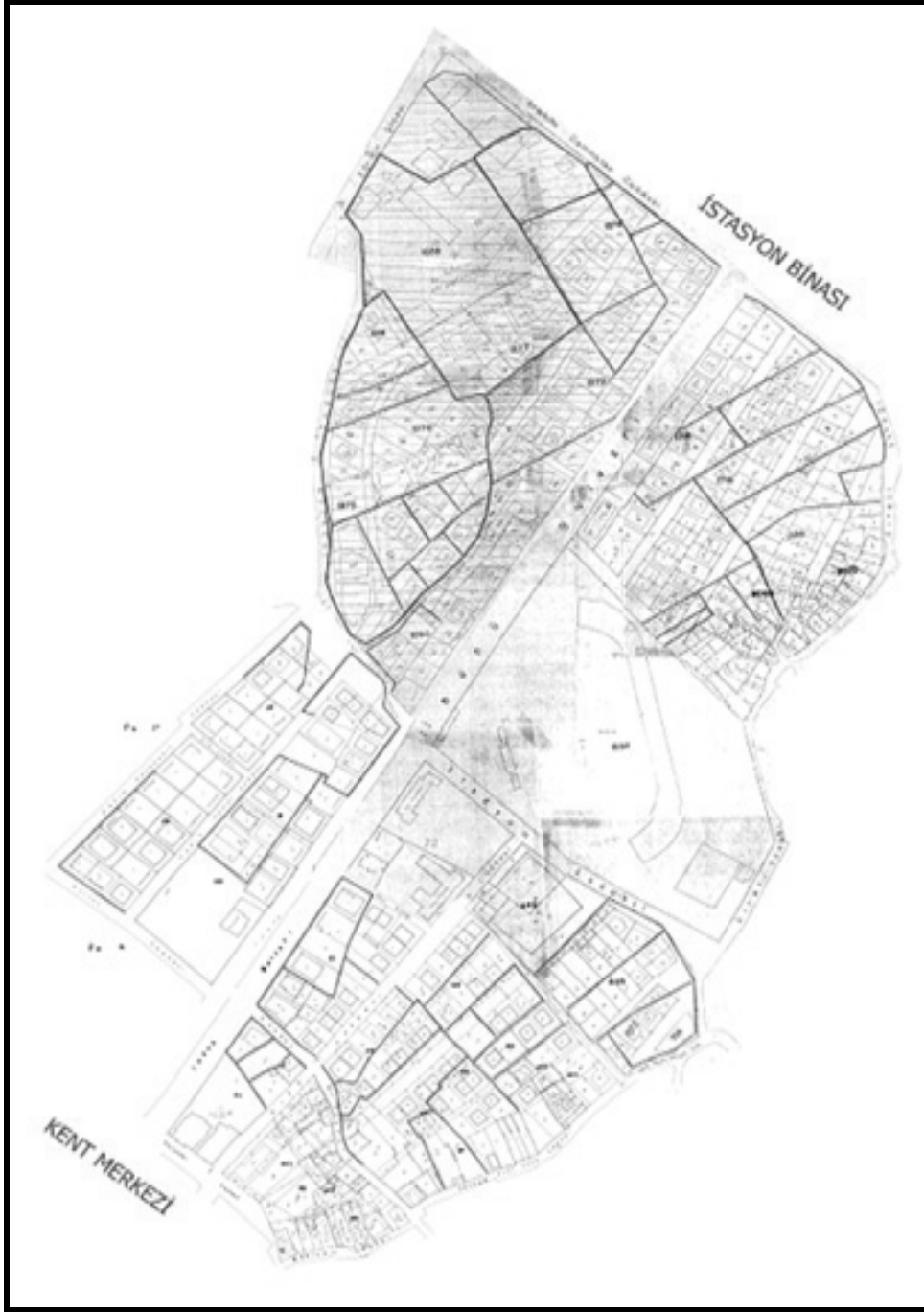
Kentte gelişmenin en hızlı yaşandığı dönem, Cumhuriyet Türkiye'si dönemidir. Bu gelişmeleri iki aşamada incelemek gerekir. İlk dönem 1960 yılına kadardır. Bu dönemde Cumhuriyetle birlikte ilk kamu kuruluşu yatırımları ve binaları yapılmaya başlanır. 25 Mart 1936'da demiryolu ulaşımına açılır. İzmir – Denizli – Dinar – Afyon – Antalya – Konya güzergahlarıyla karayolu bağlantısı kurulur (Isparta Valiliği, 1983). Bu dönemde imar çalışmaları hız kazanır. 1938 -1943 yıllarında bir imar planı hazırlanır. Ancak yeterli arşivleme olanakları bulunmadığından ve henüz bu konuyla ilgilenen devlet kurumları tam olarak kurulamamış olmasından, bu planlara bugün ulaşılamamaktadır.

Şekil 1’de görüldüğü gibi, bahsedilen imar planı olabileceğine inanılan eski tarihli imar planının sadece küçük boyutlu bir fotoğrafına ulaşılabilmektedir (Isparta Valiliği, 2001).



Şekil 1. 1938 -1943 Isparta İmar Planı Olduğu Düşünülen Pafta (Isparta Valiliği, 2001).

Kentin ulaşılabilen ve sağlıklı bilgi alınabilen en eski imar planı 1967- 1968 yıllarında yapılır. Ardından 1977’de ve 1988’de yeni imar planları hazırlanır. 1988’den 2000’li yıllara değin geçen süreçte ise yeni bir imar planı yapılmaz. İlave imar planları ve revizyonlarla çalışmalar yürütülür. Bu durum kentsel gelişimi olumsuz etkiler. Rant ve gayrimenkul yatırımı önem kazanır. İstasyon Caddesinde imar faaliyetleri de kentin genelinden farklı değildir. Caddenin 1936’da şose olarak açılmasının ardından 1955’te kadaströ çalışması yapılır. Şekil 2’den anlaşıldığı gibi kadaströ geçmeden önce bölgede büyük araziler görülürken kadaströ sonrasında alana küçük parseller egemendir.



Şekil 2. İstasyon caddesi ve çevresi kadastro paftası (Tapu ve Kadastro Müd., 2007).

Ancak zaman içerisinde şekil 2’de koyu çizgilerle belirtilen büyük toprak parçaları önce parsellere ayrılarak bölünmüştür. Ardından ise kat mülkiyeti kanunun sağladığı olanaklarla bölünen küçük parsellerde kendi içinde daha küçük mülkiyet parçalarına bölünmüştür. Bu durumun kent içi ulaşım açısından olumsuz sonuçları ise günümüzde kendini hissettirmektedir. Çünkü 1936’da yeni ulaşım sisteminin getireceği rahatlık ve elde edilecek rantla, alandaki mülkiyet sahibi sayısının da çok fazla olmamasında faydalanılarak gerekli yol açma çalışması çok kısa bir süreçte tamamlanmıştır. Ancak alanın imara açıldığı dönemde gelecekte oluşacak ulaşım sıkıntıları öngörülemediği için yeterli yol genişliği ve gerekli otopark ihtiyacı sağlanamamıştır. Bunun sonucunu da günümüzde alanda yer alan beş katlı apartman bloklarında ihtiyaç duyulan otopark ihtiyaçları karşılanamamak ta, bölgede yaşayan toplum park yeri olarak cadde üzerini

kullanılmaktadır. Caddenin yeterince geniş olmaması ve bir şeridinin de otopark olarak kullanılması ise, kent içi ulaşımı olumsuz yönde etkilemektedir. Diğer taraftan yolun genişletilmesi veya yeni otopark alanlarının oluşturulması ise, alanda oluşan yoğun parçalı, özel mülkiyet dokusu nedeniyle neredeyse imkansız durumdadır. Sonuç olarak gelecekte yapılması düşünülen imar planlarında da yolun genişletilmesi mümkün olamayacaktır. Trafik yoğunluğunun her geçen gün arttığı alanda gelecekte daha büyük sorunlar yaşanması olasıdır.

Sonuç

Bu özellikler Isparta kentinin tümü için de söylenebilir. Benzer sorunlar ve oluşumlar Türkiye'nin benzer dönüşümler geçiren pek çok kentinde yaşanmaktadır. 2000'lerde Türkiye kentlerinde ulaşılan noktada, kentsel toprakların mülkiyetine özel sektörün sahip olması ve çok parçalı mülkiyetin egemen olması nedeniyle planlı kentleşmenin gerçekleştirilmesi ve kent içi ulaşımın sağlıklı bir şekilde geliştirilmesi zordur. Diğer bir deyişle, kentin üzerinde geliştiği iki boyutlu yeryüzü parçası kentsel topraktır. Bu toprak giderek imar hakları, alt yapısı ve yapıları ile kentsel arsaya dönüşür. Bu sınırlı, kolay üretilemeyen ve taşınamayan doğal varlığa artan istem, onun ekonomik değerini artırır. Taşınmaz ve kolay üretilemez niteliğine bağlı oluşan kıtlığı nedeniyle de, kentsel arsa mülkiyeti tekelleşir. Ancak ne arazi, ne de kent, bireysel mülkiyet hakkının konusu olamazlar. Bunların sahibi, bugün yaşamakta olan kuşak değildir. Bunlar mevcut kuşağın mülkiyetinde değil, kullanımındadır ve öyle görülmek durumundadır. Bu nedenle planlı kentleşmenin sağlanabilmesi ve kent içi ulaşım sistemlerinin gerektirdiği düzenlemelerin hızla yapılabilmesi için kentsel toprak mülkiyetini kamu yararı için sınırlandırabilecek yasal düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Aksi takdirde kentlerimizde kent içerisinde ki ulaşım sorunları hızla artmaya ve önlem alınamamaya devam edecektir.

Kaynaklar

Türkoğlu, K, (1988) Kentsel toprak mülkiyetini üç boyutlu olarak benimseyen planlama uygulama sürecinin sorunların çözümüne getirebileceği olanaklar, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yayınları, Ankara.

Isparta Valiliği (2001) Isparta 1880-1980, İl Özel İdare Müdürlüğü Yayınları, Isparta.

Isparta Kapu ve Kadastro Müdürlüğü (2007) Arşiv paftaları, Isparta.

Kentiçi Ulaşımında Trafik Tıkanıklığı Sorunu ve Çözümüne Yönelik Düzenleyici Politikaların Değerlendirilmesi

Serkan Benk

Uludağ Üniversitesi İ.İ.B.F. Maliye Bölümü Görükle Kampüsü
16059 Görükle/Bursa
Tel:(224) 294 11 55
E-posta: sbenk@uludag.edu.tr

Öz

Trafik tıkanıklığı; ekonomik, sosyal ve ekolojik yönden önemli etkiler meydana getiren bir ulaşım sorunudur. Söz konusu sorunun çözülmesinde anahtar politikalardan birisi de düzenleyici araçların kullanılmasıdır. Bu tür araçların temel özelliği, spesifik yapılara sahip olmaları ve doğrudan kamu müdahalesi prensibine göre çalışmalarınıdır. Düzenleyici araçlar etkin biçimde kullanıldıklarında ulaşım talebini etkileyerek trafik tıkanıklığının azaltılması yönünde önemli fırsatlar sunarlar. Ayrıca düzenleyici araçların birbirlerine göre üstün yönlerinin olduğunu söylemek mümkündür. Ancak, hiçbir araç bir diğerinin alternatifi değildir. Dolayısıyla ulaşım politikasının amacı söz konusu politik araçların birbiri ile uyum içinde uygulanmasını sağlamak olmalıdır. Bu durum geleneksel ulaşım anlayışının değişmesini gerekli kılmaktadır.

Anahtar sözcükler: Trafik Tıkanıklığı, Düzenleyici Araçlar, Alan Kullanımı, Trafik Yönetimi, Ulaşım Bilgi Sistemleri, Toplu Taşıma.

Giriş

Oluşma nedenleri ne olursa olsun kentler ekonomik, kültürel, idari ve sosyal faaliyetlerin yoğunlaştığı mekânsal yaşam alanlarıdır. Söz konusu faaliyetlerin yerine getirilebilmesi öncelikli olarak kent içerisinde yaşayan insanların, üretilen mal ve hizmetlerin yer değiştirebilme ve hareket edebilme kabiliyetlerine bağlıdır. Bu açıdan ulaşımın kent yaşamında önemli bir yeri ve fonksiyonu vardır. Ulaşım, bu fonksiyonlarını yerine getirirken bir takım dışsal maliyetlerin de oluşmasına neden olmaktadır. Bu maliyetlerin başında “Trafik Tıkanıklığı” gelmektedir.

Tıkanıklık, ulaşım dışsallıkları içerisinde özel bir yere sahiptir. Çünkü bu dışsallık türü bireyin hem kendisini hem de ulaşım ağı içerisindeki diğer bireyleri etkilemesiyle meydana gelir. Burada devletin tıkanıklığa müdahale etmemesi gerektiği yönünde yanlış bir düşünce vardır. Oysaki tıkanıklık bir piyasa başarısızlığıdır. Çünkü kamusal mal olan “yol alanı” piyasa içerisinde hiçbir şekilde fiyatlandırılmaz. Dolayısıyla bu durum kaynak dağılımında etkinsizliğe neden olmakta ve kamu müdahalesini gerekli kılmaktadır.

Trafik tıkanıklığını önlemeye ya da en azından azaltmaya yönelik oluşturulan ulaşım politikaları kapsamında çok sayıda aracın kullanıldığı görülmektedir. Söz konusu

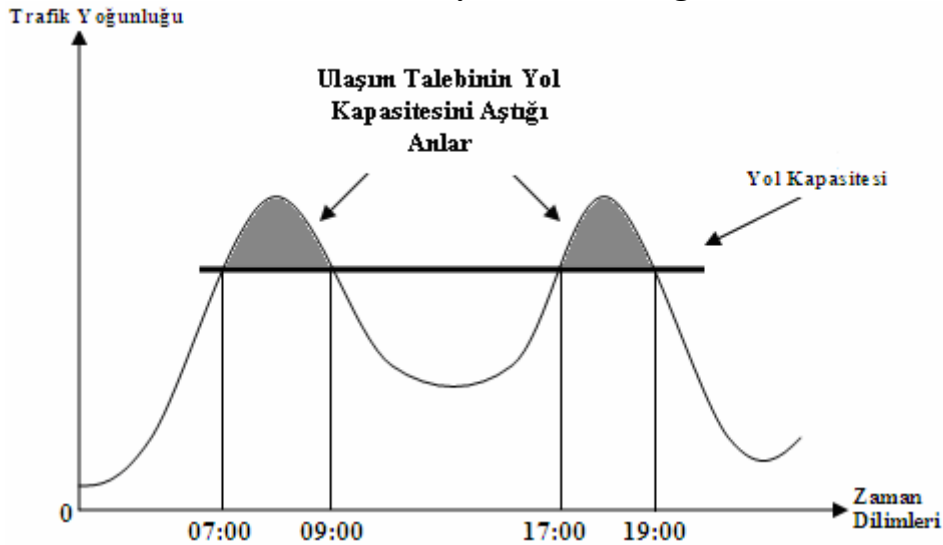
araçları “Ekonomik ve Mali Araçlar” ve “Düzenleyici Araçlar” olarak iki grupta değerlendirmek mümkündür. Ekonomik ve mali araçlar; vergiler, yolların ve araç park etmenin fiyatlandırılması, sübvansiyonlar ve pazarlanabilir haklar gibi doğrudan piyasaya müdahale etmeyen, dolaylı olarak ve fiyatlar yoluyla bireylerin ulaşım tercihlerini değiştirmeye yönelik olarak kullanılan araçlardır. Düzenleyici araçlar ise, adından da anlaşılacağı gibi doğrudan kamu müdahalesi şeklinde uygulanan araçlardır. Bu grupta; alan kullanımı ve ulaşım planları, fiziki ulaşımaya yönelik alternatifler, toplu taşıma hizmetleri, ulaşım bilgi sistemleri gibi daha spesifik ve ulaşım talebini kısıtlamaya ve yönetmeye yönelik araçlar yer almaktadır.

Bu çalışma trafik tıkanıklığı sorununun çözümüne yönelik olarak kullanılan düzenleyici araçların etkinlik açısından değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle tıkanıklık kavramı üzerinde durularak tıkanıklığın nedenleri, türleri ve ekonomik etkileri incelenecektir. Daha sonra yukarıda sıralanan düzenleyici araçların tıkanıklık üzerindeki etkilerine yer verilecektir.

Trafik Tıkanıklığı Kavramı

Ekonomik açıdan bakıldığında ulaşımın türev talep yapısına sahip olduğu ve kent içerisinde üretilen diğer mal ve hizmetler doğrultusunda ortaya çıktığı görülmektedir. Ulaşım aktivitesi de söz konusu mal ve hizmetlerin tüketilme zamanlarına bağlı olduğundan bu durum belli zaman dilimleri içerisinde ulaşım talebi artırmaktadır. Artan ulaşım talebinin yol kapasitesini zorlamaya başladığı anda ise, tıkanıklık adı verilen dışallık türü meydana gelmektedir. Genel anlamda trafik tıkanıklığını, yol kapasitesinin sınırına ulaşılmasıyla birlikte hız-trafik akışı içerisinde araçların birbirlerine uyguladıkları öz dirençler şeklinde tanımlamak mümkündür (Schneider et al. 2002)

Şekil: 1
Ulaşım Talebinde Meydana Gelen Değişmeler



Trafik tıkanıklığı, yinelenen ve yinelenmeyen tıkanıklık olmak üzere iki farklı türde incelenebilir (Stopher, 2004). Yinelenen trafik tıkanıklığı, belli zaman dilimleri içerisinde ve kentin belli bölgelerinde devamlı olarak tekrarlanan tıkanıklık türüdür. Bu tür trafik tıkanıklıklarının genel olarak iki nedeninin olduğu söylenebilir. Bunlardan

birincisi yola olan talebin zirve noktaya ulaşmasıdır. Şekil: 1, belli bir yol üzerindeki bir günlük ulaşım talebini göstermektedir. Şekilde de görüldüğü gibi yol kapasitesi genelde ulaşım talebinin üzerindedir fakat günün belirli saatlerinde ulaşım talebindeki aşırı yükselme yol kapasitesinin belirli noktalarda aşılmasına ve tıkanıklığın meydana gelmesine neden olmaktadır. Yinelenen tıkanıklığın oluşmasında ikinci neden ise, tıkanıklığın darboğaz adı verilen noktalarda yol kapasitesinin azalması sonucu oluşmasıdır. Bu durum genellikle ulaşım talepten değil, yol kapasitesindeki daralmalardan kaynaklanmaktadır. Yinelenmeyen tıkanıklığın genelde geçici nedenler sonucu meydana geldiğini söylemek mümkündür. Bunlar; önceden planlanmış ve yol kapasitesini geçici olarak düşüren yol yapım ve bakım çalışmalarından kaynaklanacağı gibi kaza ve iklimsel nedenler gibi önceden öngörülmeven durumlar sonucu da oluşabilmektedir.

Tıkanıklık Sonucu Meydana Gelen Etkiler ve Maliyetler

Trafik tıkanıklığı ekonomik, ekolojik ve sosyal yönden önemli etkiler meydana getirmektedir. Ekonomik etkilerin başında zaman ve enerji kaybı gelmektedir. Ekolojik etkilerini, gürültü ve çevre kirliliği şeklinde sıralamak mümkündür. Ayrıca tıkanıklık sonucu erişim ve mobilite düzeyinin azalması sosyal ilişkileri de zayıflatmaktadır. Bu durum kent merkezi ile kenar mahalleler arasında sosyal kopuklukların oluşmasına neden olabilmektedir. Trafik tıkanıklığının meydana getirdiği bu etkilerin parasal yönden hesaplanmasına yönelik çok sayıda yöntem olduğunu vurgulamak gerekir (Schneider et al. 2002). Söz konusu yöntemlerin üç temel yaklaşım etrafında toplandıkları görülmektedir. Bu yaklaşımlardan birincisi, hız-trafik akışı verilerinden faydalanarak trafik tıkanıklığının marjinal maliyetini yani, ulaşım ağına dâhil olan her bir araç sonucu oluşan zaman kaybı ve gecikme maliyetlerini tespit etmeye yönelik yöntemlerin oluşturduğu gruptur (Downs, 1992). Diğer bir yaklaşım ise, tıkanıklık maliyetini görüşmelere dayanarak tahmin etmeye çalışan yöntemleri bünyesinde barındırmaktadır. Bu yaklaşımda temel amaç ulaşım ağını kullananların tıkanıklık düzeyini azaltmak için ödemeye razı oldukları tutarlar yardımıyla trafik tıkanıklığının maliyetini hesaplamaktır. Üçüncü ve son yaklaşımda, tıkanıklık düzeyini azaltmak için yapılan harcamaların birim maliyetleri hesaplanarak toplam maliyet düzeyi tahmin edilmeye çalışılır.

Konuya teorik açıdan bakıldığında yukarıda bahsedilen üç değerlendirme yaklaşımının da aynı sonuçları ortaya koyması beklenir. Çünkü trafik tıkanıklığının oluşturduğu dışsal maliyet düzeyi aynı zamanda; kullanıcılarının tıkanıklığı azaltmak için ödemeye razı oldukları tutarlara, tıkanıklık sonucu oluşan gecikme maliyetlerine ve yol kapasitesinin yükseltilmesi için yapılan harcamalara eşittir. Literatür incelendiğinde farklı yöntemlerin farklı sonuçlar ortaya koyduğu görülmektedir. Bunun en önemli nedeni farklı değerlendirme anlayışına sahip olan yöntemlerin bünyelerinde barındırdıkları avantajlar ve dezavantajlardan kaynaklanmaktadır (APA, 1993).

Değerleme sonuçlarıyla ilgili olarak ortaya çıkan farklılıklar yalnızca farklı yöntemlerin kullanılmasından değil, trafik tıkanıklığı kavramının farklı biçimlerde algılanmasında da kaynaklanabilmektedir. Örneğin Dodgson ve Lane'nin 1997 yılında İngiltere ile ilgili yaptıkları çalışmada toplam tıkanıklık maliyetini, yolu kullananların maruz kaldıkları ekstra maliyetler şeklinde tanımlanmakla birlikte tıkanıklık maliyeti, tıkanık olmadan önceki hız-trafik akışı ile tıkanıklık esnasındaki hız-trafik akışı karşılaştırılarak

hesaplanmıştır. Zaman ve enerji kayıplarını da dikkate alan bu çalışma tıkanıklık maliyetini GSYİH'nın %1'ine denk gelen 14.6 milyar dolar olarak tahmin etmiştir (Zhang et al. 2005).

Tablo: 1
Çeşitli Ülkelere Göre Tıkanıklık Maliyet Tahminleri

Ülke	Yıl	Maliyet*	GSYİH Payı
Avusturya	1995	3.27	%1.29
Belçika	1995	5.76	%1.91
Finlandiya	1995	1.68	%0.95
Belçika	1995	1.09	%0.83
Fransa	1995	29.92	%1.80
Almanya	1995	44.53	%1.83
Yunanistan	1995	3.27	%1.60
İrlanda	1995	0.38	%0.47
İtalya	1995	29.08	%2.01
Lüksemburg	1995	0.35	%1.95
Hollanda	1995	12.90	%2.85
Norveç	1995	1.17	%0.78
Portekiz	1995	1.61	%0.95
İspanya	1995	15.55	%1.90
İsveç	1995	1.61	%0.69
İsviçre	1995	5.08	%1.61
B. Krallık	1995	30.89	%2.75

Kaynak: (INFRAS and IWW, 2000)

* Milyar \$

Tablo 1'de gösterilen ve 17 Avrupa ülkesini kapsayan çalışmada ise, tıkanıklık maliyeti optimal olmayan fiyatlandırma sonucu toplam refah kaybında meydana gelen azalmalar şeklinde tanımlanmaktadır (INFRAS and IWW, 2000). Söz konusu çalışmada trafik tıkanıklığının GSYİH içerisindeki payı ülkelerin sahip olduğu farklı trafik yoğunluklarına göre %0.47 ile %2.85 arasında değişiklik göstermektedir.

Tıkanıklığı Önlemeye Yönelik Uygulanan Düzenleyici Araçlar

Düzenleyici araçlar, genel olarak piyasaların işleyişini belirleyen ya da değiştiren herhangi bir devlet müdahalesi anlamına gelmektedir (Syrett, 2000). Tanımdan da anlaşılacağı gibi bu tür araçlar, devletin piyasa faaliyetlerini ve özel sektörün piyasa içerisindeki davranışlarını gözlemleyerek tespit ettiği aksaklıklar yönünde politikalar oluşturduğu ve uyguladığı geniş kapsamlı bir süreci ifade etmektedir. Bu tür araçların kullanımında kamu müdahalesi, ekonomik ve mali araçlarda olduğu gibi, dolaylı olarak gerçekleşmez. Bu yöntemde kamunun piyasa aksaklıklarını önlemek için emredici hükümler getirmesi esastır. Bu açıdan ulaşım alanında kullanılan düzenleyici araçları; alan kullanımı ve ulaşım planlamaları, trafik yönetimi, ulaşım bilgi sistemlerinin geliştirilmesi, fiziki ulaşımaya yönelik alternatiflerin geliştirilmesi, toplu taşıma hizmetlerinin geliştirilmesi, kamu ve özel kesim arasında işbirliğinin sağlanması ve ulaşımında bazı unsurlara ayrıcalıkların sağlanması şeklinde sıralamak mümkündür (Button, 1993; Acutt and Dodgson, 1997)

Alan Kullanımı ve Ulaşım Planlamaları

Alan kullanımı planlaması kentsel alan üzerindeki kamu politikalarının ticari, yerleşim ve endüstriyel kalkınmayı etkileyecek biçimde düzenlenmesi ve uygulanması şeklinde tanımlanabilir (OECD, 2002). Bu tür bir planlama kentsel yerleşim ve ulaşım ile ilgili çok geniş yelpazedeki politikaları içinde barındırır ve düzenler. Dolayısıyla alan kullanımı planlaması dikkatli biçimde oluşturulduğunda kentiçi ulaşım üzerinde olumlu ve kalıcı etkiler meydana getirecektir. Özellikle toplu taşımacılığın kamu ihtiyaçları doğrultusunda yeniden planlanması, yaya ve bisiklet yollarının uygun bir yapıya kavuşturulması ve ulaşım ayrılan kentsel alanın yeniden düzenlenmesi otomobille yapılan seyahat mesafelerini ve tıkanıklık düzeyini kalıcı biçimde azaltabilecektir.

Artan kent nüfusunun geniş bir alan üzerine yayılması seyahat talebini ve dolayısıyla otomobil kullanımını da artırmaktadır. Bu açıdan planlar mümkün olduğu kadar kentin yayılmayacak biçimde gelişimini sağlamalıdır. Çünkü kentsel yoğunluğun hem ulaşım mesafesi hem de ulaşım tipi üzerinde etkileri oldukça fazladır. Örneğin Kenworthy ve Laube'nin 1980-1990 yılları arasında 46 büyük kent üzerinde yapmış oldukları çalışmaya göre zengin ABD, Kanada ve Asya kentlerinde kentsel yoğunlukta bir azalma gözlemlenmekle birlikte sadece iş merkezlerinin bulunduğu bölgelerde yoğunlaşma söz konusu olmaktadır (Kenworthy and Laube 1999). Ayrıca yapılan bu çalışmada kentsel yoğunluğun ulaşım üzerindeki etkilerinin doğrusal olmadığı ve bazı kentlerde yoğunluğun artmasıyla birlikte yakıt tüketiminin de arttığı gözlenmiştir. Yazarlara göre ulaşım talebi ve tıkanıklık düzeyi sadece kentsel yoğunlukla değil, kentin sahip olduğu refah düzeyiyle de ilişkilidir. Benzer olarak 1993 yılında İngiltere Enerji ve Ulaşım Departmanının hazırlamış olduğu raporda kentsel yoğunluğun ulaşım talebi ve tıkanıklık konusunda sağladığı fırsatları; yerel faaliyetlerin gelişimini sağlamak, yerleşim alanları ile hizmetler arasındaki mesafeleri azaltarak bireylere bu hizmetlere ulaşmada fırsatlar sunmak ve bireysel ulaşımın toplu taşımacılık yoluyla yapılabilme ihtimalini artırmak şeklinde sıralanmıştır (UK DOE/DOT, 1993).

Planlama bir takım riskleri de bünyesinde bulundurmaktadır. Bu risklerin başında 15–20 yıl gibi uzun bir projeksiyonu kapsayan planların sonuçlarının bu günden tahmin edilmesinin oldukça güç olmasıdır. Bu durum planlamadaki hataların uzun vadede ve kalıcı biçimde ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Planların bir diğer etkisi ise arazi fiyatları üzerinde ve dolayısıyla arazi sahipleri üzerinde kedisini göstermektedir. Ayrıca bu araç uzun dönemde sağlayacağı faydalardan dolayı ulaşım adaleti açısından uygun bir yöntemdir.

Trafik Yönetimi

Trafik yönetimini, ulaşım talebinin en iyi biçimde karşılanabilmesi ve tıkanıklık düzeyinin azaltılması amacıyla, ulaşım altyapısının azami düzeyde kullanılmasını, seyahat sürelerinin düzenlenmesini ve ulaşım ağının güvenliğinin artırılmasını amaçlayan uygulamalar bütünü olarak tanımlamak mümkündür (OECD, 2002). Bu tanımdan yola çıkarak trafik yönetiminin tıkanıklığı önleyici bir araç olarak dört temel biçimde kullanıldığı görülmektedir. Bunları; ulaşım talebinin zirveye ulaştığı zamanlarda ekstra yol kapasitesinin sağlanması, yol kapasitesinde yaşanan geçici kayıpların oluşması durumunda kapasite artırımına yönelik düzenlemelerin yapılması, ulaşım faaliyetinde bulunanlara gerçek zamanlı trafik bilgilerinin ulaştırılması ve akıllı ulaşım sistemlerinin geliştirilmesi şeklinde sıralamak mümkündür.

Trafik yönetiminin özellikle yinelenmeyen yani geçici nedenler sonucu ortaya çıkan tıkanıklıklarda etkili olduğu fakat yinelenen tıkanıklıklarda tek başına tıkanıklığı azaltıcı etki yapmadığı söylenebilir. Ancak bu yöntem özellikle ulaşım etkinliğini ve yol güvenliğini artırıcı etkiler meydana getirdiğinden tıkanıklığı azaltıcı diğer araçları destekler niteliktedir. Örneğin ABD’de trafik yönetimi kapsamında uygulanan trafik işaretleri projesinin ulaşım yoğunluğunun zirveye ulaştığı saatlerde trafik hızını yaklaşık %16 oranında, araç geçiş sayısını ise %25 oranında artırdığı tespit edilmiştir (OECD, 2002).

Ulaşım Bilgi Sistemlerinin Geliştirilmesi

Bu yöntemde sürücülere hava ve yol durumu ile ilgili bilginin sağlanması amaçlanmaktadır. Ulaşım ile ilgili bilgi dört temel biçimde verilmektedir. Bunları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (OECD 2002);

a-Ulaşım faaliyeti başlamadan önce: Ulaşım ile ilgili bilgi radyo, TV ile iletilebilirken telefon, çağrı cihazı ya da bilgisayar yoluyla da yol ve trafik durumu, en iyi ulaşım aracının seçimi (otomobil ya da toplu taşıma) ve en uygun ulaşım zamanı gibi bilgiler verilebilmektedir.

b-Ulaşım faaliyeti esnasında: Araç radyosu, görsel araçlar (billboard, tabela v.b.) ya da diğer gelişmiş iletişim araçları yardımıyla trafik durumu, toplu taşıma araçlarının durumu, uygun park alanları ve uygun rota gibi bilgiler sürücülere ve yolculara iletilebilmektedir. Yol kenarlarında bulunan değişken (aktif) trafik işaretleri, elektronik tabelalar ve otoyol radyoları sürücülere yol ve hava durumu hakkında güncel bilgiler sunabilmektedirler. Ayrıca araçlarda bulunan navigatör cihazıyla güncel trafik bilgileri, yolun tıkanıklık durumu ve yoldaki mevcut kazalar eşzamanlı olarak elde edilebilmektedir.

Tablo: 2
Ulaşım Bilgi Sistemlerinin Ulaşım Amaçları Üzerindeki Etkileri

Seyahat Türleri	Rota Değiştirilmesi	Seyahat Zamanının Değiştirilmesi	Ulaşım Türünün Değiştirilmesi	Seyahatin İptali
İş-Ev	ORTA	ORTA	ZAYIF	ZAYIF
Yük Taş.	SIKI	SIKI	ZAYIF	ZAYIF
Turizm	SIKI	SIKI	ZAYIF	ORTA
Polis, İtfaiye	SIKI	ZAYIF	ZAYIF	ZAYIF
Şehirlerarası	SIKI	SIKI	ZAYIF	ORTA

Kaynak: (OECD, 2002)

c-Trafik kazası ve araç arızalanmalarında: Acil çağrı sistemleri de bu gibi durumlarda sürücüye yardımcı olabilmektedir. GPS (Global Positioning Systems) ile aracın bulunduğu yer otomatik olarak tespit edilmekte ve sürücüye ulaşılabilmektedir.

d-Yeni teknolojilerin kullanılması: Araçlara yerleştirilen bu teknolojiler sayesinde sürücülere ulaşım ile ilgili bilgiler ulaştırılabilmektedir. Bu bilgiler arasında yol boyunca faydalanabileceği hizmetler, konaklama yerleri, restoranlar, hava ve yol bilgileri ulaştırılabilmektedir. Ayrıca terminallere ve toplu taşıma merkezlerine konulan sabit bilgisayarlar sayesinde yolcular benzer bilgilere ulaşabilmektedir.

Tablo: 2 ulaşım bilgi sistemlerinin seyahat türleri üzerindeki potansiyel etkilerini göstermektedir. Bu tablodan da görülebileceği gibi bilgi sistemlerinin etkileri seyahatin zorunluluk düzeyine göre değişmektedir. Örneğin ABD’de yapılan bir çalışmada gezi ve rekreasyon amaçlı seyahatlerde ulaşım bilgi sistemleri sonucu seyahat edenlerin %10’unun seyahat rotalarını değiştirdikleri, %14’ünün seyahat zamanlarını değiştirdikleri ve %3’ünün ise seyahatlerini iptal ettikleri gözlenmiştir (US Department of Transportation, 1998).

Fiziki Ulaşım Yönelik Alternatiflerin Geliştirilmesi

Fiziki ulaşım alternatif olabilecek potansiyel iletişim teknolojilerini aşağıdaki gibi altı grupta incelemek mümkündür. Bunlar; tele-çalışma, tele-konferans, e-ticaret/tele-alışveri/tele-hizmet, ticari amaç taşımayan kamusal tele hizmetler, uzaktan eğitim ve eğlence olarak sıralanabilir (Button, 1993). Sıralanan iletişim teknolojileri içerisinde ulaşım talebini etkilemesi açısından tele-çalışmanın önemli bir yeri vardır. Tele-çalışma; elektronik evde çalışma, bir veya daha fazla firmaya hizmet eden “Telecottage” ya da civar merkez olarak ifade edilen noktalarda çalışma, ofis şubelerinde çalışma, mobil çalışma ve sanal grup çalışması gibi farklı biçimlerde kullanılabilir (Gillespie et al. 1995).

Tablo: 3
Alternatif Yöntemlerin Ulaşım Üzerindeki Potansiyel Etkileri

Teknoloji Türü/Yapısı	Ev-iş	İş	Hizmet	Alışveriş	Eğitim	Sosyal	Serbest	Yolcu taşıma
Tele-çalışma	X	X						X
Telekonferans		X	X		X	X		
E-ticaret		X	X	X				
Tele-alışveriş				X				
Kamusal Tele-hizmetler		X	X			X		X
Uzaktan Eğitim					X		X	X
Eğlence							X	X

Kaynak: (Lehto and Himanen, 1998).

Tablo: 3’de açıkça görüldüğü gibi iş amaçlı ulaşımın kentiçi ulaşımındaki payı oldukça yüksektir. Bu açıdan tele çalışmanın iş amaçlı ulaşım talebinde önemli potansiyel etkilerinin olduğunu belirtmek gerekir. Örneğin Dublin/İrlanda için yapılan bir çalışmada, 2016 yılı için yapılan tahmine göre tele çalışmanın araç kullanımını %1,5 oranında azaltacağı tahmin edilmektedir (Amárach Consulting, 1999). Bu noktada tele-merkez tabanlı çalışmanın ev bazlı tele çalışmadan daha fazla tasarruf sağladığını vurgulamak gerekir. Örneğin, 1995 yılında ABD için yapılan bir çalışmada tele merkezlerde çalışanların kişi başına ortalama 38,5–150 mil tasarruf sağladıkları ve toplamda 93,4 millik bir tasarrufun sağlandığı ortaya konulmuştur (Bagley et al. 1994).

Tele konferans yönteminin ise, ulaşım üzerinde farklı etkiler oluşturduğu görülmektedir. Konuyla ilgili olarak yapılan öncü çalışmalarda tele konferans yönteminin toplam seyahat miktarını artırdığı belirlenmiştir (Mokhtarian, 1990). Ayrıca bu yöntem fiziksel ulaşımın alternatifi olarak gösterilse bile, günümüzde yapılan çalışmalar tele konferansın ulaşım üzerinde oldukça sınırlı etkilerinin olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak tele konferans yönteminin özellikle çokuluslu firmaların ulaşım maliyetlerini önemli ölçüde azalttığı görülmektedir. Sony, BT, Picture Tel ve Regus firmaları

üzerinde yapılan çalışmada tele konferans sisteminin bu firmaların ulaşım maliyetlerini %75 oranında azalttığı görülmüştür (Regus Business Centres, 1998).

E-ticaret, tele-alışveriş ve tele tıp gibi uygulamaların ulaşım üzerindeki etkilerinin oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Ancak İsveç üzerinde yapılan bir çalışmada e-ticaretin tıkanıklığı artırıcı etkilerinin de olduğu ortaya konulmuştur. Hollanda ile ilgili olarak yapılan çalışmada ise 2000–2005 yılları arası seyahat düzeyinin %38 oranında attığı tahmin edilmekle birlikte bu etkinin %21'inin geleneksel ekonomik faaliyetlerden %9'unun ise, e-ticaretten kaynaklandığı ortaya konulmuştur (OECD, 2002).

Toplu Taşıma Hizmetlerinin Geliştirilmesi

Toplu taşıma hizmetleri, toplam talep yönetiminde ve tıkanıklığın önlenmesinde anahtar araç olmakla birlikte, çok sayıdaki sosyal hedefe ulaşılmasını da sağlamaktadır. Bunları; genel mobilitenin sağlanması, istihdam ve eğitim ile ilgili imkanlara ulaşabilmenin sağlanması, sürdürülebilir bir kent yapısının oluşturulması, kilit noktalardaki trafik tıkanıklığını azaltması, enerji tasarrufunun sağlanması ve otomobil kullanımı sonucu oluşan emisyon düzeyinin azaltılması şeklinde sıralamak mümkündür (Ferreri, 1992). Toplu taşıma hizmetlerinin etkinliğinin artırılabilmesi için yapılabilecek uygulamaları dört ana başlık altında toplamak mümkündür.

a-Yeni servislerin oluşturulması: Günümüz kentlerinin birçoğunda mevcut toplu taşıma hizmetleri kentin tamamına yayılmış değildir. Bu durum toplu taşımanın ulaşım talebi üzerindeki etki düzeyini oldukça zayıflatmaktadır. Bu durumun önlenmesi için toplu taşıma hizmetleri yeni hatlar açılarak geliştirilmeli ve bireylere ulaşım esnasında kullanabilecekleri alternatifler sunulmalıdır. Bu yöntem iki biçimde yapılabilmektedir. Bunlardan birincisi mevcut toplu taşıma sistemlerine yeni rotalar eklenmesi şeklinde ya da ikinci olarak kent içerisinde toplu taşıma hizmetlerinden faydalanmayan bölgeleri de kapsayacak biçimde hizmetin yaygınlaştırılmasıdır. Ayrıca özellikle işgücünün yoğun olduğu bölgelerde yoğunluğa göre uygun hale getirilmiş toplu taşıma hizmeti sunulmalıdır. Söz konusu yeni servisler, yerel yönetimler ve özel sektör tarafından sunulabileceği gibi her iki yapının işbirliği içerisinde de hizmet sunulabilmektedir (Kuzmyak and Schreffler, 1993).

b-Mevcut servislerin geliştirilmesi: Yapılan birçok çalışmada mevcut sistemlerin geliştirilmesinde üç farklı uygulamanın benimsendiği görülmektedir (OECD, 2002). Bunlar; bilet fiyatlarında indirimler yapmak, araç bekleme zamanlarını kısaltmak ve toplu taşıma araçlarıyla yapılan seyahat sürelerinin kısaltılmasıdır (Pratt et al. 2000). Bu yöntemler oldukça yaygın biçimde kullanılmaktadır. Bekleme sürelerinin kısaltılmasında kullanılan yöntem araç hareket saatlerinin yeniden düzenlenmesi ve kalkış sürelerinin kısaltılması şeklinde yapılmaktadır. Seyahat sürelerinin kısaltılması trafikte toplu taşıma araçlarına öncelikler (geçiş üstünlüğü) sağlanarak yapılmaktadır.

c-Mevcut servislerin desteklenmesi: Toplu taşıma hizmetlerinin yaygınlaştırılması ve cazip hale getirilmesi için bazı sistemlerce desteklenmesi gerekmektedir. OECD ülkeleri içerisinde en yaygın biçimde uygulana sistem ise “Park et ve kullan” (Park&Ride) yöntemidir. Bu yönteme göre araç kullanıcıları toplu taşıma merkezlerinde bulunan park alanlarına araçlarını ücretsiz olarak park edebilmekte ve toplu taşıma hizmetlerinden yine ücretsiz ya da çok düşük bir ücretle faydalanabilmektedirler. Bu yöntem özellikle tıkanıklıkla mücadelede oldukça etkindir.

Diğer bir destekleme yöntemi toplu taşımacılığın ulaşmadığı noktalarda taksinin kullanılmasıdır. Bu yöntem toplu taşıma istasyonlarına ulaşabilmek için sabit bir taksi ücreti ya da toplu taşıma bileti kullanılmasından ibarettir. Örneğin Hollanda ve Almanya'da toplu taşıma istasyonları ile ev arasında yapılan taksi yolculuklarında sabit fiyat uygulaması yapılmaktadır. Benzer olarak toplu taşıma hizmetlerinde tek bilet uygulaması da mevcut sistemlerin desteklenmesi ve yaygınlaştırılması açısından oldukça büyük önem taşımaktadır.

d-Bilgi ve pazarlamanın geliştirilmesi: Toplu taşıma hizmetleri kullanıcı (user friendly) bir yapıda olmak zorundadır. Bu açıdan bireysel toplu taşıma sistemleriyle ilgili olarak yapacağı bütün seyahat bilgilerine ulaşabilmelidir.

Bazı Ulaşım Unsurlarına Ayrıcalıkların Tanınması

Bu yöntem bireysel otomobil kullanımını azaltmak ve ulaşımın daha hızlı ve güvenli biçimde yapılmasını sağlamak amacıyla bazı ulaşım araçlarına trafikte öncelikler tanımak şeklinde ifade edilebilir. Ayrıcalıklar kapsamına giren uygulamaları; otobüs ve diğer yüksek doluluk oranına sahip araçlara yol tahsisleri, otoyollarda yüksek doluluğa sahip araçlara sağlanan geçiş üstünlükleri, bisiklet ve yayalara trafikte sağlanan kolaylıklar ile trafik sinyal üstünlükleri şeklinde sıralamak mümkündür.

Otobüslere tahsis edilmiş yollar uygulamasında kent içerisinde toplu taşımacılığın hızlı ve güvenilir biçimde yapılması amaçlanmaktadır. Bu özel hatlar tıkanıklığın yoğun olduğu bölgelerde oluşturulmakta ve ev-işyeri yolculuk sürelerini kısaltmayı amaçlamaktadır. Bu yöntem genellikle trafikte sinyal önceliği ile birlikte uygulanmaktadır. Örneğin Dublin'de otobüs yollarının seyahat süresini ortalama %20 oranında kısalttığı görülmüştür (OECD 2002). Literatürde HOV (high-occupancy vehicle) olarak ifade edilen yüksek doluluk oranına sahip araç yolları uygulaması yaygın olarak ABD'de kullanılmaktadır. Yöntemin etkinliği sistemin izlenmesine ve uygulama biçimine bağlıdır. Bu tür yolların yapılmasında o yol üzerindeki potansiyel ulaşım talebi dikkate alınmalıdır. Aksi takdirde söz konusu yol etkin biçimde kullanılmayacağından kaynak ve alan israfına yol açacaktır. Örneğin California'da yapılan bir çalışmada bu tip yolların bazılarının sabah trafiğinde kullanımın %25 oranında arttığı gözlenmiştir (Long, 2000). Ancak konuyla ilgili olarak yapılan diğer çalışmalarda bazı yüksek doluluğa sahip araçlara ayrılan yollara olan talebin oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir (Giuliano et al. 1990).

Diğer Düzenleyici Araçlar

Bu tür uygulamaları; Ulaşım işbirliği uygulamaları, araç kullanımını kısıtlayıcı düzenlemeler, alternatif çalışma saatlerinin belirlenmesi ve gönüllü programlar şeklinde sınıflandırmak mümkündür.

a-Ulaşım işbirliği uygulamaları: Bu grup, ulaşım hizmetinin kamu ve özel kesimin işbirliği içerisinde üretimini sağlamak, ulaşım sorunlarının çözülmesinde kamuoyu oluşturmayı ya da uygulanan ulaşım politikalarının desteklenmesi amacıyla oluşturulan uygulamaları kapsar. Örneğin ABD'de kullanılan ulaşım yönetim birlikleri bu yönlü işbirliğine en iyi örneklerdendir. Bunun yanı sıra bazı sivil toplum örgütleri, meslek kuruluşları (ticaret ve meslek odaları) ve bazı gönüllü organizasyonların amaçları arasında tıkanıklık gibi ulaşım sorunları da yer alabilmektedir.

b-Araç kullanımını kısıtlayıcı düzenlemeler: Özellikle otomobil kullanımını kısıtlamaya yönelik tedbirleri içeren bu tür düzenlemeler, genellikle bazı bölgelere araç girişini yasaklamak şeklinde uygulanmaktadır. Araç girişlerinin kısıtlanmasıyla o alanda çevre ve trafik açısından ani bir rahatlama meydana gelecektir. Fakat diğer alanlardaki trafik yoğunluğu artacaktır. Bu araç etkinliği açısından önemli dezavantajlara sahiptir. Çünkü kent içindeki bütün seyahatleri eşit düzeyde değerlendirir ve yüksek değere sahip seyahatleri de engellemiş olur. Bu tür uygulamalar Atina, Mexico City ve Santiago gibi kentlerde tek/çift plaka numaralarına göre yapılmaktadır (Maddison et al. 1996). Bireyler bu engeli aşabilmek için ikinci bir araç satın almakta alınan bu araç da eski olduğundan hem çevre kirliliği hem de trafik yoğunluğu artabilmektedir.

c-Alternatif çalışma saatlerinin belirlenmesi: Çalışma saatlerinin ulaşımı rahatlatarak biçimde yeniden düzenlenmesini ifade etmektedir. Bu tür düzenlemeler Hartford, Connecticut, Hiroshima ve Washington'da yaygın biçimde kullanılmaktadır (Washington State Department of Transportation, 1999).

d-Gönüllü Programlar: Bu tür uygulamalar "Car-pool" adı verilen araç paylaşımları şeklinde olabildiği gibi firmaların çalışma saatlerini trafiği rahatlatarak biçimde yeniden düzenlemeleri şeklinde de olabilmektedir. Bu tür gönüllü uygulamaların Washington'da ev-işyeri yolculuk düzeylerini %7, San Francisco'da ise %6 oranında azalttığı tahmin edilmektedir (OECD, 2002). Yapılan bireysel maliyetleri belirlemeye yönelik çalışmalarda gönüllü programların ulaşım maliyetlerini yaklaşık %50 oranlarda azaldığı tespit edilmiştir (Schreffler, 1998).

Sonuç ve Öneriler

Trafik tıkanıklığı, bir yandan araç kullanıcılarının daha maliyetli biçimde seyahat etmelerine neden olurken, diğer yandan ekolojik ve sosyal sorunların da ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Tıkanıklığın önlenmesine yönelik uygulanan politikalar çerçevesinde düzenleyici araçların önemli bir yeri vardır. Bu araçlar doğrudan kamu müdahalesi prensibine göre çalışmakta ve sahip oldukları avantajlardan dolayı birbirlerini tamamlayıcı nitelik taşımaktadırlar. Bu noktada aşağıda sıralanan öneriler söz konusu araçların tıkanıklığı azaltma yönündeki etkilerini artıracaktır:

—Ulaşım ile ilgili yapılan planlamalarda öncelikle kentin sahip olduğu ekonomik, sosyal ve demografik özellikleri dikkate alınmalı ve ulaşımaya ayrılacak alan bu unsurlara göre tespit edilmelidir.

—Yol ile ilgili bilgiler gerçek zamanlı olarak sürücülere ulaştırılmalıdır. Bu durum tıkanık olan yollardaki trafik yoğunluğunu azaltacak ve diğer yollara kaydırabilecektir.

—Fiziki ulaşımaya alternatif olabilecek uygulamalar teşvik edilmelidir. Çünkü bu tür uygulamaların özellikle ev-işyeri seyahat düzeyini azaltmada önemli potansiyel faydaları mevcuttur.

—Toplu taşıma hizmetleri daha yaygın ve daha modern bir hale getirilmelidir. Ancak bu yapılırken toplu taşıma hizmetlerine olan talep göz ardı edilmemelidir. Aksi takdirde kaynak israfı söz konusu olabilmektedir.

—Trafik tıkanıklığının önemli bir kentsel sorun olduğu ve bu sorunun çözülmesinde sadece devletin önlemler almasının yeterli olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla ulaşım ile ilgili sorumlu kuruluşlar ile sivil toplum örgütleri arasında işbirliği sağlanmalı ve trafik sorunlarına karşı kamuoyu oluşturulmalıdır. Bu durum uygulanacak politikaların etkinlik düzeylerini artıracaktır.

—Düzenleyici araçların etkinliği birbirleriyle koordineli biçimde çalışmalarına bağlı olduğundan kentiçi ulaşımındaki mevcut çok başlılık mümkün olduğu kadar azaltılmalı ve kentiçi ulaşım tek merkezli bir yapıya kavuşturulmalıdır.

Kaynaklar

Acutt, M. Z. and Dodgson, J. S.(1997) Controlling The Environmental Impacts of Transport: Matching Instruments. Transportation Research Part: D, Vol.2, No.1, pp. 17-33.

Amáarach Consulting (1999) Telecommuting: The Shortest Route to Work, study commissioned by Dublin Transportation Office, Government Publications, Postal Trade Section, Dublin.

APA (1993) The Transportation/Land Use Connection. American Planning Association (APA) Report. No: 448/449, Chicago.

Bagley, M., Mannering, J.S. Mokhtarian P.L (1994) Telecommuting Centers and Related Concepts: A Review of Practice, University of California, Institute of Transportation Studies, Report No: UCD-ITS-RR-94-03.

Button K. (1993) Transport, the Environment and Economic Policy, Edward Elgar, USA.

Downs, A. (1992) Stuck in Traffic: Coping With Peak-Hour Traffic Congestion, Brookings Institute.

Ferreri, M.G. (1992) Comparative Costs, Public Transportation In G.E. Gray and L.A. Hoel (Eds.) , Second Edition, Prentice Hall.

Gillespie, A., Richardson R and Cornford J (1995), Review of Telework in Britain: Implications for Public Policy, Centre for Urban and Regional Development Studies Report, University of Newcastle upon Tyne.

Giuliano, G, Levin D. W., and Teal R. F. (1990) Impact of High Occupancy Vehicle Lanes on Carpooling Behaviour, Transportation, Vol.17, pp. 159-177.

INFRAS and IWW (2000) External Costs of Transport (accident, environmental and congestion costs) in Western Europe. INFRAS Consulting Group for Policy Analysis and Implementation, IWW, University of Karlsruhe, Zürich.

Kenworthy, J. R. and Laube F. B. (1999) An International Sourcebook of Automobile Dependence in Cities 1960-1990, University Press of Colorado, Boulder, Colorado.

Kuzmyak, J.R. and E.N. Schreffler (1993) Implementing Effective Travel Demand Management Measures: Inventory of Measures and Synthesis of Experience, USDOT Report, No. DOT-T-94-02.

Lehto, M. and Himanen V. (1998) Effects of Telematics on Trips, START (Development of strategies designed to avoid the need to travel) Working paper, VIT.

Long, R. (2000) HOV Lanes in California: Are They Achieving Their Goals? Report from the Legislative Analyst's Office to the California State Legislature, California.

Mokhtarian, P. L. (1990), A Typology of Relationships between Telecommunications and Transportation, Transportation Research A, Vol. 24, No. 3, pp. 231-242.

OECD (2002) Road Travel Demand: Meeting The Challenge, OECD, Paris, France.

Pratt, R. H., Texas Transportation Institute, Cambridge Systematics, Parsons Brinckerhoff Quade and Douglas, SG Associates, McCollom Management Consultants (2000) Traveller Response to Transportation System Changes: Interim Handbook, (TCRB) Transit Cooperative Research Program.

Regus Business Centres (1998) The Real Cost of Business Travel. The CIPS Videoconferencing Report.

Schneider, F., Nordmann, A. and Hinterberger, F.(2002) Road Traffic Congestion: The Extend of The Problem. World Transport Policy & Practice, Vol. 8, No. 1, pp. 34-41.

Schreffler, E. N. (1998), Overview of TDM in the United States: What Makes for Successful TDM Programs? Association for Commuter Transport Annual Conference, London.

Stopher, P. R. (2004) Reducing Road Congestion: A Reality Check. Transport Policy, Vol. 11, 2004, pp. 117-131.

Syrett, K (2000) İngiltere'de Özelleştirme: Siyasal ve Hukuksal Temelleri, İngiltere'de Özelleştirme Semineri, Ankara Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, Ankara.

UK DOE/DOT (1993), Reducing Transport Emissions through Planning, Department of the Environment, Department of Transport, ECOTEC Research and Consulting Ltd., London.

US Department of Transportation, (1998), Intelligent Transportation Systems (ITS) Deployment Planning Study, US Department of Transportation, Washington, DC.

Washington State Department of Transportation (1999), 1999 CTR Task Force Report to the Washington State Legislature, Washington State Commute Trip Reduction Program, Washington.

Zhang A., Boardman, A.E., Gillen, D. and Yuen, A. (2005) Towards Estimating the Social and Environmental Costs of Transportation in Canada, Centre for Transportation Studies, Canada.

Türkiye’de Deniz Taşımacılığı Analizi Ve Kabotaj Taşımacılığı Üzerine Tespitler

Yalçın Ünsan

İ.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri
Fakültesi. 34469 Maslak/İstanbul
Tel: (212) 285 6409
E-posta:unsany@itu.edu.tr

Mustafa İnsel

İ.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri
Fakültesi. 34469 Maslak/İstanbul
Tel: (212) 285 6512
E-posta:insel@itu.edu.tr

İsmail Hakkı Helvacıoğlu

İ.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi. 34469 Maslak/İstanbul
Tel: (212) 285 6512 E-posta:ismailh@itu.edu.tr

Öz

Bu çalışmada öncelikle genel olarak Türkiye’deki mal ticaretinin deniz ticareti ile ilişkisi incelenmiştir. Ayrıca bu taşımaların içeriği detaylandırılmıştır. Daha sonra genel olarak Türk deniz taşımacılığının dünya üzerindeki yeri ve ayrıntısı incelenmiştir. Bahsedilen taşımaları yapan Türk deniz ticaret filusunun gemi tip, tonaj, adet vs. olarak değişimleri ayrıntılı olarak tahlil edilmiştir.

Türkiye’de yapılan ticari taşımaların çok büyük bölümü denizyolu taşımacılığı ile yapılmaktadır. Ayrıca son on senelik gelişmeler incelendiğinde denizyolu taşımacılığında azalma, karayolu ve demiryolu taşımacılığında bir artış eğilimi görülmektedir. Bu tahlillerin ışığında Türk Deniz Ticaret Filosu’nun analizi yapılmıştır.

“Üç tarafı denizlerle çevrili ve 8.333 km uzunluğunda sahile sahip olan ülkemizde en ucuz ve güvenli yol olan denizyolu ulaşımı olması gerektiği biçimde gelişmemiş tersine karayolu taşımacılığı gelişerek beraberinde kazalardan kaynaklanan maddi-manevi kayıplar ve çevre kirliliği gibi faktörleri getirmiştir.” Bu görüş uzun senelerden beri ortaya atılan ve ülkemizin gereği gibi denizden yararlanmadığı tespitinin sadece bir tanesi olup, buna benzer onlarca görüş bulunmaktadır. Ancak unutulmamalıdır ki Türkiye bir yarım ada olup körfez veya iç deniz avantajlarına Marmara Denizi dışında sahip değildir. Bu yazıda kabotaj taşımacılığının bütün parametrelerine gerçekçi fakat yüzeysel bir bakış yapılacaktır. AB uyum çalışmaları, hızlı karayolu yapımları, uçak taşımacılığındaki ucuzlamalar kabotaj taşımacılığının üzerindeki kötü etki yaratmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Kabotaj taşımacılığı, Gemi, Deniz ulaşımı.

Giriş

Genel olarak Türkiye'deki mal ticaretinin deniz ticareti ile ilişkisi incelenmiştir. Ayrıca bu taşımaların içeriği detaylandırılmıştır. Daha sonra genel olarak Türk deniz taşımacılığının dünya üzerindeki yeri ve ayrıntısı incelenmiştir. Bahsedilen taşımaları yapan Türk deniz ticaret filosunun gemi tip, tonaj, adet vs. olarak değişimleri ayrıntılı olarak tahlil edilmiştir.

Gerek sanayi ham maddesini oluşturan yükleri bir seferde büyük miktarlarda taşıma özelliği, gerekse taşıma maliyetinin demiryoluna göre 3.5, karayoluna göre 7 ve havayoluna göre 22 kat daha ucuz olması (UAPS, 2005) denizyolu taşımacılığının öneminin belirgin bir göstergesidir. Yük ve yolcu taşımacılığının hızlı, güvenli, konforlu ve ekonomik olması yanında, çevreyi en az kirletmesi, yolcu-km ve ton-km başına tükettiği enerjinin en az olması, bakım onarım kolaylığı ve yatırım maliyeti ulaştırma türlerinin tercihinde özenle dikkate alınması gereken hususlardır.

Genel Olarak Türk Deniz Taşımaları

Türkiye'de yapılan ticari taşımaların % 86'lık bölümü denizyolu taşımacılığı ile yapılmaktadır. Ayrıca son on senelik gelişmeler incelendiğinde (Tablo 1.) denizyolu taşımacılığında azalma, karayolu ve demiryolu taşımacılığında bir artış eğilimi görülmektedir.

Tablo 1. Yıllar itibariyle Türkiye'nin dış ticaret taşımaları (%).

Yıl	Denizyolu	Demiryolu	Karayolu	Havayolu	Diğer
1995	91.1	0.8	7.7	0.2	0.2
1996	84.8	0.3	11.4	0.8	2.7
1997	85.5	0.3	12.5	0.4	1.3
1998	88.1	0.6	9.1	0.3	2.0
1999	88.9	0.5	8.7	0.2	1.8
2000	88.6	0.5	8.6	0.2	2.1
2001	87.0	0.6	10.6	0.2	1.6
2002	87.3	0.7	9.7	0.2	2.1
2003	87.6	0.8	10.5	0.1	1.0
2004	87.4	1.2	10.3	0.1	1.0
2005	86.0	1.2	11.9	0.2	0.7

Kaynak : DTO 2006

Bazı yük türlerinin taşımalarının incelemesini yapmak konunun aydınlatılması açısından faydalı olacaktır.

2005 Yılı konteyner taşımaları Tablo 2'de sunulmuştur.

Türk kabotaj taşımacılığı incelendiğinde katı yük olarak 5.364.379 ton, sıvı yük olarak ise 8.873.926 ton yük taşındığı görülmektedir.

Tablo 2. 2005 Yılı TCDD Limanları Konteyner Elleçlemesi (TEU).

YILLAR	Y Ü K L E M E				B O Ş A L T M A				TOPLAM	
	20		40		20		40		ADET	TEU
	DOLU	BOŞ	DOLU	BOŞ	DOLU	BOŞ	DOLU	BOŞ		
HAYDARPAŞA										
2001	26.838	6.754	35.635	4.058	30.121	4.771	25.359	12.978	146.514	224.544
2002	24.290	11.381	32.278	6.113	36.826	2.657	28.868	7.485	149.898	224.642
2003	27.334	10.916	30.442	9.045	37.026	3.915	37.276	5.875	161.829	244.467
2004	26.952	19.146	33.810	19.824	49.461	2.293	52.865	3.066	207.417	316.982
2005	31.785	21.380	36.165	19.786	56.422	2.726	53.928	4.279	226.471	340.629
MERSİN										
2001	36.889	4.619	38.970	9.175	26.512	19.778	38.275	14.858	189.076	290.354
2002	46.681	6.278	45.564	15.851	33.659	21.494	54.437	12.052	236.016	363.920
2003	62.213	7.836	55.865	24.588	39.592	30.958	67.176	15.627	303.855	467.111
2004	68.862	3.515	66.053	28.365	39.676	33.074	85.409	14.109	339.063	532.999
2005	79.936	5.470	67.712	38.775	50.868	35.729	94.295	11.361	384.146	596.289
İSKENDERUN										
2001	1	0	0	0	9	0	9	1	20	30
2002	0	0	0	0	6	0	12	1	19	32
2003	1.036	0	0	0	593	0	58	0	1.687	1.745
2004	138	0	16	0	207	0	115	0	476	607
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SAMSUN										
2001	11	0	0	107	50	0	564	0	732	1.403
2002	0	0	78	23	34	0	69	0	204	374
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
İZMİR										
2001	101.409	4.573	70.728	3.176	24.498	72.693	32.242	37.956	347.275	491.377
2002	114.177	4.962	85.855	3.476	32.997	74.469	40.497	43.475	399.908	573.211
2003	130.341	4.625	104.417	4.728	38.577	92.790	51.983	56.103	483.564	700.795
2004	147.126	12.099	112.933	8.901	53.966	104.640	66.816	54.716	561.197	804.563
2005	152.624	3.358	111.466	8.605	49.861	104.216	66.759	50.329	547.218	784.377
DERİNCE										
2001	3	61	6	52	199	22	143	0	486	687
2002	225	21	34	4	120	0	100	1	505	644
2003	253	30	432	52	392	7	140	3	1.309	1.936
2004	207	3	296	65	161	0	187	24	937	1.509
2005	71	0	89	0	123	0	88	1	372	550
BANDIRMA										
2001	137	356	27	35	342	77	37	0	1.011	1.110
2002	0	0	0	2	0	0	0	0	2	4
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	9	0	0	0	9	0	18	36
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOPLAM										
2001	165.288	16.363	145.366	16.603	81.731	97.341	96.629	65.793	685.114	1.009.505
2002	185.373	22.642	163.809	25.469	103.642	98.620	123.983	63.014	786.552	1.162.827
2003	221.177	23.407	191.156	38.413	116.180	127.670	156.633	77.608	952.244	1.416.054
2004	243.279	34.763	213.117	57.155	143.471	140.007	205.401	71.915	1.109.108	1.656.696
2005	264.416	30.208	215.432	67.166	157.274	142.671	215.070	65.970	1.158.207	1.721.845

Kaynak : DTO 2006

Haydarpaşa limanında bir önceki yıla oranla TEU bazında % 7,5 artış, Mersin limanında bir önceki yıla oranla TEU bazında % 11,9 artış, İzmir limanında bir önceki yıla oranla TEU bazında % 2,5 azalış, Derince limanında bir önceki yıla oranla TEU bazında % 63,5 azalış olmuştur. İskenderun, Samsun ve Bandırma limanlarında 2005 yılında konteyner elleçlemesi sıfır olarak görülmektedir. Türk kabotaj taşımacılığı incelendiğinde katı yük olarak 5.364.379 ton, sıvı yük olarak ise 8.873.926 ton yük

taşıdığı görülmektedir. Sıvı yük taşımacılığının kuru yük taşımacılığından % 65 fazla olduğu Tablo 3'den görülmektedir.

Tablo 3. Kabotajda en fazla taşınan yükler.

Katı yükler	Yükün miktarı (ton)	Sıvı yükler	Yükün miktarı (ton)
KÖMÜR	964.133	MOTORİN	3.351.163
DÖKME ÇİMENTO	948.374	FUEL OIL	2.033.457
CURUF	414.450	JET YAKITI VE BENZERİ	1.033.510
RULO SAÇ	355.637	BENZİN	866.872
DEMİR CEVHERİ	299.595	HAM PETROL	485.625
MERMER	242.433	KALYAK	322.750
İNŞAAT DEMİRİ	231.200	NAFTA	242.000
KUM	225.720	MAKİNA YAĞI	102.227
KÜTÜK DEMİR	201.755	SÜLFİRİK ASİT	82.702
TOPRAK	153.080	LPG (SIVI. PETROL GAZI)	76.130
GÜBRE	150.978	GAZ YAĞI	49.643
PIRİT	137.939	SANAYİ MAMÜLLERİ	47.500
MOZAİK	123.320	KİMYA SAN. MAM.(C4,ACN ,PX)	36.782
BAKIR CEVHERİ	103.835	ASFALT	31.600
DİĞER	811.930	DİĞER	111.966
TOPLAM	5.364.379	TOPLAM	8.873.926

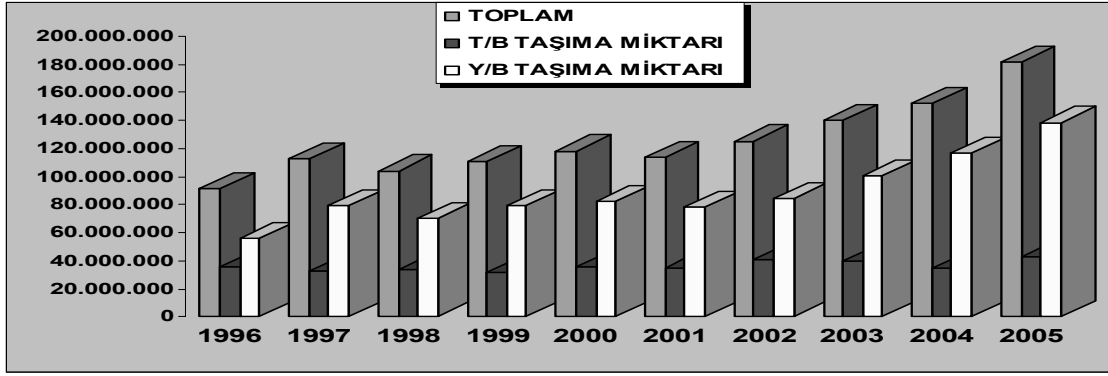
Kaynak : DTO 2006

Kabotaj taşımacılığında çalışan gemiler sadece bu taşımacılığı yaptığı takdirde büyük oranda zarar etmektedirler. Bu durumun ana sebebi taşınan yük miktarının gemileri kar ettirecek sürekliliğe, miktara ve sabit bir sürekliliğe sahip olmamasıdır. Bu sebeple bu gemilerin ithalat ve ihracat taşımalarının da incelenmesi gerekmektedir. Kabotaj taşımacılığı yapan gemilerin seyir bölgesi kuzey Karadeniz kıyılarından, kuzey doğu Afrika kıyılarına kadardır. 2005 Denizyolu dış ticaret taşımacılığında Türk bayraklı gemilerimizin bu taşımalarından aldığı pay % 23,7'dir. Türk Bayraklı gemiler 1996-2005 döneminde dış ticaret yükleri taşımalarında ortalama % 29,57 oranında pay almışlardır. 1996 daki Türk bayraklı taşıma miktarının 10 yıl içinde % 39 dan % 23 mertebesine düşmesi önemli bir değişim olup nedenlerinin ayrıca irdelenmesi gerekir. Denizyolu Türk bayraklı taşımaların gelişimi Tablo 4 de grafiği ise Şekil 1'de sunulmuştur.

Tablo 4. Denizyolu Türk bayraklı taşımaların gelişimi (ton; 1996-2005).

Yıllar	Toplam	İhracat	İthalat	t/b Taşıma miktarı	t/b %	y/b %
1996	91.680.312	18.846.074	72.834.074	36.057.963	39,3	60,7
1997	112.373.431	37.009.695	75.363.736	32.935.901	29,3	70,7
1998	104.076.233	24.773.274	79.302.959	33.856.861	32,5	67,5
1999	110.901.420	32.923.267	77.978.153	31.792.427	28,7	71,3
2000	118.248.056	32.291.101	85.956.955	36.082.371	30,5	69,5
2001	113.414.358	40.633.756	72.780.602	35.196.754	31,0	69,0
2002	125.244.852	39.065.012	86.179.840	41.178.590	32,9	67,1
2003	140.150.438	41.476.801	98.673.637	39.745.043	24,8	75,2
2004	151.755.314	47.058.194	104.697.120	34.918.160	23,0	77,0
2005	181.584.894	54.509.720	127.075.174	43.068.271	23,7	76,3

Kaynak : DTO 2006



Kaynak : DTO 2006

Şekil 1. Türk ve yabancı bayraklı gemilerin taşıma payları.

Yukarıda belirtildiği gibi, kabotaj taşımacılığı yapan gemilerin kar edebilmeleri için, Türkiye'ye yakın kıyısı bulunan ülkelere de (Ukrayna'dan Mısır'a kadar) taşıma faaliyetlerinde bulunmaları kaçınılmazdır. Bu nedenle Türkiye'nin 2005 yılı dış ticaret taşımaları belli yük cinslerine göre miktar (ton) olarak, Tablo 5'de sunulmuştur. 54.5 milyon ton olarak gerçekleşen 2005 yılı denizyolu ihracatımızın en büyük kalemleri Demir-Çelik Ürünleri % 17,7 , Petrol Ürünleri % 11,0 ve Çimento % 8,2 127.0 milyon ton olarak gerçekleşen 2005 yılı denizyolu ithalatımızın ise en büyük kalemleri Ham Petrol ve Ürünleri % 25 , Kömür % 14,9 ve Hurda Demir/Demir Cevheri % 14 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 5. Denizyolu ithalat ve ihracatımızın başlıca yüklere göre dağılımı.

İhraç edilen ürünler	ton	İthal edilen ürünler	Miktar (ton)
Demir Çelik Ürünleri ve Borular	9.683.183	Ham Petrol ve Ürünleri	31.814.157
Petrol Ürünleri	5.987.903	Kömür	18.971.183
Çimento	4.472.097	Hurda Demir/Demir Cevheri	17.789.804
Feldispat	3.759.403	LPG/LNG	7.151.884
Klinker	2.881.780	Rulo Saç	6.968.849
Hububat	1.052.341	Kütük Demir	1.892.923
Mermer	947.115	Kimya Sanayi ürünleri	1.878.946
Narenciye	894.782	Saç	1.659.232
Rulo Saç	823.338	Tomruk	1.610.326
Cüruf	491.545	Gübre	1.586.859
Alçı-Alçıtaşı	452.872	Soya Fasulyesi	1.326.155
Diğer	23.063.361	Diğer	34.424.856
TOPLAM	54.509.720	Toplam	127.075.174

Kaynak : DTO 2006

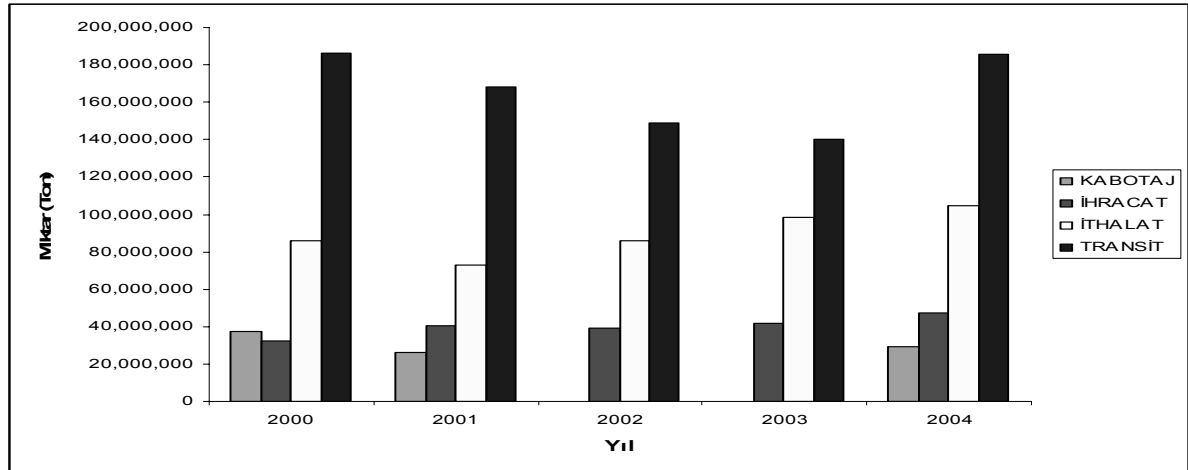
Türk limanlarında yapılan yükleme – boşaltma faaliyetlerinin ayrıntısını Tablo 6'dan görmek mümkündür. Şekil 2'den de görülebileceği üzere Kabotaj, İhracat ve transit de belirgin bir değişim gözlenirse de ithalat taşımacılığı son zamanlarda artış eğilimi göstermektedir.

Tablo 6. Türk limanlarında yapılan yükleme – boşaltma faaliyetleri (ton).

Taşıma Türü		2000	2001	2002*	2003*	2004
Kabotaj	YÜKLEME	16.480.210	13.647.620	-	-	14.539.714
	BOŞALTMA	20.847.595	12.633.778	-	-	14.678.638
	TOPLAM	37.327.805	26.281.398	-	-	29.218.352
İhracat	TC GEMİSİ	8.516.593	10.022.452	10.081.667	9.798.081	8.465.427
	YAB GEMİ	23.774.508	30.611.304	28.983.345	31.678.720	38.592.767
	TOPLAM	32.291.101	40.633.756	39.065.012	41.476.801	47.058.194
İthalat	TC GEMİSİ	27.565.778	25.174.302	31.096.923	29.946.962	26.452.733
	YAB GEMİ	58.391.177	47.606.300	55.082.917	68.726.675	78.244.387
	TOPLAM	85.956.955	72.780.602	86.179.840	98.673.637	104.697.120
Transit	YÜKLEME	30.761.285	28.718.044	23.435.730	-	4.826.449
	BOŞALTMA	8.721	5.700	-	-	-
	TOPLAM	30.770.006	28.723.744	23.435.730	-	4.826.449
TOPLAM	YÜKLEME	79.532.596	82.999.420	62.500.742	41.476.801	66.424.357
	BOŞALTMA	106.813.271	85.420.080	86.179.840	98.673.637	119.375.758
	TOPLAM	186.345.867	168.419.500	148.680.582	140.150.438	185.800.115

* 2002 ve 2003 kabotaj taşımacılığı ve transit taşımacılık verilerine ulaşlamamaktadır.

Kaynak: DTO 2005



Kaynak: DTO 2005

Şekil 2. Türk limanlarında yapılan yükleme – boşaltma faaliyetleri.

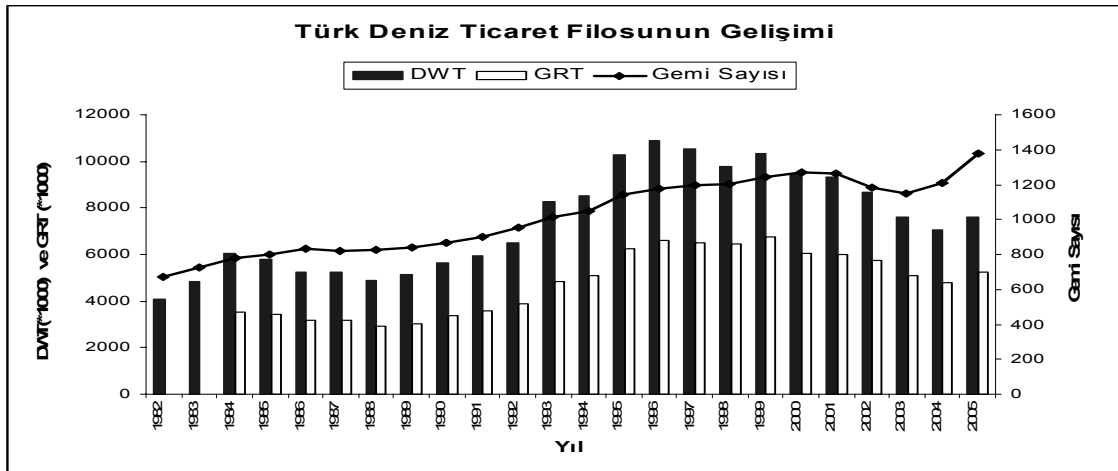
Türk Ticaret Filosu

Türk deniz ticaret filosunun 1980-2005 dönemine ilişkin gemi adedi, DWT ve GT değerleri ile bunlara ait değişim yüzdeleri Tablo 7.'de sunulmuştur. 1996 yılında 10.893.000 DWT olan filomuz, 2005 yılı sonunda 7.603.000 DWT'a düşmüştür.

Tablo 7. Türk deniz ticaret filosunun gelişimi
(gemi adedi, DWT ve GT değerleri ile bunlara ait değişim yüzdeleri.)

Yıllar	Gemi sayısı	DWT (1000)	Değişim (%)	Grt (1000)	Değişim (%)	Dünya Sıra
1980	-	2.032	-	-	-	35
1981	-	2.696	32,7	-	-	34
1982	675	4.105	52,3	2.440	-	32
1983	726	4.855	18,3	2.890	18,4	27
1984	780	6.051	24,6	3.509	21,4	25
1985	802	5.802	-4,1	3.445	-1,8	24
1986	835	5.234	-9,8	3.182	-7,6	24
1987	821	5.240	0,1	3.172	-0,3	25
1988	830	4.911	-6,3	2.943	-7,2	24
1989	839	5.123	4,3	3.048	3,6	28
1990	868	5.639	10,1	3.356	10,1	28
1991	899	5.968	5,8	3.575	6,5	23
1992	954	6.503	9,0	3.887	8,7	22
1993	1.012	8.255	26,9	4.843	24,6	23
1994	1.050	8.545	3,5	5.093	5,2	19
1995	1.143	10.310	20,7	6.239	22,5	17
1996	1.179	10.893	5,7	6.622	6,1	16
1997	1.197	10.563	-3,0	6.525	-1,5	17
1998	1.204	9.760	-7,6	6.463	-1,0	17
1999	1.242	10.322	5,8	6.778	4,9	18
2000	1.270	9.489	-8,1	6.044	-10,8	18
2001	1.261	9.307	-1,9	6.002	-0,7	20
2002	1.185	8.666	-6,9	5.736	-4,4	19
2003	1.152	7.627	-12	5.113	-10,9	20
2004	1.209	7.055	-7,5	4.772	-6,7	23
2005	1.379	7.603	7,8	5.229	-9,6	24

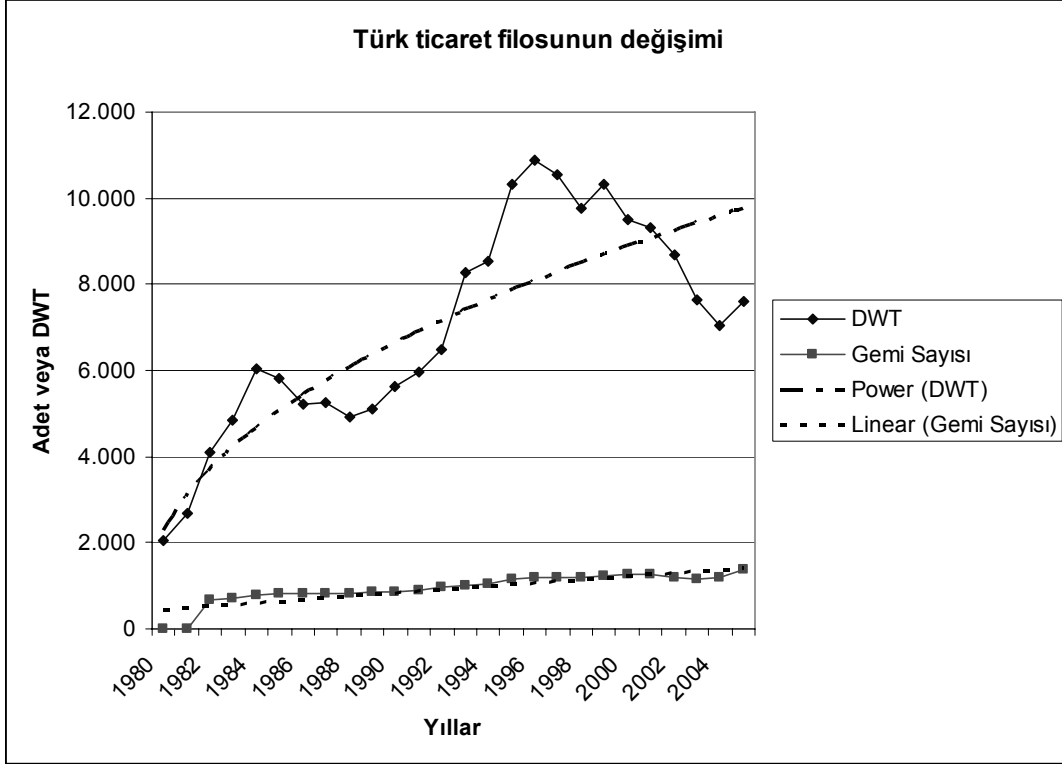
Kaynak : DTO 2006



Kaynak: DTO 2006.

Şekil 3. DWT ve GT değerlerinin yıllara göre değişimleri.

Filomuzun 1980-2005 dönemine ilişkin DWT ve GT değişimleri, Şekil 3'de görülmektedir. Filomuz bu dönemde 1996 yılına kadar gelişmekte olup, 1996-2005 yıllarında ise bir gerileme eğilimindedir. 2005 Yılında tekrar toparlanma belirtileri vermektedir. Filomuzun 1980-2005 dönemine ilişkin DWT ve GT değişimleri ile ilgili trend Şekil 4'de sunulmuştur. Türk ticaret filosunun; gemi adedi, DWT ve GT yönünden kamu ve özel sektör dağılımları Tablo 8 ile verilmektedir.



Kaynak: TÜRKTERMAP-2007

Şekil 4. Türk ticaret filosunun değişimi ve DWT ve adet olarak yıllara göre trend.

Tablo 8. Türk ticaret filosunun kamu ve özel sektör dağılımları.

	Gemi Adedi - Yüzdesi	DWT - Yüzdesi	GT - Yüzdesi
KAMU SEKTÖRÜ	233 - % 20,2	251.803 - % 3,3	276.845 - % 5,4
ÖZEL SEKTÖR	918 - % 79,8	7.371.315 - % 96,7	4.837.708 - % 94,6
TOPLAM	1.151 - % 100	7.623.118 - % 100	5.114.553 - % 100

Kaynak: DTO 2004

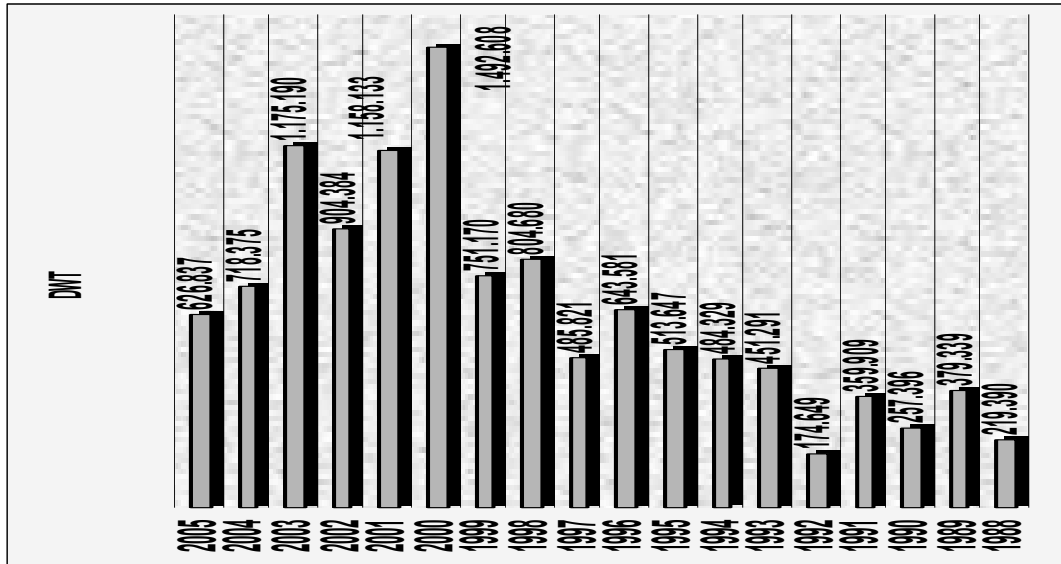
Deniz ticaret filomuz 2005 yıl sonu itibariyle 1.379 adet gemisi ile 7.603.290 DWT'dur. Sayısal çoğunluğun ulusal sicilde (Sicil 1) olmasına rağmen, büyük DWT'lu gemiler uluslararası sicile (Sicil 2) kayıtlıdır. Sayısal olarak % 51'i Sicil 1'e, % 49'u Sicil 2'ye ve DWT olarak ise % 11'i Sicil 1'e, % 89'u Sicil 2'ye kayıtlıdır. 1998- 2005 Yıllarındaki filo kayıplarına bakıldığında 2000 yılına kadar bir yükseliş, 2000 yılından sonra ise bir düşüş trendi görülmektedir. Bunun sebebi; dünya ticaretindeki gelişmeye paralel olarak gemi ihtiyacının artması ve buna bağlı olarak navlun fiyatlarının da

artmasıdır. Bu sebeple normalde sökülmesi gereken gemilerin tamir edilip kullanılmaya çalışılması Tablo 9'daki ve Şekil 5 deki tabloyu ortaya çıkartmaktadır. Son senelerdeki filo kaybının en önemli nedenlerinden biri de Türk ticaret filusunun kara listeye alınmış olmasıdır. Son zamanlarda bu durum tersine dönse de bir çok gemi zorluklarla karşılaşmamak için bayrak değiştirme yolunu seçmişlerdir.

Tablo 9. 1988-2005 Yıllarında filo kayıpları.

YILLAR	TOPLAM TONAJ (1000 DWT)	FİLODAN AYRILAN GEMİ SAYISI	FİLODAN AYRILAN DWT	TOPLAM FİLODAN AYRILMA ORANI %
1988	4.911	15	219.390	4,5
1989	5.123	27	379.339	7,4
1990	5.639	25	257.396	4,6
1991	5.968	17	359.909	6,0
1992	6.503	13	174.649	2,8
1993	8.255	15	451.291	5,5
1994	8.545	17	484.329	5,7
1995	10.310	11	513.647	4,9
1996	10.893	30	643.581	5,9
1997	10.563	27	485.821	4,6
1998	9.760	24	804.680	8,2
1999	10.322	29	751.170	7,3
2000	9.489	40	1.492.608	15,7
2001	9.307	44	1.158.133	12,4
2002	8.665	44	904.384	10,4
2003	7.626	38	1.175.190	15,4
2004	7.054	65	718.375	10,2
2005	7.603,2	66	626.837	8,2

Kaynak : DTO 2006



Kaynak: GİSBİR 2006

Şekil 5. 1988-2005 Yıllarında filo kayıpları.

Ağustos 2004 tarihi itibariyle Türklere ait yabancı bayrak taşıyan gemiler incelendiğinde DWT ve yaş durumuna göre Tablo 10'daki durum ortaya çıkmaktadır. Türklere ait yabancı bayrak taşıyan gemiler tablosunda, 0-4 ve 5-9 yaş aralığında gemi sayısında büyük oransal artış olmuştur. Oysa gemilerin sıfır yaş veya çok genç yaşlarda alındığı dikkate alınırsa ve aynı dönemde Türk Gemi Sicili Yasası ve emsal bazı ciddi

tedbirlerin de hayata geçirilmiş olmaları hakikati hatırlanırsa, söz konusu gelişmenin Türk Denizciliğinin durumu ile ilgili bazı gerçekleri açıklamakta kullanılabileceği düşünülebilir.

Dünya deniz ticaret filosundaki gemilerimizin yaklaşık dörtte birini oluşturan yabancı bayrak altındaki gemilerimize yakın bir tonajın da yurt dışında Türk Armatörler tarafından inşa ettirildiğini dikkate almamız gerekir.

Tablo 10. Türklere ait yabancı bayrak taşıyan gemiler.

DWT Aralığı	Yaş 20+	Yaş 15-19	Yaş 10-14	Yaş 5-9	Yaş 0-4	Toplam
0-9999	39	8	2	10	18	77
10000-19999	12	3	2	6	1	24
20000-29999	2	3	-	1	-	6
40000-49999	1	-	-	1	3	5
50000-59999	-	-	-	-	1	1
60000-69999	1	-	-	-	-	1
70000-79999	-	-	1	-	-	1
110000-119999	-	-	-	-	2	2
130000-139999	1	-	-	-	-	1
150000-159999	1	-	-	-	-	1
160000-169999	1	-	-	-	-	1
Toplam	58	14	5	18	25	120

Kaynak: GİSBİR 2006

Kabotaj Taşımacılığı Üzerine Tespitler

Avrupa Birliği'nin Tam Üyelik Yolunda Kabotaj Taşımacılığı

Ülkeler yerli ekonomilerinin gelişmesi, yerli üretimlerinin desteklenmesi, ilgili sektörlerin desteklenmesi amacıyla çeşitli konularda ayrıcalık ve korumacılık uygulamaları yapmışlardır. Kabotaj hakkı da bu tür ayrıcalıklardan bir tanesidir. Günümüzde değişen ekonomik koşullar ve benimsenen eğilimler bu tür ayrıcalıkları ortadan kaldırmaktadır. Bilindiği gibi Türkiye AB'ye tam üye olduğunda kabotaj tekeli sona erdirmek durumunda kalacaktır. Bu bağlamda adaylık sürecinde yapılması gereken çalışmalar VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı'nın sekizinci bölümü 1487. maddesinde; kabotaj konusunda gerekli yönlendirmelerin yapılması, Türkiye içinde yük ve yolcu taşımacılığında % 97 ile en çok payı alan karayolundaki yüklerden özellikle denizyolu taşımacılığına konu olan yüklerin deniz yoluna kaydırılması konusunda gerekli çalışmaların yapılması, bunun sağlanması için de kabotaj taşımacılığı yapan yük ve yolcu gemilerine liman hizmetleri ve yakıt konusunda destek verilmesi için gerekli önlemlerin alınması ve olası AB rekabetine hazırlıklı olmak için koster filosunun güçlendirilmesi olarak önerilmektedir. Ülkemiz açısından bakıldığında; AB ülkeleriyle entegrasyon için, özellikle demiryolu ve denizyolu taşımacılığı kapsamında hazırlıklar yapılarak ilgili sektörlerin desteklenmesi yönünde gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.

Avrupa Birliği'nin ulaştırma sistemlerinde izlediği politika kararlarındaki taşımacılık oranını azaltarak diğer ulaştırma sistemlerini geliştirmeye yöneliktir. Türk kara

sularındaki denizyolu yük taşımacılığı oranının Avrupa Birliği düzeyine gelmesi için Avrupa Birliği'nde 10 yıl boyunca gerçekleşen % 17'lik gelişme hızının ülkemizde de her yıl gerçekleştirilmesi gerektiği düşünülürse; günümüzde % 3'lük bir paya sahip olan denizyoluyla yapılan kabotaj yük taşımacılığı **2015 yılında %14'lük** bir paya sahip olması hedeflenmelidir.

Kabotaj Taşımacılığı İçin Genel Nitelikli Durum Tespiti ve Öneriler

Dış ticaret taşımalarında Türk Bayraklı gemilerin gittikçe azalan taşıma payı arttırılmaya yönelik olarak Türk Armatörleri ile taşıma yapmayı teşvik edici önlemler alınabilir.

2006 yılı verilerine göre Türk şirketler tarafından işletilen deniz ticaret filosunun global filodaki payının %1 olduğu ve aynı payın korunması halinde filonun 2026 yılında 15 milyon DWT düzeyine gelebileceği söylenebilir. Ancak, projeksiyonlar çerçevesinde minimum ve maksimum sınırlar 11 milyon DWT ile 19,5 milyon DWT'tir. Bu projeksiyon sadece global olarak ortalama beklentiler ve bugünkü Türk filosu payına göredir. Türk deniz taşımacılık filosunun %2'lik paylara daha önceden ulaştığını da dikkate alırsak; ortalamada 30 milyon DWT; minimumda 22 milyon ve maksimumda 40 milyon DWT öngörülebilir. Türk bayraklı gemi payının tahmini ise tamamen firma tercihleri, hükümet tercihleri ve finansal önceliklere bağımlı kalmaktadır. Ticari gemi filosunun arttırılması için yeni gemi inşası teşvik edilerek geliştirilmesi gerekir.

2007 yılı itibariyle 300 kadar kosterin kısa zaman içinde hurdaya çıkması kaçınılmazdır (DTO, 2006). Dolayısıyla bir yenileme gerekecektir. Öte yandan, dökme yük filosu hem 20 yaş üzeri hem de teknolojik olarak yetersiz durumdadır. Bu filonun da yeni tip gemiler ile yenilenmesi gerekir. Tonajı daha büyük ancak belki sayısı az olabilecek gemi yapımı ve/veya alımı ile filo büyümesi söz konusu olacaktır.

Türk tersanelerinin bir kısmının sahibi aynı zamanda armatördür. Bu tersane sahipleri dünyada olmayan bir mali sistemle gemi inşa etmektedir. Bu tersane sahipleri; inşa ettikleri gemiyi piyasanın talep ettiği gemi büyüklüğü ve çeşidi arasından seçip, iyi müşteri bulurlarsa satmakta, bulamazlarsa kendi filolarına katmaktadır. Bu tersaneler mali açıdan güçlü tersaneler olup diğer tersaneler siparişlerinin belli aşamalarında hak edişlerini alıp sipariş gemiyi bitirmektedir. Özellikle armatörler gemi yaptırırken kredi kullanmaktadır. Türkiye'nin kabotaj taşımacılığında ihtiyaç duyduğu gemi tipi 3000-8000 DWT arasında olup 12-20 milyon US\$ civarında maliyete sahiptirler. Bu civarda bir kredinin verilmesi Türkiye'deki bankaları zorlamaktadır. (Güvenlik ve geri dönüş açısından)

Denizyolu yolcu ve yük taşıma istatistikleri, taşıma mesafelerini dikkate alarak yolcuxkm ve tonxkm olarak tutulmalıdır. Böylece taşımaların türler arasındaki mukayese ve dağılımı gerçekçi yüzdelerle belirlenebilir.

İç su yolları ile taşımacılık desteklenmelidir. Ülkemizde Van gölü ve Keban gibi baraj göllerimizde küçük boyutlu taşımacılık teşvik edilmelidir.

Kabotaj Kanunu gereği Türkiye'nin liman ve iskeleleri arasında Türk Bayraklı gemilerle yapılan yurtiçi yük taşımaları uzun kıyı şeridimize karşın genelde çok düşük oranda olup 2003 yılında %3,63 düzeyindedir. AB Giriş sürecinde olan ülkemiz ileriki

yıllarda 815 sayılı Kabotaj Kanunu'nu yürürlükten kaldırmak zorunda kalacaktır. Böylece insanların ve malların serbest dolaşımı kapsamında yabancı bayraklı gemilerin Türk Limanları arasında yük ve yolcu taşıması engellenemeyecektir. Bu nedenle şimdiden planlı ve düzenli bir çalışmayla filoyu canlandırarak faaliyetler başlatılmalıdır. ÖTV ve benzeri destekleri veren hükümetin olumlu yaklaşımları yanında deniz ticaret filomuzun %97'sini elinde bulunduran özel sektörün bu konuyu çözümlenecek ciddi girişimlerde bulunarak ileride karşılaşılabilecek zor günlerin önlemlerini almalıdır. Kamu ve özel sektör armatörlerimizin Türk ve Yabancı Bayrak altında çalışan kruvaziyer tipi gemisi yok denecek kadar azdır. Ülkemiz coğrafi konumu, doğası, iklim koşulları, tarihi ve kültürel zenginlikleriyle kruvaziyer turizm için ideal bir ülkedir. Bu nedenle deniz ticaret filomuzun tamamına yakını elinde bulunduran özel sektör armatörleri bu alana yatırım yapmalı ve desteklenmelidir.

Kabotaj Taşımacılığı İçin Küçük Ölçekli Örnek Durum Tespiti ve Öneriler

Karadeniz Transit Yolu'nun çok yakında tümüyle hizmete girmesinden kaynaklanan bir kabotaj taşımacılığı kaybı vardır. Yakın zamana kadar Karadeniz bölgesindeki yolların kötülüğü nedeniyle yüksek potansiyeli olan kabotaj taşımacılığı, bölgedeki ekonomik durgunluk nedeniyle bu zamana kadar tam anlamıyla kullanılamamış ve bu günden itibaren de Karadeniz Transit Yolu'nun açılması sebebiyle kullanılması zorlaşmıştır. Karadeniz kıyılarında kabotaj taşımacılığını artırıcı önlemler alınmalıdır.

Demir çelik üretiminde, özellikle Erdemir ve İsdemir'de önemli kapasite artırımları kabotaj taşımacılığı anlamında dikkate alınmalıdır. Erdemir Ağustos 2006 da 500.000 ton kapasiteli gemi inşa sanayine yönelik haddehanesini üretime sokmakla beraber bu kapasite taleple birlikte kısa zamanda 1.000.000 tona çıkacaktır. İsdemir 2.000.000 ton olan kapasitesini 2007 de 7.000.000 tona, 2010 da 10.000.000 tona, 2015 de ise 14.000.000 tona çıkarma planları vardır. (Kaynak Erdemir planlama, temmuz,2006). İsdemir kapasitesini 7 kat arttırarak önemli bir üretim üssü olacağını göstermektedir. Erdemir slabdan elde edilen kazancın artması için yerli ürün kullanılması gerekliliği üzerine başlangıçta 1.000.000 ton olmak üzere artarak İsdemir'den slab alımı yapılacaktır. İsdemir'in 2008 de sıcak haddehanesi açıldıktan sonra bile Erdemir'e slab akışı artarak devam edecektir. Bu durum milyon tonluk kabotaj taşımalarının olacağını, ancak Türk gemi filosunun hazır olmadığını göstermektedir.

Gemi ile taşınan yüklerin elleçlenmesi probleminin çözümü tamamen ihmal edildiğinden limanlarımızın ya kapasite problemi, ya da yük elleçleme makine parkının eskiliği veya yetersizliği ortaya çıkmaktadır. Yeni liman yapımında Devlet Planlama Teşkilatı çok önemli 3 liman projesi üzerinde çalışmalar sürdürmektedir. Orta Anadolu'ya yönelik Filyos Limanı, İstanbul'u rahatlatacak Adapazarı Karasu Limanı ve İzmir'i rahatlatacak İzmir Limanı genişletme projeleri. 2006 sonunda yapılan saha ziyaretlerinde görülmüştür ki Karadeniz'de İskeleler Limanlardan daha fazla çalışmaktadır. Örneğin özelleştirilen Giresun Limanı'nın ortalama aylık gemi kalkış sayısı 3'ü geçmemektedir. Bu durumun ana nedeni bölgenin ekonomik faaliyetlerinin çok kısıtlı olmasıdır. Bölgenin en çok çalışan limanlarından biri olan Trabzon Limanı'nın durumu bile çok iyi sayılmaz.

Marmara denizi çevresinde bir çok petrol firması depolama tesisi barındırmaktadır. Bu depolar sürekli kabotaj anlamında dolup boşalmaktadır. Ayrıca yine Marmara Denizi çevresinde bir çok firmanın binlerce silindirik kara tankı değişik kimyasal maddelerle

dolup boşalmaktadır. Bu taşımaların büyük kısmı tankerler ile yapılmaktadır. Marmara Denizi'nde yapılan bu sıvı yük taşımacılığında en çok talep edilen gemi tipi 1.500 DWT veya 2500 DWT büyüklüğündedir. Her ürün tipi için firmalar 1.000 tonluk kapasite talep etmektedir. Firmalar aynı anda genellikle en fazla iki ürün için talepte bulduklarından bu gemi kapasitesi ortaya çıkmaktadır.

Doğalgazın gelmediği veya gelmesi ekonomik bulunmadığı doğu bölgelerine akaryakıt şirketleri ürün taşımaları için Karadeniz kıyılarını daha yoğun olarak kullanmaya başlamışlardır. Bunun anlamı sıvı yük açısından daha yoğun bir kabotaj taşımaları kullanılacağıdır.

Kaynaklar

DPT, 2001, VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Gemi İnşa Özel İhtisas Komisyonu raporu, Devlet Planlama Teşkilatı.

Deniz sektörü Raporu (DTO), 2006 ,İstanbul

Deniz sektörü Raporu (DTO), 2005 ,İstanbul

Deniz sektörü Raporu (DTO), 2004 ,İstanbul

Kabotaj Taşımacılığı Saha Etüt Çalışması, 2006, Ankara

Shipbuilding Industry in :Turkey & Annual Report (GİBİR), 2004, İstanbul

Shipbuilding Industry in :Turkey & Annual Report (GİBİR), 2005, İstanbul

Shipbuilding Industry in :Turkey & Annual Report (GİBİR), 2006, İstanbul

TÜRKTERMAP AR I, 2007 , Türkiye Tersaneleri Master Planı, Ara Rapor I ,2007, TLV, İstanbul

Ulaştırma Ana Planı Stratejisi (UAPS), 2005,İstanbul.

Uluslararası Karayolu Eşya Taşımacılığında Risk Yönetimi

Metin Çancı

Okan Üniversitesi Akfırat Beldesi, Formula 1 Yanı, Tuzla / İSTANBUL

Tel: (0216) 677 16 30

Faks: (0216) 677 16 47

E-posta : metin.canci@okan.edu.tr

Şule Atalay

Yıldız Teknik Üniversitesi Barbaros Bulvarı Yıldız Beşiktaş/ İSTANBUL

Tel: (0555) 665 32 45

Faks: (0212) 245 98 91

E-posta: atalaysule@yahoo.com

Öz

Karayolu eşya taşımacılığı Türkiye'nin iç ve dış ticaretinde önemli yer tutmaktadır. Dış ticaret değerinin üçte birinin gerçekleştiği karayolu eşya taşımacılığında tehlike ve tehditler pazar payı kaybı, prestij kaybı, zaman kaybı ve yüksek maliyetler oluşturabilmektedir. Bu tehdit ve tehlikelerden doğacak risklerin etkin risk yönetimi ile kontrol altına alınarak ve yönetilerek uluslararası karayolu eşya taşımacılığı sektöründe muhtemel kayıpları en aza indirmek ve fırsatları en iyi şekilde değerlendirmek gerçekleştirilebilir.

Uluslararası karayolu eşya taşımacılığında ileriye yönelik belirsizliklerden ötürü tehlike ve tehditlerin doğurduğu risklerin belirlenmesi, analiz edilip kontrol altına alınması, etkin bir risk yönetiminin oluşturulmasını; risk oluşturacak etmenlerin belirlenmesi, bu etmenlerin değerlendirilip analiz edilmesi ve bertaraf edilmesi ile ilgili olarak uygulamalara bilimsel yaklaşılmasını sağlayabilecek görüşlerin ortaya atılması bu çalışmanın kapsamını oluşturmuştur.

Risk yönetimi ve karayolu taşımacılığı ile ilgili olarak bilimsel çalışmaları araştırılmış, sektör ile bağlantılar kurularak tehdit ve tehlikelerin doğurduğu riskler belirlenerek özgün bir risk yönetiminin ortaya konulmuştur.

Uluslararası karayolu eşya taşımacılığında risk oluşturabilecek faktörlerin başında siyasal ve yasal faktörler gelmektedir. Taşıma araçları, yükleme –boşaltma, güzergâh, sürücüler ve taşınan eşyadan kaynaklanan risklerde önemlidir.

Bu çalışmada karayolu eşya taşımacılığının uluslararası ölçekte ve standartlarda gerçekleştirilmesinde tehlikelerin neler olduğunu ortaya koymak, bunların doğurduğu risklerin kontrol altına alınması için bu sektörde faaliyet gösteren işletmelere önerilerde bulunmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Risk, risk yönetimi, karayolu eşya taşımacılığı, karayolu eşya taşımacılığında risk ve uluslararası karayolu eşya taşımacılığında risk yönetimi.

Giriş

Türkiye dış ticaretinin önemli bir kısmı karayolu ile gerçekleştirilmektedir. Karayolu eşya taşımacılığında; hem sektörü hem Türkiye dış ticaretini olumsuz etkileyebilecek, zaman kaybı, prestij kaybı, pazar payı kaybı gibi kayıpların yanı sıra yüksek ve ek maliyetler oluşturabilecek olası tehdit ve tehlikelerin oluşma olasılığı birer risk oluşturmaktadır. Bu riskler; arz ve talep etkileşimindeki destek hizmetler, taşıma talebi, güzergâh veya alternatif yollar, sınırlar, ara geçiş noktaları, araçlar, kurallar, yasal düzenlemelerden, ülkelerdeki yol, trafik ve denetim farklılıklarından kaynaklanabilir veya bu noktalarda ortaya çıkabilmektedir.

Uluslararası karayolu eşya taşımacılığında belirsizliklerden kaynaklanan tehlike ve tehditlerin doğurduğu risklerin belirlenmesi, analiz edilerek kontrol altına alınması hem uluslararası karayolu eşya taşımacılığı hizmeti sunan lojistik sektörüne, hem üretim ve ticaret sektörünün sürdürülebilirliğine katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmada Türkiye dış ticareti için önemli olan, bununla birlikte değişik faktörlerden ötürü birçok belirsizliği ve riski içinde barındıran uluslararası karayolu eşya taşımacılığında risk yönetimi incelenerek etkin risk yönetimi için önerilerde bulunulmuştur.

Risk ve Uluslararası Karayolu Eşya Taşımacılığında Risk Faktörleri

Risk; amaçları gerçekleştirmede olumsuz bir etkiye sahip olan, gerçekleşmesi muhtemel belirsiz bir olay olarak tanımlanmaktadır (Simon, 1999). Diğer bir tanıma göre risk beklentileri karşılamayabilen bir sürecin sonuçlanma, kayıp, hasar, dezavantaj ve yıkım olasılığıdır [1].

Tehlike ile eş anlamlı ve ileride ortaya çıkması beklenen ama meydana gelip gelmeyeceği kesin olarak bilinmeyen olaylar için kullanılan risk gelecekle ilgili bir kavramdır. Çünkü gelecek belirsizlik ifade etmektedir. Belirsizliklerin hedefe giden yolda tehlike ile etkileşim düzeyi riski belirler.

Yaygın ve ortak risk tanımları riskin iki esas bileşeni ortaya çıkarmaktadır. Bu bileşenler riskin meydana gelmesine ilişkin belirsizlik ve miktarıdır (Hallikas ve diğerleri, 2004).

Risk, genellikle tam ve net olarak bilinemez ya da öngörülemez (belirsizlik). Belirsizlik kesinlik ve hassasiyetle bir şey belirtmedeki yetersizliktir. Esas olarak belirsizliğe sebep olan dört kaynaktan bahsedilebilir. Bunlar: tamamlanmamış bilgi, bilgi kaynakları arasındaki anlaşmazlık, değişkenlik ve dil yapısından kaynaklanan kesinsizlik [2].

İdeal olarak muhtemel istenmeyen olayları belirlemek gerekir. Bu istenmeyen olayları önlemek eğer bu olaylar kaçınılmaz ise olumsuz sonuçları en aza indirmek için planlar yapılabilir. Risk, yönetilebilir bir olgudur. Bu yüzden riskleri kontrol etmek ve anlamak için risk yönetimi teknikleri kullanılır (Pfleeger, 2000).

Risk asla tamamıyla giderilemez. Yapılması gereken bütün riskleri gidermeye çalışmak yerine riski yönetmeye çalışmaktır. Etkili risk yönetimi objektif olarak risk

elementlerinin nicelendirilme, nitelendirilme ve kabul edilebilir seviyeye indirgeme ile yapılabilir[3].

Pfeeger'e göre riskler iki tip olabilmektedir. Bunlar istemli ve istemsiz risklerdir. İstemsiz riskler için ozan tabakasındaki delikten kaynaklanan kanser riski gibi riskler örnek verilebilir. İstemli riskler ise yeni bir proje de tecrübesiz kişilerin kullanılması gibi risklerdir.

Wideman (1992) ise risk beş gruba ayırmaktadır:

- Dış, öngörülemeyen ve kontrol edilemeyen riskler,
- Dış, öngörülen ve kontrol edilemeyen riskler,
- İç, teknik olamayan ve kontrol edilebilen riskler,
- İç, teknik ve kontrol edilebilen riskler,
- Yasal ve kontrol edilebilen riskler.

Couillard'a ve Shtub ve diğerlerine göre risk olayları ise üç grupta incelenebilir. Bunlar; teknik performansla bağlantılı riskler, bütçeyle bağlantılı riskler ve çizelgeyle bağlantılı riskler.

Karayolu Eşya Taşımacılığı ve Riskleri

Karayolu eşya taşımacılığı; ücret karşılığında eşyanın bir yerden diğer bir yere taşınmasını karayolu ile bağlayan ve taşımacı ve gönderici arasında bir sözleşme yapılmasını gerektiren bir taşıma şekli olarak tanımlanmaktadır. Karayolu taşıma sistemleri; teknoloji, şebekeler (ağlar), modüller (uluslararası ve yerel kurallar ve düzenlemeler), bilgi ve iletişim, lojistik ve hizmet anlayış ve uygulamalarından meydana gelmektedir (Çancı, 2003).

Aktarmasız olarak kapıdan kapıya taşımaya imkân sağlaması, yükleme ve boşaltmanın dışında eşyanın taşıma aralarında elleçlenmemesi, havayolu, denizyolu, demiryolu ve boru hattı gibi diğer taşıma modlarına göre daha az yatırım maliyeti gerektirmesi gibi özelliklerinden dolayı karayolu eşya taşımacılığı diğer taşıma sistemlerine göre daha avantajlı ve tercih edilir konumdadır (Çancı, 2003).

Karayolu eşya taşımacılığı diğer taşıma modlarına göre birçok üstünlüğü bünyesinde barındırmakla birlikte birçok riskleri de mevcuttur.

Karayolu eşya taşımacılığında birçok yasal düzenleme, kısıtlama ve yönetmelikler mevcuttur. Trafik kazalarının engellenmesi, sürücü çalışma saatlerinin düzenlenmesi, çevre ve gürültü kirliliğinin önlenmesi, emisyon değerlerinin düzenlenmesi gibi pek çok alanda karayolu taşımacılığı için yasal mevzuatlar farklılık arz etmektedir.

Eşya ve yük taşıma aracının tipi, uygunluğu, üretim yılı, teknolojik donanımı, taşınacak eşyaya ve yüke uygunluğu, yasalarca tespit edilen özelliklere haiz olup olmaması taşınan eşya ve taşıma güvenliği için önemlidir.

Karayolu eşya taşımacılığında sürücü gizli, üzerinde durulmayan fakat son derece önemli olan, taşıma süreci üzerinde doğrudan etki eden bir faktördür. Sürücülerden taşıma güvenliğini tehdit edebilecek ve risk doğuracak birçok durum ihtimal dâhilindedir.

Karayolu eşya taşımacılığında taşıt ve sürücü çizelgelemesi, araç rotalaması taşımacılığın istenilen ve planlanan şekilde tamamlanmasını sağlar. Araçların çizelgelenmesinde karayolu ağının erişilebilirliği, yol ve denetim özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Karayolu ile taşınan eşyanın ekonomik, fiziksel ve kimyasal özellikleri de karayolu taşımacılığında risk oluşturmaktadır.

Uluslararası Karayolu Eşya Taşımacılığında Risklerin Sınıflandırılması

Türkiye dış ticaretinin tonaj olarak 2005 yılı verilerine göre % 11,8, değer olarak % 31,8'lik kısmı karayolu ile taşınmaktadır. Yıllara göre değişimi incelendiğinde Türkiye dış ticaretinde karayolu taşımacılığının önemli bir yeri bulunduğu görülmektedir.

Uluslararası karayolu eşya taşımacılığı karayolu taşımacılığının üstünlüklerinden ötürü çok tercih edilen bir taşıma modu olmasına karşın farklı sebeplerden kaynaklanan birçok risk taşımaktadır. Uluslararası karayolu eşya taşımacılığının barındırdığı riskleri belirlerken birçok faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Bu faktörlerin başında ülkelerin siyasi durumları gelmektedir. Özellikle karayolu eşya taşımacılığında ülkelerdeki siyasi belirsizlikler, iç savaş, kargaşa, grev, lokavt taşımacılara, gönderici ve alıcılara zaman, maliyet ve müşteri kaybı gibi riskleri doğuracak tehditleri içinde barındırabilmektedir. Örneğin 1990'lı yıllarda eski Yugoslav Cumhuriyetlerinin dağılması Türkiye'nin Avrupa'ya açılan iki önemli güzergahından biri olan 10 numaralı koridorun kapanmasına, alternatif olan 4 numaralı koridorun kullanılmasına ağırlık verilmesine sebep olmuştur. 4 numaralı koridorun yoğun olarak kullanılması geçiş ücreti ve geçiş sayıları üzerinde kısıtlamalar gibi tehlikeler doğurmuştur. Güncel olarak da Irak'ta yaşanan siyasi belirsizlikler taşınan eşya, araç ve sürücülerin güvenliklerini tehdit ederek risk doğurmaktadır.

Uluslararası karayolu eşya taşımacılığındaki riskleri genel bir gruplandırma içerisinde şöyle sıralayabiliriz:

- Siyasal ve hukuki faktörlerden kaynaklanan riskler,
- Taşıma araçları ve standizasyon risklerinden kaynaklanan riskler,
- Sürücü faktöründen kaynaklanan riskler,
- Taşınan eşya türünden kaynaklanan riskler,
- Uluslararası karayolu ağının erişim, yol, trafik ve denetim faktörlerinden kaynaklanan riskler,
 - Taşıt ve sürücü çizelgelemesinden kaynaklanan riskler,
 - Araç rotalamadan kaynaklanan riskler.

Uluslararası karayolu eşya taşımacılığında varış ülkesine ulaşana kadar birçok ülke üzerinden transit olarak geçmek gerekmektedir. Bu durum taşımanın çıkış ülkesi ve varış ülkesi haricinde de birçok ülkenin yasal mevzuatı çerçevesinde gerçekleşmesini gerekli kılmaktadır. Ülkeler arasındaki mevzuat farklılıkları, siyasi ve bürokratik farklılıklar, vize ve geçiş izni gibi yükümlülükler uluslararası karayolu taşımacılığı üzerinde doğrudan ve çoğunlukla olumsuz riskler doğurmaktadır. Ayrıca taşıma esnasında dolan süresi dolan vize, iptal edilen veya geçerliliğini yitiren geçiş belgeleri de taşıma güvenliğini etkileyen tehditler ve risk doğurabilmektedir.

Tablo 1 uluslararası karayolu taşımacılığında oluşabilecek riskleri, bu risklerin kaynaklarını ve faktörlerini göstermektedir.

Tablo 1 Uluslararası karayolu eşya taşımada karşılaşılabilecek risk faktörleri ve bunların doğurduğu riskler.

Faktör	Risk Kaynakları	Doğurduğu Riskler
Siyasal ve Hukuki Faktörler	<ul style="list-style-type: none"> Farklı ülkeler Farklı taşıma mevzuatları Vize, geçiş izni Farklı bürokratik yapı Farklı çalışma kanunları 	<ul style="list-style-type: none"> Zaman kaybı Ek maliyet Sınır beklemeleri
Taşıma Araçları ve Standardizasyon	<ul style="list-style-type: none"> Taşıma araç ve gereçlerindeki farklılıklar Çekiciler arasındaki farklılıklar Standardizasyon eksiklikleri 	<ul style="list-style-type: none"> Eşyanın zarar görmesi Taşıma araçlarında uyumsuzluk Taşıma güvenliğinin zarar görmesi
Sürücü Faktörleri	<ul style="list-style-type: none"> Alternatif yol ve güzergah seçme Mola, dinlenme ve bekleme karar verme Taşıma sürecinde eşyayı bekleme 	<ul style="list-style-type: none"> Zaman kaybı Ek maliyet Eşyanın zarar görmesi
Taşınan Eşya Türü	<ul style="list-style-type: none"> Sarsıntı İstifleme Tehlikeli madde Bozunma 	<ul style="list-style-type: none"> Maddi kayıp
Araç Rotalama	<ul style="list-style-type: none"> Yol seçimi Araç sayısı 	<ul style="list-style-type: none"> Süre kaybı Geç teslimat Maddi kayıp Prestij kaybı
Taşıt ve Sürücü Çizelgeleme	<ul style="list-style-type: none"> Sürücü atama Taşıt atama 	<ul style="list-style-type: none"> Ek maliyet Taşıtın boş kalması Sürücü beklemeleri
Uluslararası Karayolu Ağının Özellikleri	<ul style="list-style-type: none"> Erişilebilirlik Yol durumu Seyir özellikleri Denetim özellikleri Trafik durumu 	<ul style="list-style-type: none"> Süre kaybı Maddi kayıp

Eşya taşımada kullanılan araçlar, gereçler, çekiciler, taşıma kaplarının kendi aralarında farklılıklar taşıması, standardizasyon düzeyinin yakalanmasını güçleştirmektedir. Bu durum taşınan eşya üzerinde maddi ve manevi kayıp tehlikesini tetiklemektedir. Taşıma araçları arasında standardizasyonlarının sağlanamaması eşyanın ambalajlanması, istiflenmesi ve taşınmasında teknik olumsuzluklar doğurabilmektedir. Bu olumsuzluklar hem eşyanın hem de taşımanın güvenliğini tehlikeye sokmaktadır.

Sürücüler çoğunlukla alternatif yol ve güzergâh arasındaki kararı doğrudan vermektedirler. Güzergâh seçimi, yol durumu taşıma güvenliğine doğrudan etki eden faktörlerdir. Ayrıca sürücü taşıma süreci boyunca eşyaya eşlik etmektedir. Bu durum sürücünün eşya ve taşıma üzerinde diğer taşıma modlarına göre daha etkili olduğunu göstermektedir.

Taşınan eşyanın türü, taşıma esnasında yüklerin birbirine çarpması, sarsıntı ve istifleme gibi faktörlerden ötürü ürünlerde ezilme, kırılma, deformasyon gibi etkilenme riskleri olabilmektedir (Çancı, 2003). Ayrıca tehlikeli maddelerin taşınması yangın, patlama, aşındırma ve zehirlenme gibi riskleri de içermektedir.

Araçları rotalama, en uygun maliyette en kısa yolu kullanarak taşımanın gerçekleşmesi açısından önemlidir. Bu durumda araçların rotalarında oluşabilecek herhangi bir aksama taşıma güvenliğini olumsuz etkileyerek zaman ve para kaybına sebebiyet verebilecektir. Araçların ve sürücülerin çizelgelemesi mevcut filo ve işgücünü en verimli şekilde kullanabilme fırsatı oluşturmaktadır. Araç ve sürücü çizelgelerinde oluşabilecek aksaklık, eksiklik veya uygulamada doğabilecek sıkıntılar taşımacılığı olumsuz etkileme potansiyeline sahiptirler.

Ayrıca uluslararası karayolu ağı, sahip olduğu erişim, yol, trafik, seyir ve denetim gibi özellikler ile de eşya taşımacılığının tamamı üzerinde doğrudan etkiye sahiptir.

Uluslararası Karayolu Eşya Taşımacılığında Risk Yönetimi

Son kırk yıldır bireysel, ortaklık ve ekonomi seviyesinde bütün olarak risk yönetimi alanında büyük gelişmeler olmuştur (Hunter ve Smith, 2002).

Uluslararası karayolu eşya taşımacılığında karşılaşılan risklerin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve en aza indirilmesi çalışmaları risk yönetimini oluşturmaktadır. Etkin risk yönetimi için yapılması gerekenlerin başında sistem kaynaklarını etkileyebilecek belirsiz olayların belirlenmesi, denetlenmesi, yok edilmesi ya da en aza indirgenmesi gelmelidir.

Risk yönetimi hızlı kararlar ve faaliyetlerle sürekli olarak risklerin belirlendiği, hangi risklerin öncelikle çözümlenmesi gerektiğinin değerlendirildiği, risklerle başa çıkmak için stratejiler ve planların geliştirilerek uygulandığı bir sistemattir. Belirsizlikleri ve belirsizliğin yaratacağı olumsuz etkileri daha kabul edilebilir düzeye indirmeyi hedefleyen bir disiplindir. Risklerin probleme ya da tehlikeye dönüşmeden belirlenmesini ve en aza indirgenmesi, faaliyetlerinin planlanması ve yürütülmesini kapsar. Risk yönetiminin temel hedefi, karar verme mekanizmaları için riskleri görünür ve ölçülebilir hale getirmek, subjektifliği azaltmaktır.

Risk Yönetiminin amacı uygun çözümler geliştirebilmek, riskleri engellemek, azaltmak veya transfer edebilmek için riskin belirlemek ve değerlendirmektir (Link ve Marxt, 2003). Başarılı sonuçların elde edilmesi için risk yönetimi zorlu bir süreç olarak algılanmamaktadır. Bu sürecin iyi bir şekilde yönetimi tehlike ve belirsizlikleri azaltacağı gibi, ayrıca sektörde rekabeti de olumlu yönde geliştirmektedir. (Morgan, 2006).

Risk faktörleri her zaman işletme stratejilerini geliştirme aşamasında dikkate alınır. Bu yüzden risk yönetimi stratejik seviyede değerlendirilir. Riskle hareket etmek, riskle birlikte yaşamak ve risk yönetiminin sorumluluğu risk stratejisi ile belirlenir. Riskten kaçınmak, riski azaltmak, riski başkalarının sorumluluğuna nakletmek ve riski kabul

etmek ve radikal bir şekilde üstesinden gelmeye çalışmak risk stratejisinin bazı tercihleridir (Karaman ve Duymaz, 2006).

Risk yönetimi faaliyetleri riskin değerlendirilmesini ve kontrol edilmesinden oluşur. Risk değerlendirme özel olaylar kümesinin oluşma ihtimalini ve/veya bu olayların potansiyel sonuçlarını tahmin etme çalışmalarını kapsamaktadır. Risk değerlendirme üç faaliyetten oluşur. Bunlar; risklerin belirlenmesi, risklerin analiz edilmesi ve her bir riske önceliklerin atanmasıdır. Riskleri belirlemek için birçok değişik tekniklerden faydalanılır (Pfleeger, 2000).

Risk analizinde var olan değerlerin dikkate alınarak her değer için tehditler ve riskler belirlenir. Değerler, tehdit ve karşı önlemler ve matematiksel metotlarla risk ölçeği bulunur. Yaygın olarak kullanılan iki risk analiz yöntemi vardır. Nicel risk analizinde risk ölçeği, tehdidin olma ihtimali, tehdidin etkisi gibi değerlere sayısal değerler verilirken nitel risk analizi ise risk ölçeğini ifade ederken nümerik değil de tanımlayıcı ifadelerin kullanılmasıdır [4].

Risk kontrolü; risk indirgeme, risk planlama ve risk çözümünden oluşur. Risk kontrolü uygulama safhasında gerçekleştirilir ve risk yönetiminin son prosesidir (Zwikael, 2006). Risk indirgeme işlevsellik veya performans için gereklilikleri değiştirerek riski önlemek, diğer sistemlere tahsis ederek veya riskin gerçekleşmesi halinde finansal kaybı kapatmak için sigorta alarak risk transfer etmek, projenin kaynaklarıyla birlikte kontrol ederek ve kabul ederek riski üstlenmek olarak üç strateji vardır (Pfleeger, 2000).

Risk yönetiminin amaçları şu şekilde özetlenmiştir (Schulte, 2005):

- İşin/işletmenin kontrolü ve şeffaflığı ile birlikte yasal, kültürel, ekonomik ve teknik standartlara uyma hazırlığı, şartı,
- Uygun zamanda ve sistematik olarak gerçekleşen bulunması, belirlenmesi,
- İşletme içi şeffaflığın geliştirilmesi ve tüm çalışanlarda risk bilincinin artırılması,
- İşletme amaçları ve potansiyel sorumluluklardan yöneticilerin kaçınmasını engelleme.

Ayrıca risk yönetimi uygun varsayımlar ve parametreler içinde maruz kalılabilecek riskleri yöneterek risk ayarlı getiriye en üst seviyeye ulaştırmaktır (TBB Çalışma Grubu, 2006).

Uluslararası Karayolu Eşya Taşımacılığında Risk Analizi ve Risk Yönetimi

Uluslararası taşımacılık faaliyetlerinde karayolu taşımacılığı kilit rol oynamaktadır. Karayolu taşımacılığının diğer taşıma türleriyle birlikte, özellikle de taşımanın başlangıç ve teslimat aşamalarında kullanılabilmesi karayolu taşımacılığını stratejik hale getirmektedir (Çancı, 2003). Türkiye karayolu araç kapasitesinin büyüklüğü bakımından bölgesinde lider konumda olmasına rağmen etkin bir risk yönetimi gerçekleştirilemediği için mevcut kapasiteyi verimli bir şekilde kullanamamaktadır.

Risk yönetimini etkin bir şekilde gerçekleştirmek riski önleyecek ve azaltacaktır. Riski önleyerek, sınırlandırarak veya sebep oldukları zararı en aza indirgeyerek maliyeti etkilemektedir.

Ülkelerde yaşanan siyasi belirsizliklerden kaynaklanan tehditler karayolu eşya taşımacılığında önemli riskler doğurmaktadır. 90'lı yıllarda yaşanan Yugoslavya'nın dağılması süreci Türkiye'nin AB ülkelerine açılan kapıları olan 4 ve 10 numaralı koridorların tehdit etmiştir. Bu durumun oluşturduğu riskleri elimine etmek için alternatif güzergah geliştirilerek İstanbul-Trieste arasında Ro-Ro seferleri başlatılmıştır. Aynı şekilde Irak'a yönelik taşımalarda oluşacak riskleri giderebilmek için Irak'taki belirsizlikleri azaltacak çeşitli uygulamalara gidilmektedir.

Uluslararası karayolu eşya taşımacılığında siyasal ve hukuki mevzuatların farklılıkları, taşıma araçlarının standardizasyonları ve farklılıkları, sürücü, taşınan eşyanın türü, uluslararası karayolu ağının özellikleri, rotalama ve taşıtların ve sürücülerin çizelgelenmesi gibi oldukça değişik faktörlerden kaynaklanan maddi kayıp, prestij kaybı, zaman kaybı, ek maliyet, beklemler ve eşyanın zarar görmesi gibi riskler doğurmaktadır.

Bu riskler kaynaklandıkları tehdit ve tehlikelere göre derecelendirilmelidir. Zaman kaybı ve maddi kayıpların yanın sıra prestij kaybı ve pazar payı kaybı da dolaylı olarak maddi kayıp doğuracağı için karayolu eşya taşımacılığı sektörünü olumsuz etkileyebilmektedir.

Bu risklerin her birine öncelik atanması risk kaynaklarının hangilerinin öncelikli olarak kontrol altına alınması gerektiğini göstermektedir. Uluslararası karayolu eşya taşımacılığındaki riskler analiz edildiğinde bu risklerin eş önceliklere sahip olduğu görülmektedir. Fakat bu risklerin kontrol süreleri alınacak önlemlerin özelliklerine göre değişik süreler gösterebilmektedir.

Uluslararası karayolu eşya taşımacılığında oluşacak risklerin kontrol altına alınmasında riskin indirgenmesi, risk yönetiminin planlanması ve riskin çözümü yapılması gerekmektedir. Bu aşamada risklerin kaynaklandığı faktörler için önlemler alınarak risklerin çözümü gereklidir.

Uluslararası karayolu eşya taşımacılığında yasal mevzuat farklılıklarının giderilebilmesi için ortak geçiş rejimlerinin geliştirilmesi, ikili antlaşmaların yapılması, geçiş belgelerinin alınması ve düzenlenmesinde, vizelerde uyumlaştırılmaları ve uzlaşmalara gidilmesi gerekmektedir.

Taşıma araçlarında standardizasyonlara gidilmesi, taşıtların ve taşıma kaplarının uyumlaştırılması, ayrıca taşıma araçlarının modernizasyonu taşınan eşyanın türünü, istiflenme şeklini, sarsıntı ya da saklama koşullarının iyileştirilmesi taşıma güvenliğini sağlayacaktır.

Araçların rotalanması, taşıtların ve sürücülerin çizelgeleri yol seçimi, alternatif güzergâhların tayini, sürücülerin taşıtlara atanması, çalışma saatlerinin belirlenmesi gibi etmenler üzerindeki çalışmalar birçok riskin oluşmasını engelleyecektir. Etkili bir risk yönetiminin başarıyla uygulanması bilgi sahibi ve donanımlı çalışanların olmasına bağlıdır

Uluslararası karayolu eşya taşımacılığında taşımayı doğrudan etkileyen ve önemli risk faktörlerinden biri de uluslararası karayolu ağının trafik, yol, seyir özellikleridir. Ülkeler

arası karayolu ağının özelliklerinin uyumlaştırılması gerekmektedir. Böylelikle bir ülkeden başka bir ülkeye olan taşımalarda yol durumundan kaynaklanan aksaklıkların doğurduğu riskler ortadan kaldırılabilir.

Sonuç

Türkiye dış ticaretinde önemli bir yere sahip olan karayolu eşya taşımacılığında; hem ülkeyi hem sektörü hem de Türkiye dış ticaretini olumsuz etkileyebilecek, zaman kaybı, prestij kaybı, pazar payı kaybı gibi kayıpların yanı sıra yüksek ve ek maliyetler oluşturabilecek olası tehdit ve tehlikeler birer risk oluşturmaktadır.

Riskin olumsuz sonuçları olan istenmeyen bir olay olduğu göz önünde bulundurulduğunda Türk karayolu araç kapasitesinin büyüklüğü bakımından bölgesinde lider konumda olmasına rağmen etkin bir risk yönetimi gerçekleştirilemediği için mevcut kapasiteyi verimli bir şekilde kullanamamakta olduğu fark edilmektedir.

Uluslararası karayolu eşya taşımacılığının barındırdığı riskleri belirlerken birçok faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Trafik kazalarının engellenmesi, sürücü çalışma saatlerinin düzenlenmesi, çevre ve gürültü kirliliğinin önlenmesi, emisyon değerlerinin düzenlenmesi gibi pek çok alanda yasal düzenleme, kısıtlama ve yönetmelikler mevcuttur.

Uluslararası karayolu eşya taşımacılığında siyasal ve hukuki mevzuatların farklılıkların yanı sıra taşıma araçlarının standardizasyonları ve farklılıkları, sürücü, taşınan eşyanın türü, uluslararası karayolu ağının özellikleri, rotalama ve taşıtların ve sürücülerin çizelgelenmesi gibi oldukça değişik faktörlerden kaynaklanan maddi kayıp, prestij kaybı, zaman kaybı, ek maliyet, beklemler ve eşyanın zarar görmesi gibi riskler doğurmaktadır.

Sistem kaynaklarını etkileyebilecek belirsiz olayların belirlenmesi, denetlenmesi, yok edilmesi ya da en aza indirgenmesi yani riskin yönetilmesi kapsamında uluslararası karayolu eşya taşımacılığındaki riskler analiz edildiğinde bu risklerin eş önceliklere sahip olduğu görülmektedir. Fakat bu risklerin kontrol süreleri alınacak önlemlerin özelliklerine göre değişik süreler gösterebilmektedir.

Etkin bir risk yönetimi ile karayolu eşya taşımacılığında karşılaşılabilecek olası tehdit ve tehlikelerin kontrol altına alınması ile uluslararası karayolu eşya taşımacılığı sektöründe ulusal ve uluslararası düzeyde pazar payı kaybı, prestij kaybı, zaman kaybı ve yüksek maliyetleri önlemek mümkündür.

Kaynaklar

- Couillard, J. (1995) The Role of Project Risk in Determining Project Management Approach. Planning Effort as an Effective Risk Management Tool. In: Zwikael, O. (2006) Journal of Operations Management.
- Çancı, M. ve Erdal, M. (2003) Uluslararası Taşımacılık Yönetimi. Utikad Yayınları, İstanbul, Türkiye
- Guinipero, L.C. ve Eltantawy, R.A. (2004) Securing The Upstream Supply Chain: A Risk Management Approach. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 31, No. 9, pp. 698-713
- Hallikas, J., Karvonen, I., Pulkkinen, U., Virolainen, V., Tuominen, M. (2004) Risk Management Processes in Supplier Networks. International journal of Production Economics, Vol. 90, pp. 47-58
- Karaman, A. ve Duymaz, İ. (2006) Risk Management in Logistics, 4th International Logistics and Supply Chain Management Congress, İzmir.
- Hunter, W. C. ve Smith, S.D. (2002) Risk Management in the Global Economy: A Review Essay. Journal of Banking&Finance, Vol. 26, pp. 205-221
- Link, P. ve Marxt, C. (2004) Integration of Risk – and Chance Management in the Co-operation Process, Int. J. Production Economics, Vol.90, pp. 71-78.
- Morgan, D. (2006) Risk Management- Getting Properly Valued, Risk Management, pp. 10-11.
- Schulte, Chr. (2005) Logistik: Wege zur Optimierung der Supply Cahin. 4. Aufl. München: Verlag Vahlen.
- Shtub, A., Bard, J. F. ve Globerson, S. (2005) Project Management-Processes, Methodologies and Economics. Planning Effort as an Effective Risk Management Tool. In: Zwikael, O. (2006) Journal of Operations Management.
- Simon, P. (1999) Risk management in engineering projects. In: Morris, P.W.G. (Ed.), Risk Management in Engineering Projects. The Institution of Electrical Engineers, London, pp. 2/1-2/15.
- Pfleeger, S. L. (2000) Risky Business: What We Have yet to Learn about Risk Management, The Journal of Systems and Software, Vol. 53, pp. 265-273.
- TBB Çalışma Grubu (2006) Risk Yönetimi Prensipleri, Bankacılar Dergisi, Sayı 57, pp. 15-32.
- Wideman, R. M. (1992) Project and Program Risk Management: A Guide to Managing Project Risks and Opportunities. Planning Effort as an Effective Risk Management Tool. In: Zwikael, O. (2006) Journal of Operations Management.

Zwikael, O. (2006) Planning Effort as an Effective Risk Management Tool. Journal of Operations Management.

İnternet Kaynakları

- [1] http://home.btconnect.com/managingstandard/risk_1.htm
- [2] http://ocw.mit.edu/NR/rdonlyres/Aeronautics-and-Astronautics/16-892JFall-2004/4BB2530F-5A90-4453-8A61-45027B558CFF/0/09010unc_framev2.pdf
- [3] <http://csrc.nist.gov/nissc/1998/proceedings/paperE5.pdf>
- [4] <http://www.bilmuh.gyte.edu.tr/~ispinar/BIL673/Riskanal.pdf>