

**Kentsel Ulaştırmada Otomobil Kullanıcılarının
Toplu Taşımaya Yönlendirilmesi:
Çevresel Etkileri İçeren Analiz ve Planlama**

Polat YALINIZ

DOKTORA TEZİ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ekim 2006

**Canalizing The Car Drivers
To Public Transportation In Urban Transport:
Analysis And Planning With Environmental Effects**

Polat YALINIZ

Ph. D. THESIS

Department of Civil Engineering

Oct. 2006

Kentsel Ulaştırmada Otomobil Kullanıcılarının Toplu Taşımaya Yönlendirilmesi:
Çevresel Etkileri İçeren Analiz ve Planlama

Polat YALINIZ

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Ulaştırma Bilim Dalında
DOKTORA TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Korkut ARBERK

Ekim 2006

Polat YALINIZ' ın DOKTORA tezi olarak hazırladığı “Kentsel Ulaştırmada Otomobil Kullanıcılarının Toplu Taşımaya Yönlendirilmesi: Çevresel Etkileri İçeren Analiz ve Planlama” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değeriendirilerek kabul edilmiştir.

Üye : Yrd. Doç. Dr. Korkut ARBERK (Danışman)

Üye : Prof Dr. Güngör EVREN

Üye : Prof Dr. Mustafa KARAŞAHİN

Üye : Prof. Dr. Hasan GÖNEN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Şafak BİLGİÇ

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Abdurrahman KARAMANCIOĞLU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Bu çalışmada, çağımızın bir gereği haline gelmiş olan sürdürülebilir gelişmeyi esas alan bir yaklaşım içinde, özel otomobil yolculuklarının toplu taşımaya aktarılmasında “park et ve bin” uygulamasının getireceği sonuçlar analiz edilmiştir.

Çalışmanın “Giriş” bölümünde, kentsel ulaşırmada yaşanan başlıca sorunlar ve gelişmiş ülkelerde konu ile ilgili yapılan bazı uygulamalar açıklanmıştır.

İkinci bölümde sürdürülebilir gelişme ve sürdürülebilir ulaşırma konuları açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde ulaşırma kaynaklı çevresel etkilerin kentlerimizde yol açtığı sorunlar ele alınmıştır.

Dördüncü bölümde kentsel ulaşırmanın çevresel etkilerinin azaltılması ile ilgili olarak önlem maliyetinin araştırılması hakkında bilgilere yer verilmiştir.

Beşinci bölümde kentsel ulaşırmada otomobil kullanıcılarının toplu taşımaya yönlendirilmesinde “park et ve bin” uygulamasının katkısını değerlendirmeye yönelik model araştırması ile ilgili çalışmalara yer verilmiştir. Bu bölümde öncelikle özel otomobil kullanıcılarının toplu taşımaya yönlendirilme potansiyelinin belirlenebilmesi için matematiksel model oluşturulması hedeflenmiştir. İlk olarak modelin oluşturulmasında etkili olacak parametreler (nüfus, hareketlilik, türel dağılımda otomobil kullanım oranı, kentin merkez bölgesine çekilen yolculuk değerinin toplam yolculuk değerine oranı) belirlenmiştir. Ardından gündüz saatlerinde kent merkezine merkez dışından gelen otomobil sayısının belirlenmesi ile ilgili çalışmalara yer verilmiştir. Genel çerçevesi oluşturulan modelin uygulamaya geçirilmesi için kent merkezine özel otomobille gelen kullanıcıların toplu taşımayla ilgili bakış açılarının belirlenebilmesi için anket yapılması gerekmektedir. Anket çalışması ile belirlenen şartlar ve oranlar ile oluşturulan modelin beraber analiz edilmesi sonucu ilgili kent örneğinde “park et ve bin” uygulamasını tercih edecek özel otomobil kullanıcı sayısının belirlenmesi mümkün olmaktadır.

Altıncı bölümde, oluşturulan modelin Eskişehir kent örneğinde değerlendirilmesi amacı ile Eskişehir kent merkezinde özel otomobil kullanıcıları üzerinde yapılan anket çalışmasına yer verilmiştir.

Son bölüm olan sekizinci bölümde ise yapılacak “park et ve bin” uygulamasının Eskişehir kent örneği için ekonomik ve mali değerlendirmeleri yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kentsel ulaştırma; Toplu taşıma; Park et ve bin; Sürdürülebilir gelişme; Çevresel etkiler.

SUMMARY

In this study, with a main approach to the sustainable development that is a necessity for this era, the results of the ‘park and ride’ applications on the transfer of the private car travels to the public transportation have been analyzed.

Some of the applications in developed countries and main problems faced in urban transportation have been explained in the ‘introduction’ section.

In the second section, sustainable development and sustainable transportation topics have been stated.

In the third section, the problems that are caused in our towns by transportation based environmental effects have been discussed.

In the fourth section, there is data for precaution cost search about the reduction of urban transportation’s environmental effects.

In the fifth section, model search about evaluation of the contribution of ‘park and ride’ practice’s guidance of car drivers to public transportation in urban transportation has been stated. In this section, first of all a mathematical model aimed to determine the potential of the car drivers that could be directed to public transportation. The parameters (population, mobility, the ratio of car driving in judicial distribution, the ratio of travel value through the town center to total travel value) which could be effective for the formation of the model were determined firstly. Then, the determination of the number of the cars that come from outside the town in daytime was studied. A survey should be made in order to determine the angle of view of the people who come to the town center by their private cars to apply the model that general frame has been made up. It is possible to specify the number of the drivers who would prefer ‘park and ride’ application in the related town after analyzing the model that formed with the conditions and ratios determined by the survey study.

In the sixth section, there is a survey study, which applied to the private car drivers in Eskişehir town center in order to evaluate the model in the sample of Eskişehir town.

In the eighth section, this is the last one, economical and cost evaluations and related subjects about ‘park and ride’ application for Eskişehir town sample were studied.

Keywords: Urban transportation; Public transportation; Park and ride; Sustainable development; Environmental effects.

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimimde, gerek derslerimde ve gerekse tez çalışmalarında, bana danışmanlık ederek, beni yönlendiren ve her türlü olanağı sağlayan danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Korkut ARBERK'e çok teşekkür ederim.

Doktora tez çalışmamın her aşamasında değerli görüş ve katkılarını esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Güngör EVREN'e sonsuz şükran ve en derin saygılarımı sunarım.

Aynı zamanda tez çalışmalarımın her aşamasında, yapmış olduğu yardım ve göstermiş olduğu anlayıştan dolayı Yrd. Doç. Dr. Şafak BİLGİÇ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
SUMMARY	iii
TEŞEKKÜR	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE ULAŞTIRMA.....	3
2.1 Sürdürülebilirlik İlkesi	5
2.2 Sürdürülebilir Ulaştırmanın Kavramsal Modeli	8
2.3 Sürdürülebilir Ulaştırma Politikaları	12
2.4 Ülkemizde ve Dünyada Sürdürülebilir Ulaştırma	12
2.5 Kentlerdeki Ulaştırma Talebinin Yönetimi	13
2.6 Çevresel Etkilerin Ekonomik Değerlendirilmesi	14
2.7 Ulaştırma Planlaması	14
3. KENTSEL ÖLÇEKTE ÇEVRESEL ETKİLERİN ARAŞTIRILMASI	17
3.1 Ulaştırma Kaynaklı Emisyonlar	17
3.2 Karayolu Ulaştırmasından Kaynaklanan Emisyonların Etkileri	18
3.3 Emisyon Belirlemede Kullanılan Yöntemler	20
3.4 Karayolu Ulaştırmasının Dışsal Maliyeti	21
3.5 Ulaştırma Emisyonlarının Zarar Maliyetlerinde Yakıt ve Konum Etkileri	28
3.6 Trafik ve Çevreye İlişkin Yapılabilecek Düzenlemeler	29
4. KENTSEL ULAŞTIRMANIN ÇEVRESEL ETKİLERİNİN AZALTILMASI BAĞLAMINDA ÖNLEM MALİYETİNİN ARAŞTIRILMASI	31

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
4.1 Kentsel Ulaştırma İle İlgili Sorunlar ve Otomobil Kullanımının Kısıtlanması..	31
4.2 Park Et ve Bin Uygulaması	33
4.3 Bisiklet / Yaya Uygulamaları	36
5. KENTSEL ULAŞTIRMADA OTOMOBİLDEN TOPLU TAŞIMAYA YÖNLENDİRİLMEDE “PARK ET VE BİN” UYGULAMASININ KATKISINI DEĞERLENDİRMEYE YÖNELİK MODEL ARAŞTIRMASI	37
5.1 Kent Merkezine Otomobil Girişini Kısıtlayıcı Faktörlerin Belirlenmesi	39
5.2 Kent Merkezinde Yol Kenarı Park Eden Özel Otomobil Kullanıcılarına Anket Uygulanması	39
5.3 Ankete Verilen Cevapların Değerlendirilmesi	41
5.4 Kent Merkezi İle İlişkili Otomobil Kullanıcı Sayısının Tespiti	41
5.5 Kent Merkezi İle İlişkili Otomobil Sayısının Belirlenmesi	44
5.6 Merkez İle İlişkili Otomobillerden Merkeze Gündüz Gelenlerin (Merkez Dışından) Payının Belirlenmesi	44
5.7 Merkeze Gündüz Gelen Otomobiller İle Anket Sonuçlarının Beraber Analiz Edilmesi	45
5.8 Özel Otomobilden Toplu Taşımaya Kayacak Kullanıcı Sayısının Belirlenebilmesi İçin Toplu Taşımadaki Oturma Durumuna Göre Senaryolar Oluşturulması	46
5.9 Toplu Taşımaya Kayacak Özel Otomobil Kullanıcı Sayılarının Belirlenmesi ve Yapılacak Uygulamaların Maliyet Hesabı	47
5.9.1 “Park et ve bin” kullanıcı sayılarının, toplu taşımaya kayacak özel otomobil kullanıcı sayılarının belirlenmesi.....	48
5.9.2 Yapılacak uygulamaların maliyetlerinin hesaplanması	48
6. MODEL ÇALIŞMASININ ESKİŞEHİR ÖRNEĞİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ	51

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
6.1 Kent Merkezinde Yapılan Anket Çalışması	51
6.2 Ankete Verilen Cevapların Analiz Edilmesi	54
7. MODELDEKİ TALEP POTANSİYELİNİ BELİRLEME YAKLAŞIMININ ESKİŞEHİR ÖRNEĞİNDE UYGULANMASI	61
7.1 Merkeze Çekilen Yolculukların Toplam Çekilen Yolculuklara Oranı	61
7.2 Merkezde Bulunan Otoparklarda Park Edenlerle İlgili Değerlendirme	65
7.3 Özel Araç Yolculuklarının Toplu Taşımaya Aktarılma Potansiyelinin Belirlenmesi Amacıyla Düzenlenen Anket Çalışması İle Otoparklar İle İlgili Değerlerin Birlikte Analiz Edilmesi	67
7.3.1 Senaryo I (tramvaydaki oturma konforu 4 yolcu/m ²) için değerlendirme	68
7.3.2 Senaryo II (tramvaydaki oturma konforu 6 yolcu/m ²) için değerlendirme	68
7.4 Park Et ve Bin Alanlarının İnşa Edilmesi	69
7.4.1 Senaryo I için park et ve bin alanları	69
7.4.2 Senaryo II için park et ve bin alanları	71
8. EKONOMİK VE MALİ DEĞERLENDİRME	75
8.1 Günümüzde Yaygın Olarak Kullanılan Değerlendirme Yöntemleri	75
8.1.1 Net bugünkü değer (NBD)	75
8.1.2 İç verimlilik oranı (İVO)	76
8.1.3 Fayda / maliyet oranı (FMO)	76
8.2 Ekonomik Değerlendirme	76
8.2.1 Park et ve bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetleri	77
8.2.2 Park et ve bin uygulaması ile birlikte sisteme ilave edilmesi gereken tramvay araçları ve yatırım maliyetleri	79
8.2.2.1 Estram'a ait veriler ve ilave tramvay sayısının hesabı	79
8.2.2.2 Senaryo I çerçevesinde mevcut yolcuların taşınabilmesi için gereken tramvay sayısının hesabı	84

İÇİNDEKİLER (Devam)

Sayfa

8.2.2.3 Senaryo I için “park et ve bin” uygulamasından gelecek ilave yolcular için gereken ilave tramvay sayısının hesabı	85
8.2.2.4 Senaryo I için “park et ve bin” uygulamasından gelecek ilave yolcular için gereken ilave tramvay sayısının hesabı	85
8.2.2.5 Senaryo II için “park et ve bin” uygulamasından gelecek ilave yolcular için gereken ilave tramvay sayısının hesabı	87
8.2.2.6 İlave tramvay araçlarının yatırım maliyeti	88
8.2.3 İlave edilmesi gereken tramvay araçlarının işletme ve bakım maliyetleri	89
8.2.4 Özel otomobil işletme ve bakım maliyetleri	93
8.2.5 Zamanın ekonomik değeri	96
8.2.6 Yolcu gelirleri	99
8.2.7 Çevresel maliyetler	100
8.2.8 Ekonomik değerlendirmede kullanılacak maliyetler ve faydalar	102
8.2.9 Ekonomik değerlendirme sonuçları	105
8.2.10 Ekonomik duyarlılık analizleri	110
8.3 Mali Değerlendirme	111
8.3.1 Park et ve bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetleri	111
8.3.2 Araçların yatırım giderleri	113
8.3.3 İşletme ve bakım giderleri	114
8.3.4 Yolcu gelirleri	115
8.3.5 Mali değerlendirmede kullanılacak giderler ve gelirler	116
8.3.6 Mali değerlendirme sonuçları	119
8.3.7 Mali duyarlılık analizleri	124
9. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	126
10. KAYNAKLAR DİZİNİ	129
EKLER	

Ek.1. Ekonomik Duyarlılık Analizleri

Ek.2. Mali Duyarlılık Analizleri

ÖZGEÇMİŞ

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Sürdürülebilir gelişme ve sürdürülebilir ulaşım ile ilişkili alanlar	4
2.2 Ulaştırma ile diğer kesimler ve alt sistemler arasındaki ilişkiler.....	9
2.3 Ulaştırma alt yapısının çevre üzerindeki etkileri	10
2.4 Ulaştırma sisteminin insan sistemi üzerindeki dolaylı etkileri (çevresel etkiler doğrultusunda).....	11
3.1 Karayolu ulaşımının dışsal maliyeti.....	22
3.2 Alınacak önlemler doğrultusunda ortaya çıkacak önlem maliyeti ve dışsallıklardaki değişim.....	27
3.3 1995-2010 yılları arasındaki dönemde Avrupa'daki Çevresel Maliyetlerin eğilimi (otomobil için)	28
4.1 Otomobil Kullanımının Genelleştirilmiş Maliyeti ile Otomobil Kullanım Oranı arasındaki ilişki	33
4.2 Bursa Hafif Raylı Taşımacılık ile ilgili duraklara ait bir örnek	36
5.1 Özel otomobil kullanıcılarının toplu taşımaya aktarılma potansiyelinin belirlenmesi	38
5.2 Kent merkezi ile ilişkili otomobil kullanıcı sayısının bulunması	42
5.3 Toplam yolculukların ve merkeze çekilen yolculukların şematik gösterimi	43
6.1 Ankette sorulan ilk iki soru ve bu sorulara verilen cevaplara ait yüzdeler	55
6.2 Ankette sorulan 3. ve 4. sorular ve bu sorulara verilen cevaplara ait yüzdeler...	56
6.3 Ankette sorulan 5. ve 6. sorular ve bu sorulara verilen cevaplara ait yüzdeler...	57
6.4 Ankette sorulan 7. ve 8. sorular ve bu sorulara verilen cevaplara ait yüzdeler...	58
6.5 Ankette sorulan 9. ve 10. sorular ve bu sorulara verilen cevaplara ait yüzdeler.	59
6.6 Ankette sorulan 11. soru ve bu soruya verilen cevaplara ait yüzdeler	60
7.1 Eskişehir Ulaşım Ana Planında esas alınan trafik bölgeleri	64
8.1 Eskişehir Tramvay Sistemi Güzergahı.....	80
8.2 NBD-i arasındaki ilişki (ekonomik değerlendirme, Senaryo I)	107
8.3 NBD-i arasındaki ilişki (ekonomik değerlendirme, Senaryo II).....	109
8.4 NBD-i arasındaki ilişki (mali değerlendirme, Senaryo I)	121
8.5 NBD-i arasındaki ilişki (mali değerlendirme, Senaryo II).....	123

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Ulaştırma sürdürülebilirliğinin hedefleri, amaçları ve göstergeleri.....	7
3.1 Almanya’da ulaştırma kaynaklı emisyonlar (g/yolcu-km) (1986) yolcu ulaştırması	18
3.2 Almanya’da ulaştırma kaynaklı emisyonlar (g/yolcu-km) (1986) yük ulaştırması	18
3.3 17 Avrupa ülkesindeki 1995-2010 yılları arasındaki marjinal ve ortalama dışsal maliyetler	23
3.4 Kısa ve Uzun Dönem Politikaları	26
3.5 Dışsallık (hava kirliliğinin esas alındığı) ve konu ile ilgili birtakım etkinlikler	30
6.1 Yapılan 671 anket çalışmasına ait sonuçlar	54
7.1 Eskişehir Ulaşım Ana Planından alınan değerler.....	61
7.2 2002 ve 2020 yıllarına ait kent merkezindeki bölgelere ait günlük yolculuk çekimleri ile merkeze olan talebin toplam talebe oranı	63
7.3 Merkezde bulunan otoparklarda park edenlerle ilgili değerlendirme yapabilmek amacıyla yapılan anket çalışmasının sonuçları	66
7.4 Park et ve bin alanlarının inşa edileceği bölgelere ait istimlak bedelleri.....	70
7.5 Park et ve bin alanlarının toplam istimlak maliyetleri	70
7.6 Mimarlık ve mühendislik hizmet bedellerinin hesabında kullanılacak 2005 yılı Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri ve toplam inşaat maliyetleri.....	71
7.7 Senaryo I. için “Park Et ve Bin” alanlarına ait toplam yatırım maliyeti.....	71
7.8 Park et ve bin alanlarının toplam istimlak maliyetleri	72
7.9 Mimarlık ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında kullanılacak 2005 Yılı Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri esas alınarak bulunan toplam inşaat maliyetleri	73
7.10 Senaryo II. İçin Park Et ve Bin” alanlarına ait toplam yatırım maliyeti.....	73
7.11 Park et ve bin alanları ile ilgili 2005 ve 2020 yıllarına ait istimlak ve inşaat maliyetleri	74

ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
7.12	2005 ve 2020 yılı verilerine göre park et ve bin sistemini kullanacak otomobil sayıları ve toplu taşımaya kayması beklenen yolcu sayıları.....74
8.1	Ekonomik değerlendirme için esas alınan Park et ve Bin alanlarının beklenen istimlak ve inşaat maliyetleri 78
8.2	Yıllara göre özel otomobilden toplu taşımaya kayması beklenen yolcu sayıları 82
8.3	İlave yolcular için beklenen en büyük trafik kesitleri (Senaryo I ve Senaryo II için) 83
8.4	Proje ile birlikte toplu taşımaya yönlenecek yolcular için sisteme ilave edilmesi gereken tramvay sayıları (Senaryo I)..... 86
8.5	Proje ile birlikte toplu taşımaya yönlenecek yolcular için sisteme ilave edilmesi gereken tramvay sayıları (Senaryo II) 88
8.6	Satın alınması gereken toplam araç sayıları ve bu araçların maliyetleri..... 89
8.7	Tramvay sistemi için yıllar itibariyle araç-km başına ortalama işletme ve bakım maliyetleri..... 90
8.8	Senaryo I çerçevesinde Hat I ve Hat II için beklenen toplam yıllık araç-km değerleri..... 91
8.9	Senaryo II çerçevesinde Hat I ve Hat II için beklenen toplam yıllık araç-km değerleri..... 92
8.10	İlgili senaryolar dahilinde beklenen ilave tramvay araçları kaynaklı işletme ve bakım maliyetleri..... 93
8.11	Otomobil işletme maliyetleri..... 94
8.12	Senaryo I ve Senaryo II için park et ve bin uygulaması ile özel otomobil araç/km değerlerinde beklenen yıllık azalmalar..... 95
8.13	Özel otomobil işletme maliyetlerinde beklenen yıllık azalmalar..... 96
8.14	Kişi başına ortalama zaman değeri hesabı ile ilgili değerler..... 97
8.15	Park et ve bin sisteminin uygulanması ile oluşması beklenen yıllık zaman kazançlarının ekonomik değerleri (Senaryo I) 98

ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
8.16	Park et ve bin sisteminin uygulanması ile oluşması beklenen yıllık zaman kazançlarının ekonomik değerleri (Senaryo II)..... 99
8.17	Ekonomik değerlendirme için beklenen yıllık yolcu gelirleri..... 100
8.18	Çevresel maliyetlerde beklenen azalmalar 101
8.19	Ekonomik değerlendirme için maliyetler (Senaryo I)..... 102
8.20	Ekonomik değerlendirme için faydalar (Senaryo I)..... 103
8.21	Ekonomik değerlendirme için maliyetler (Senaryo II)..... 104
8.22	Ekonomik değerlendirme için faydalar (Senaryo II)..... 105
8.23	Ekonomik değerlendirme sonuçları (Senaryo I) 106
8.24	Ekonomik değerlendirme sonuçları (Senaryo II) 108
8.25	Uygulamanın Ekonomik Duyarlılık Analizi sonuçları (Senaryo I)..... 110
8.26	Uygulamanın Ekonomik Duyarlılık Analizi sonuçları (Senaryo II) 111
8.27	Park et ve Bin alanlarının beklenen istimlak ve inşaat maliyetleri 112
8.28	İlave tramvay araçları yatırım giderleri..... 113
8.29	İlave tramvay araçlarının beklenen işletme ve bakım giderleri 114
8.30	İlgili senaryolar dahilinde elde edilmesi beklenen yıllık yolcu gelirleri 115
8.31	Mali değerlendirme için toplam giderler (Senaryo I)..... 116
8.32	Mali değerlendirme toplam gelirler (Senaryo I)..... 117
8.33	Mali değerlendirme için toplam giderler (Senaryo II) 118
8.34	Mali değerlendirme için toplam gelirler (Senaryo II) 119
8.35	Mali değerlendirme sonuçları (Senaryo I)..... 120
8.36	Mali değerlendirme sonuçları (Senaryo II) 122
8.37	Uygulamanın Mali Duyarlılık Analizi sonuçları (Senaryo I)..... 124
8.38	Uygulamanın Mali Duyarlılık Analizi sonuçları (Senaryo II) 125

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
x	Hata limiti
k	Örnekleme oranını
m	Esas alınan nüfus
n	Anketin uygulanacağı kişi sayısı
P	Nüfus
M	Hareketlilik
A_{MS}	Türel dağılımda otomobil kullanım oranı
α	Kentin merkez bölgesine çekilen yolculuk değerinin toplam yolculuk değerine oranı
M_{OK}	Kent merkezi ile ilişkili otomobil kullanıcı sayısı
T_M	Merkeze çekilen yolculuklar
T	Kentteki toplam yolculuklar
M_{OS}	Merkez ile ilişkili otomobil sayısını
M_O	Merkeze gelen özel otomobillerden gündüz saatlerinde park edilen sayısı
R_P	Oluşturulacak park et ve bin alanları için esas alınacak otomobil sayısı
γ	Anket sonuçlarının irdelenmesi sonucunda oluşturulan senaryolardaki potansiyeller ile ilgili oran
T_{OK}	Özel otomobilden toplu taşımaya kayması düşünülen yolcu sayısı
d	Otomobil doluluk oranı
T	Proje hesap periyodu (yıl)
B_t	t yılındaki fayda değeri
C_t	t yılındaki maliyet değeri
r	İç verimlilik oranı
i	Güncelleştirme yüzdesi

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (Devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
NBD	Net bugünkü değer
İVO	İç verimlilik oranı
FMO	Fayda / maliyet oranı
KGM	Karayolları Genel Müdürlüğü
USD	Amerika Birleşik Devletleri Doları

1. GİRİŞ

Günümüzde çevresel kirlenme gün geçtikçe daha tehlikeli boyutlara gelmeye başlamıştır. Bunun sonucunda da doğal kaynakların korunması ve kullanılması daha önemli bir hale gelmiştir. Bu bağlamda, ekonomik gelişmede oldukça önemli bir yeri olan ulaştırma, özellikle kent merkezlerindeki kirlilikte önemli bir paya sahiptir. Kısacası ulaştırma ekonomik büyümeyi desteklerken çevreyi ise olumsuz etkilemektedir.

Ulaştırma sistemlerinin geliştirilmesi konusuna, sosyal, ekonomik ve çevresel hedefler arasında dengeyi sağlayacak bir sistemi kurmak amacı ile yaklaşmak gerekmektedir. Bu durum ulaştırma sisteminin sürdürülebilir olabilmesi için zorunluluk haline gelmiştir. Kalkınma sürecinde ekonomik ve mali etkinliğin sağlanması, çevreye verilen zararların minimum hale getirilmesi, yaşam kalitesinin artırılması, sosyal refahın artırılması (dar gelir grubu, kırsal kesimin ihtiyaçları dikkate alınarak) gibi birbiri ile ilgili faktörler arasında dengeyi sağlayan bir sistemi oluşturmak ve ulaştırma ile ilgili birtakım hedefleri bu sistem üzerine kurmak oldukça kapsamlı çalışmaları gerektirmektedir.

Çalışmada, sürdürülebilir gelişmeyi esas alan önlem maliyeti tarzında bir yaklaşım içinde, “park et ve bin” uygulaması ele alınmıştır. Bu uygulama ile özel otomobilden toplu taşımaya kayması beklenen yolcu sayısını bulmaya yönelik model çalışması yapılarak oluşturulan model Eskişehir kentsel ulaşım sistemi örneğinde incelenmiştir.

Eskişehir’de 24 Aralık 2004 tarihinde hizmete giren ESTRAM tramvay sistemi, kent merkezindeki trafik üzerinde önemli değişimlere sebep olmuştur. Kentin önemli bazı yollarının araç trafiğine kapatılması, bazılarının ise yol genişliğinin azalması sebebiyle, tramvayın geçmediği yollardaki trafik yoğunluğunda artış görülmüştür. Aynı zamanda tramvayın geçtiği yollarda yol kenarına araç parkının da yasaklanması sebebiyle yol kenarına park etmek isteyen sürücüler de tramvayın geçmediği yolların kenarlarını tercih etmeye başlamıştır. Bu durum zaten genişliği az olan yollarda aşırı yığılma ve tıkanmalara yol açmaya başlamıştır. Bugünden bir önlem alınmazsa, araç sayısındaki artışa paralel olarak bu sorunların giderek büyüyeceğini söylemek yanlış olmayacaktır.

Gelişmiş ülkelerde kent merkezinde yol kenarı parkın süresiz ve ücretsiz olması pek rastlanan bir durum değildir. Kent merkezine ulaşmak için toplu taşıma yerine özel araç kullanmayı tercih edenlerin kentin en değerli park yerleri olan yol kenarı parklarını mutlaka bir ücret ödeyerek kullanmaları istenir. Yol kenarı parklarda ücretlendirme, yol dışı parklardan farklı yapılmaktadır. Yol dışı parklarda uzun süre park edildiğinde saatlik park ücreti giderek azalırken (örneğin 1 saati 1YTL iken 2 saati 1,5YTL gibi), yol kenarı parklarda saatlik park ücreti sabit (örneğin 15 dakikası 1 YTL, 30 dakikası 2YTL gibi) tutulmaktadır. Dikkat çeken önemli bir nokta yol kenarı parkın ücretlerinin her zaman yol dışı parklardan çok daha fazla olmasıdır. Bu sayede arz-talep dengesi sağlanarak yol kenarı parklarda aşırı yığılma önlenir ve bu parkları sadece acil ve kısa süreli işi olanların kullanması sağlanmaya çalışılır. Ayrıca yol kenarı park ücretlerinin saatlik değil, 15-20 dakika gibi kısa süreler için belirlenmesi tercih edilmektedir.

Yol kenarı parklar zaten yetersiz olan yol genişliklerinin azalmasına sebep olduğundan, gelişmiş ülkelerde 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, gelişmiş ülkelerde mümkün olduğunca özel araç sürücülerinin toplu taşımaya yönlendirilmesi tercih edilmektedir. Bunun en etkili yolu ise “park et ve bin” uygulamasıdır.

Sürdürülebilir ulaşım 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. Bu sayede özellikle kent merkezindeki trafik sıkışıklığı, park sorunu ve çevresel etkiler uzun vadede makul düzeylerde tutulabilecektir.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİR GELİŞME VE ULAŞTIRMA

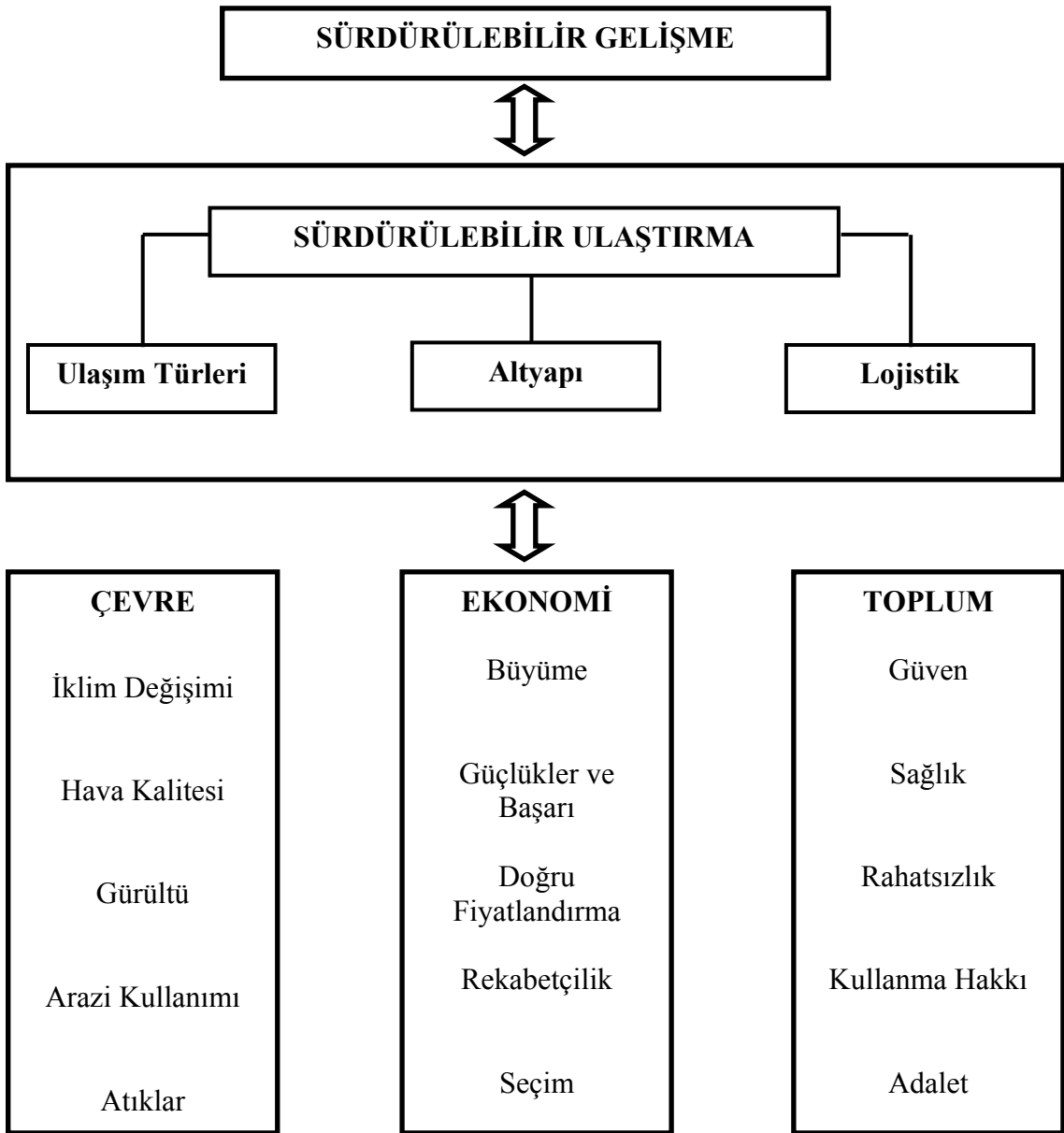
Sürdürülebilir gelişme için; gelecek kuşaklara yaşanabilir bir dünya bırakmak için bugünkü ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarının karşılanmasında ortaya çıkacak tehlikelerin ortadan kaldırılması şeklinde bir tanımlama yapmak mümkündür. Buradan hareketle sürdürülebilir ulaştırma; ulaşım ihtiyaçlarının insan sağlığına ve ekosisteme zarar vermeden, yenilenemeyen kaynakların alternatiflerinin geliştirilerek kullanılması, yenilenebilir kaynakların yenilenme hızlarının altında tüketilmesini sağlamak olarak tanımlanabilir. (OECD 1999)

Sürdürülebilir gelişme ve sürdürülebilir ulaştırma ile ilgili çalışmalar, kavramın yeni olması nedeni ile daha çok terim olarak anlaşılması amacıyla yapılmış kavramın tanıtılmasına yönelik çalışmalardır. Ulaştırma kaynaklı dolaylı etkilerin boyutunun gün geçtikçe artması, talebin artış eğilimi göstermesi, sorunun ne kadar ciddi boyutlarda olduğunu göstermektedir. Konu ile ilgili çalışmalar, bu tehlikeyi ortaya koymakta ve sorunun arz, talep yönetimini baz alan politikalar ve teknolojik gelişmelerden yararlanarak tehlikenin boyutlarının küçültülmesi yönündedir. Bununla birlikte ulaşım ve ekonomi ilişkisi, ulaşım sektöründeki maliyetlerin detaylı olarak belirlenmesi konusu sıkça işlenmektedir. Şekil 2.1’de sürdürülebilir gelişme ve sürdürülebilir ulaştırma ile ilişkili alanlar gösterilmektedir.

Sosyal hayatın kalitesi ve toplumun refahı ulaştırma sistemlerinden etkilenmektedir. Bu konu ile ilgili olarak; temiz çevre edinebilme, sosyal yaşam, erişilebilirlik, zaman kaybı, sağlık gibi birçok konuda ulaşım sistemleri bize sunduğu faydaları görebiliriz. Ancak birçok faydanın yanı sıra ulaşım sistemlerinin olumsuz etkileri de bulunmaktadır. Bunlardan önemli olanlarından birkaçını şöyle sıralayabiliriz:

- Trafik sıkışıklığı
- Arazi kullanımı
- Su, hava ve gürültü kirliliği
- Kaynak tüketimi
- Kazalar
- Toplum ve kent yaşamına etkisi (Haldenbilen, 2003)

Bu olumsuz etkileri azaltmak yada ortadan kaldırılması sürdürülebilir ulaştırma sistemleri ile mümkün olabilmektedir. Sürdürülebilir ulaştırma sistemleri ile istediğimiz noktaya gelebilmek için temelinde esaslı değişiklikler bulunan çeşitli yöntemler ve öneriler geliştirilmiştir. Bu nedenle sürdürülebilir ulaştırma politikalarının gerçekleşmesinde kullanıcıların bu değişime izin vermesi ve ayak uydurması başarının esas şartını oluşturmaktadır. (OECD, 1996)



Şekil 2.1 Sürdürülebilir gelişme ve sürdürülebilir ulaştırma ile ilişkili alanlar (Rodrigue, 2006)

2.1 Sürdürülebilirlik İlkesi

Sürdürülebilirlik ilkesinde insanı (hatta ekolojik yaklaşımda, tüm canlıların yaşamı bir arada sürdürebilecekleri ortamın sağlanmasını) esas alan, alması gereken bir dünya sisteminde; öngörülecek planlama yaklaşımının; yerel ve küresel ölçekte yaşam kaynaklarını sürdürmeyi güvence altına alması gerekmektedir. Her kentin, coğrafik, topoğrafik, doğal ve ekonomik koşullarına bağlı olarak, etki alanı ile birlikte sağlıklı bir organizma gibi çalışabilmesi, çevresi ile birlikte hayatini yüksek kalite standardında sürdürebilmesi ve yaşam kaynaklarını koruyabilmesi için, belirli bir taşıma kapasitesi söz konusudur. Kentlerimizde; mevzuattan, planlamanın gelişmelerin ardından gitmesinden, popülist yaklaşımlardan, imar aflarından, karayollarına ağırlık veren yanlış ulaştırma politikalarından kaynaklanan nedenlerle, yaşam kaynakları hızla tükenmeye başlamıştır. Buradan hareketle sürdürülebilir gelişme için “ yaşamı destekleyen ekosistemlerle birlikte insan yaşamının kalitesini arttıran gelişme” şeklinde de bir tanımlama yapabiliriz.

En önemli sürdürülebilirlik hedefleri:

- Sosyal eşitlik
- Yaşam kalitesinin korunması (yada yükseltilmesi)
- Kaynak stoklarının korunması
- İklim ve çevresel kalitenin korunması
- Biyolojik çeşitliliğin korunması

Günümüzde ekonomik gelişmeler, hayat standartlarını yükseltmekte fakat daha az güvenli ve hoş olmayan bir çevreyi ortaya çıkartmaktadır. Bununla birlikte sonlu miktardaki kaynakların yerine alternatifleri bulunmazsa, gelecek nesiller için daha az kaynak kalacağı sonucu da karşımıza çıkmaktadır.

Sürdürülebilir gelişme sürecinde birkaç kavram oldukça önemlidir. Bunlar kritik yük, önlem esası, ve çevresel dışsal maliyetlerin içselleştirilmesi şeklinde sıralanabilir.

Kritik yük, ekosistemin belli bir doğal kaynağın tükenmesi için tolerans gösterebileceği seviyeyi tanımlar.

Önlemler esası, potansiyel çevresel tehditleri, kesin bilimsel yanıtları beklemek yerine eylemle yanıtlamayı önerir.

Çevresel maliyetlerin içselleştirilmesi, pazar fiyatlarının üretimin çevresel maliyetlerini yansıtmasını ve ürünün doğal kaynaktan yararlanma, kirlilik, çöp üretimi, tüketim, elden çıkarma ve diğer faktörlerin terimleri halinde kullanılmasını gerektirir. (Beçin, 2002)

Sürdürülebilir ulaşımı esas alan ulaşım planlarının uygulamaya konulması sırasında birçok engelle karşılaşılabilmektedir. Politik, ekonomik, sosyal içerikli bu engellere karşı konulması sistemin verimli işleyişinde gerekli olmaktadır. Ulaşım ile ilgili mevcut ve gelecek ile ilgili sorunların belirlenmesi ve başarı için ölçünün ne olması gerektiği belirlenmiş olmalıdır. Buradan hareketle gelecek ile ilgili alınması gereken önlemler daha doğru bir şekilde belirlenmiş olacaktır. Aşağıda Tablo 2.1’de ulaştırma sürdürülebilirliğinin hedefleri, amaçları ve göstergeleri verilmiştir. (Haynes; Gifford; Pelletiere, 2005)

Sürdürülebilir gelişme, sürdürülebilir ulaşım, ulaştırmanın çevresel etkileri ve konu ile ilgili birtakım zorlamalar ve ekonomi arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır. Sürdürülebilir ulaşım, çevresel baskılar ile ulaşım sektörünün ekonomik özellikleri arasındaki dar boğazlar sonuçlar üzerinde etkili olmaktadır. (Nijkamp, 1994)

Tablo 2.1 Ulaştırma sürdürülebilirliğinin hedefleri, amaçları ve göstergeleri
(Beçin, A. 2002)

Hedefler ve Amaçlar	Göstergeler
Çevre ve Kaynaklar	
Hava kalitesinin iyileştirilmesi	NO _x , UOB, SO ₂ , CO, PM ₁₀ emisyonları ve /veya konsantrasyonları
Gürültü kirliliğinin azaltılması	Gürültü seviyeleri Yüksek gürültü seviyelerinden etkilenen nüfusun %si
Aşağıdaki kaynakların kullanımının azaltılması • Enerji kaynakları • Arazi • Hammaddeler	Yakıt tüketimi Arazinin ulaşırma alt yapısı için kullanılması Hammaddelerin kullanımı dolaylı olarak otomobil sayısına ve yolların uzunluğuna göre değerlendirilmektedir. İleri inceleme daha detaylı bir modelleme gerektirmektedir.
Aşağıdaki çevresel etkilerin azaltılması • Küresel ısınmaya katkı • Katı atık üretimi • Su sistemindeki etki • Toprak kirlenmesi	Kişi başına CO ₂ emisyonu Yıllık hurda haline getirilen otomobil sayısı Geri dönüştürülen lastiklerin, metal bölümlerin, petrolün, akülerin oranı Su sistemindeki, hayvan ve bitki toplulukları üzerindeki etki nitel olarak incelenmelidir. Modelleme yapılabilir fakat ileri inceleme gerektirmektedir.

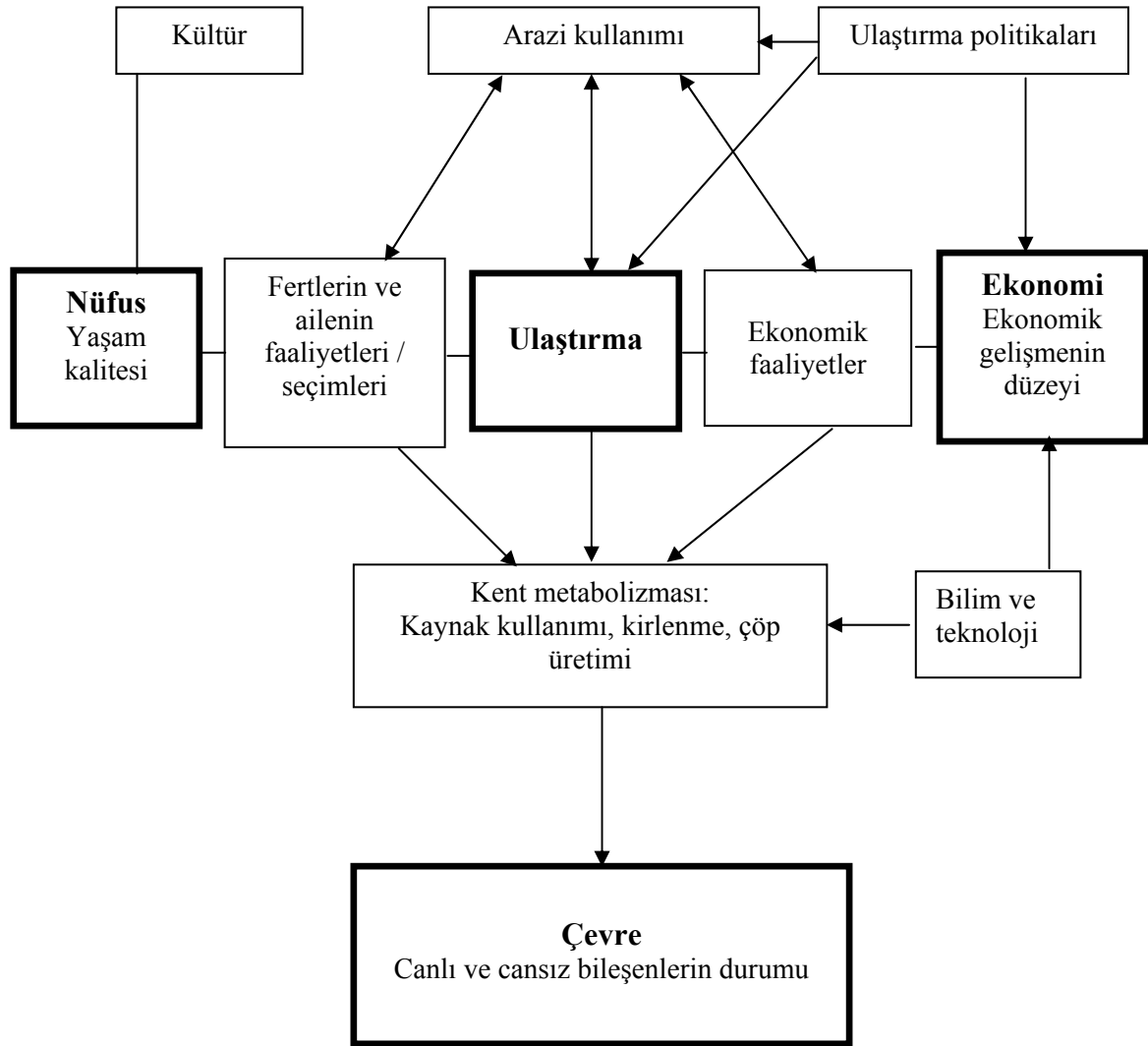
2.2 Sürdürülebilir Ulaştırmanın Kavramsal Modeli

Şekil 2.2’yi incelediğimizde, ulaştırmanın sürdürülebilir bir çerçeveden bakıldığı yeni ve kapsamlı bir modele ihtiyaç duyduğumuzu görebiliriz. Mevcut modellerde, sürdürülebilirlik hedeflerinin önceliğinin kabulünden önce geliştirildiği için oldukça önemli eksiklikler bulunmaktadır. Bu modellerdeki en önemli faktörler, ulaştırma talebi ve bu talebin karşılanmasındaki ulaştırma politikalarının etkinliğidir. Ancak bu modellerin büyük bir kısmında ulaştırmanın çevresel etkileri ele alınmamıştır. Sürdürülebilir ulaştırmanın en önemli özelliği olan “ulaştırmanın yaşam kalitesi üzerine etkisi” konusu mevcut modellerde oldukça basit bir şekilde “zaman, para ve genelleştirilmiş maliyet” sınırları içinde ele alınmıştır.

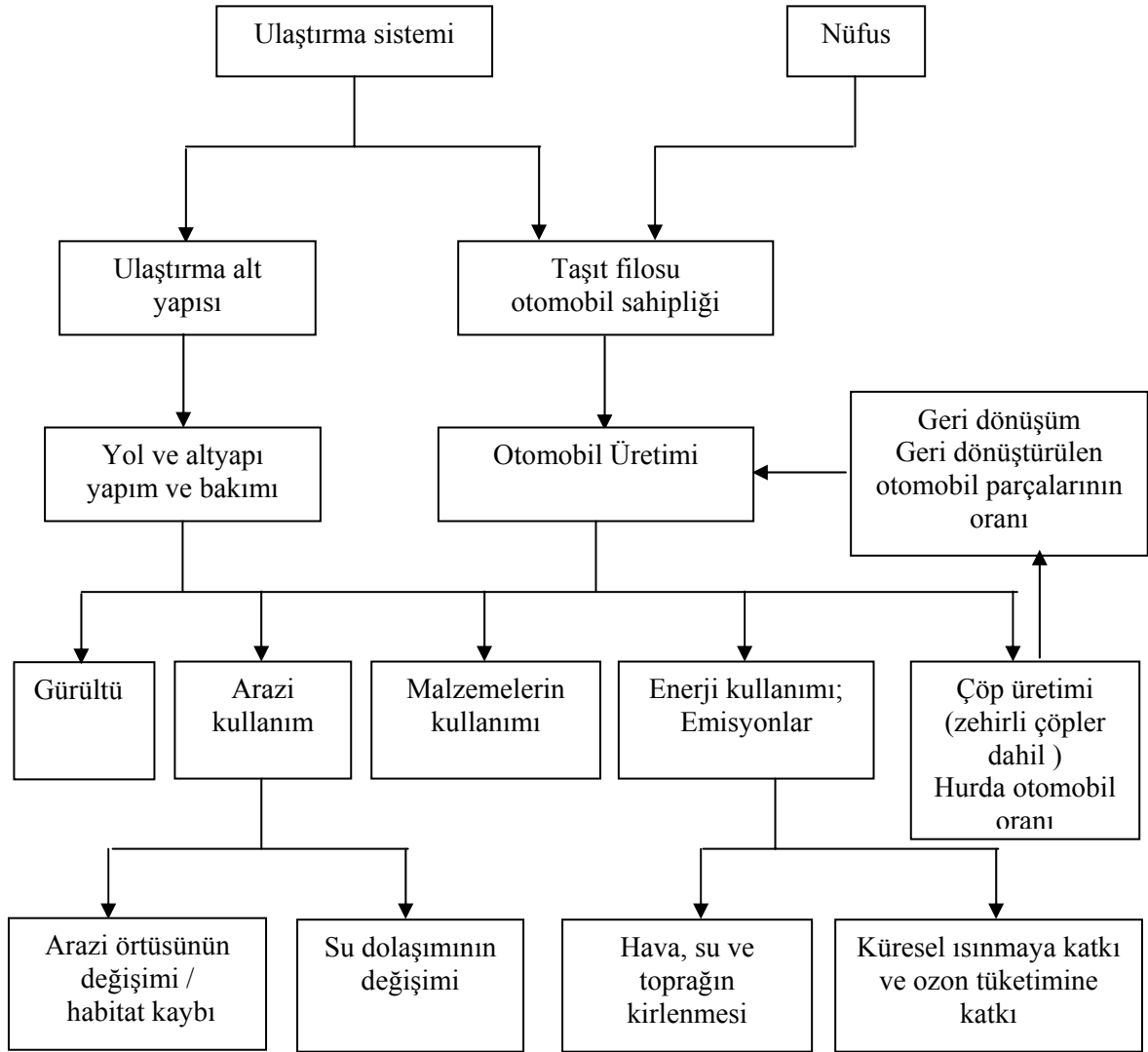
Buradan hareketle kapsamlı sürdürülebilir bir ulaştırma modeli nasıl olmalıdır sorusuna cevap aramak yerinde olacaktır. Bu sorunun cevabı ne kadar tam olarak verebilirse, hedeflere de o ölçüde ulaşılabilir. Sürdürülebilir ulaştırma modeli; güncel birtakım faktörleri, sık gözlenen doğa olaylarını yansıtabilen ve sürdürülebilirlik hedeflerini başarmak için çeşitli politikaların faydasını değerlendirmeyi mümkün kılacak göstergeler sağlamalıdır.

Bu şekilde bir modelde ulaştırmanın çevresel etkilerini iki ana grupta toplayabiliriz;

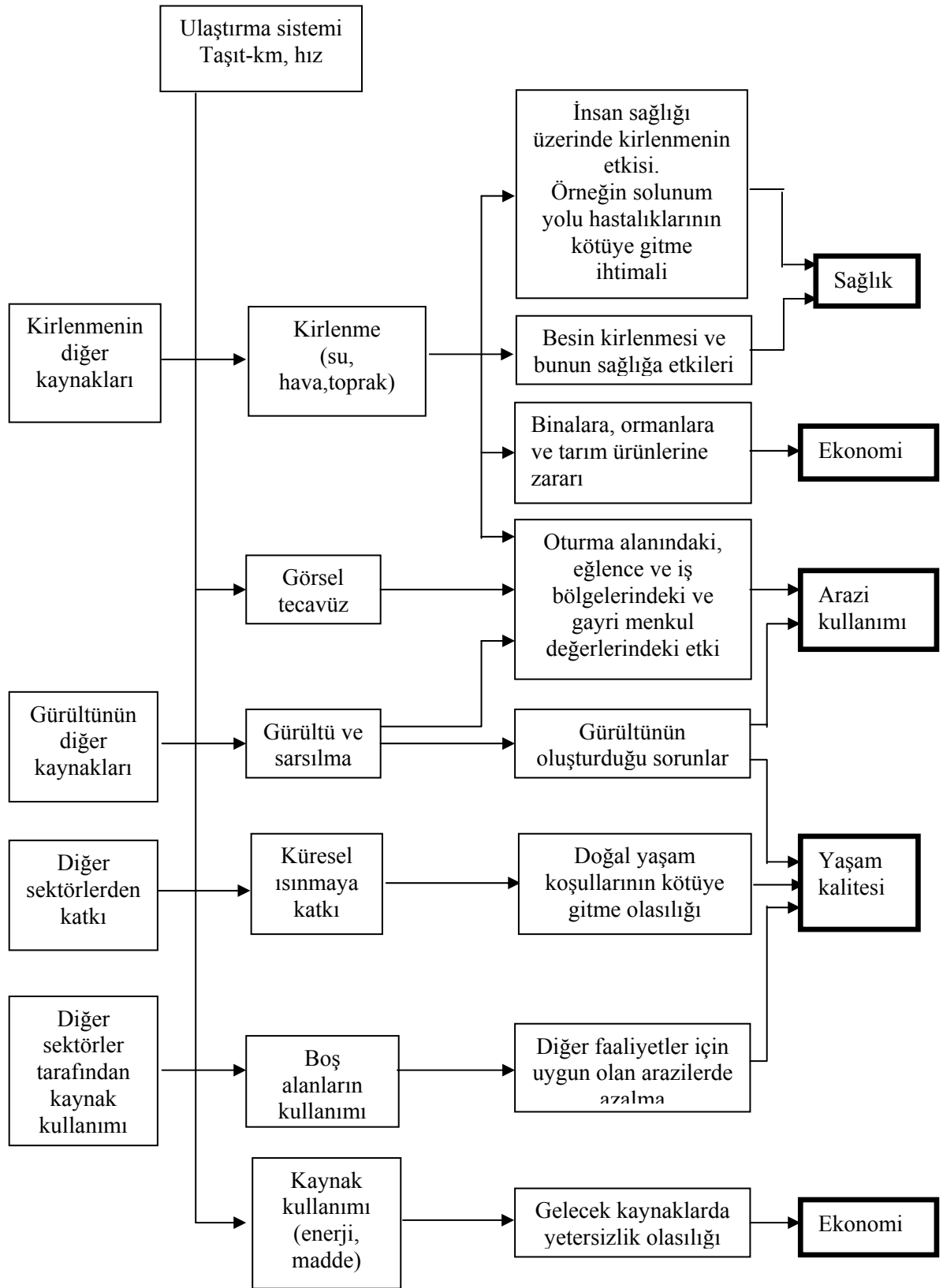
- Ulaştırmanın çevre ve doğal kaynaklar üzerindeki etkisi (trafiğin etkisi, yol yapımını ve otomobil üretimini de içine alan ulaştırma altyapısının etkisi) (Şekil 2.3)
- Çevresel etkiler doğrultusunda ulaştırmanın insan sağlığı üzerinde oluşturduğu dolaylı etkisi. (Şekil 2.4) (Beçin, 2002)



Şekil 2.2 Ulaştırma ile diğer kesimler ve alt sistemler arasındaki ilişkiler (Kupiszewska, 1997)



Şekil 2.3 Ulaştırma alt yapısının çevre üzerindeki etkileri (Kupiszewska, 1997)



Şekil 2.4 Ulaştırma sisteminin insan sistemi üzerindeki dolaylı etkileri (çevresel etkiler doğrultusunda) (Kupiszewska, 1997)

2.3 Sürdürülebilir Ulaştırma Politikaları

Sürdürülebilir ulaştırma; ulaştırma arzının olduğu kadar talebinde yönetilmesini kapsamaktadır. Bu yaklaşım doğrultusunda “talep yönetimi”, “trafik durultma”, “alansal trafik yöntemi” gibi teknikler geliştirilmiştir. Bu tekniklerle, halen uygulanmakta olan yeni kapasite yaratma yaklaşımı yerine, mevcut olanakların daha iyi kullanılması, mevcut değerlerin korunması ve ulaştırma sistemlerinin verimliliğinin artırılması amaçlanmaktadır. Bu durum çok akılcı bir planlamanın benimsenmesini gerektirmektedir.

Ulaştırma için arz yönetimi; çevreye duyarlı ve çeşitli koşullara uygun olan birtakım ulaştırma seçeneklerinin geliştirilmesi ile birlikte insanlara kendi ihtiyaçları için en uygun olan çözümleri seçebilme imkanının oluşturulmasıdır.

Talebin yönetimi; birtakım teknolojik imkanlardan yararlanılması, kent planlamasında gerekli düzenlemelerin yapılması, trafik ile ilgili gerekli önlemlerin alınması, yük taşıma ve teslim sistemlerinin geliştirilmesi gibi birtakım imkanların oluşturulması yollarıyla birlikte sosyal ve ekonomik ihtiyaçların tam ve kaliteli olarak karşılanması şartıyla ulaşım ihtiyaçlarının azaltılmasıdır.

2.4 Ülkemizde ve Dünyada Sürdürülebilir Ulaştırma

Ulaşım planlaması, kentsel gelişmeyi belirleyen imar planlarının esasını teşkil eden yol ağlarını belirlediğinden, kent formunun oluşturulmasında oldukça önemli bir yere sahiptir. Kentlerimizde; yapılan yanlışlıklar sonucunda, planlama gelişmelerin ardından gitmekte, bunun sonucu olarak da önce yerleşim yerleri kurulmakta, ardından bunların arasında kalan kısıtlı alanlarda yol ağları oluşturulmaktadır. Dolayısı ile kentlerimizde sürdürülebilir bir ulaşım sisteminin hayata geçirilmesi mümkün olamamaktadır.

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)

Ekonomik ve sosyal kalkınmanın gerçekleşebilmesi için doğal kaynakların doğru stratejilerle yönetilmesi gerekmektedir. Özellikle kentsel trafik düşünüldüğünde 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.

2.5 Kentlerdeki Ulaştırma Talebinin Yönetimi

Kentlerin alt yapısının, motorlu taşıt trafiğinin talepleri doğrultusunda geliştirilmesi yerine, talebin denetlenmesi ve yönetimi yaklaşımı, geçerliliği kanıtlanmış çağdaş bir yaklaşım olarak desteklenmelidir. Otomobil kullanımındaki tüm maliyetler içselleştirilerek kullanıcılara tanınan gizli mali desteğin çekilmesi ve otomobil kullananlara bu eylemin gerçek bedelinin ödettirilmesi, kent içi “otomobil kullanımının normalleştirilmesini” sağlayacaktır. Ancak bu tür yaklaşımların, kent içi ulaşımı kolaylaştıracak toplu taşıma imkanlarının en geniş biçimde sağlanmasıyla desteklenmesi gerekmektedir.

Kentlerin merkezi alanlarında motorlu taşıt trafiği hızının azaltılarak düşük hızlı ulaşımın sağlanması (traffic calming), yolculuk paylaşımı (car pooling, van pooling) ve otomobil sahipliğinin paylaşımı (car sharing) gibi uygulamalar, diğer yararlarının yanı sıra, çevrenin korunması bağlamında da yararlı olacaktır. (Temiz Üretim- Temiz Ürün Çevre Dostu Teknolojiler Çalışma Grubu, 2002)

2.6 Çevresel Etkilerin Ekonomik Değerlendirilmesi

Günümüzde, ulaştırmanın çok çeşitli çevresel etkilerinin parasal olarak değerlendirilebilmesi için birtakım zarar değerlendirme metodolojileri üzerinde durulmaktadır. Bu yöntemlerden biri, doğrudan zarar değerlendirme metodudur. Bu metod, emisyonlar ve bunların ters sonuçlarının izlenmesi ve bu sonuçların üzerine ekonomik değerlerin konulması şeklinde uygulanmaktadır. Bu metoda, ABD federal karayolu yöntemi (1982), Krupnik ve Portrey (1991) çalışmaları örnek olarak gösterilebilir.

Doğrudan zararlar ilgili yapılmış olan çalışmalarda bulunan ortak sonuç, insan sağlığı etkilerinin hava kirleticilerinin maliyetleri üzerinde önemli rol oynamalarıdır. Bu konudaki diğer yöntemler fiyat farklarının hava kalitesine bağlı olduğu, keyfi fiyat ölçümleri kullanırlar. (Beçin, 2002)

2.7 Ulaştırma Planlaması

Çevreye verilen zararların en aza indirildiği sürdürülebilir ulaştırmanın temelinde doğru bir planlama vardır. Bu durum hem kentsel bazda hem de ulusal bazda geçerlidir. Ulaştırma planlaması beraberinde arazi kullanımı planlamasını getirmektedir. Bu durum, ekonomik faaliyetlerin ve dolayısıyla üretimin belirli merkezlerde toplanmasını önleyerek ülke genelinde yayılmasını sağlar, bunun sonucunda da ulaştırma talebinin ve dolayısıyla ulaştırmanın sebep olduğu çevresel zararlar azalır.

Ulaştırma planlaması; bir kentin yada bir ülkenin ekonomik, sosyal ve kültürel etkinliklerin gerektirdiği ulaştırma hizmetlerinin, tüm dışsal etkilerini de içine alarak ülkeye en düşük maliyetle sağlanmasını amaçlar. Bu durum, hizmetin ilgili olduğu etkinliklerin en iyi şartlarda gerçekleşmesini, ancak bunun yanında enerji verimliliğini arttırarak dışa bağımlılığın azaltılmasını, yatırım ve işletme maliyetlerinin, kazaların ve maliyetlerinin ve sonuç olarak çevreye verilen zararlı etkilerin en aza indirilmesini kapsar. Aslında planlamanın tüm ilkeleri çevre kirliliğinin azalmasına hizmet eder.

Dünyada bu konudaki gelişmelere paralel olarak Türkiye’de uygulanması gereken sürdürülebilir ulaştırma politikalarının ana ilkeleri şunlar olmalıdır:

1. Ulaştırma politikalarının şehir ve bölge planlamaları, arazi kullanımı ve ekonomik faaliyetlerin dağılımı ile birlikte değerlendirilerek oluşturulması

2. Çevresel etkilerin dikkate alınarak ulaştırma politikalarının tasarlanması;

a. Ulaştırma faaliyetlerinin planlaması ve yürütülmesinde çevreyi koruma bilinci esas alınmalı

b. Ulaştırma maliyetlerinin dışsal maliyetlerinin içselleştirilmesini de içerecek şekilde fiyatlandırmayı sağlayacak bir sistemin oluşturulması

c. Çevreyi ve ekosistemi korumaya yönelik orta ve uzun dönemli hedeflerin belirlenmesi

d. Görsel kirliliğin önlenmesi

e. Petrol ve tehlikeli atıkların sebep olabileceği büyük kazalara karşı acil durum planlarının yapılması ve hazır bulundurulması

3. Ulaştırmanın başta çevreye olmak üzere çeşitli dışsal etkilerini de kapsayan sosyal maliyeti göz önüne alarak, çeşitli ulaştırma türlerinin toplam içindeki paylarını yeniden belirleyen bir ulaştırma planlamasının yapılması

4. Ulaştırma hizmetlerinin daha verimli ve güvenli hale getirilmesi için birtakım çalışmaların yapılması ve ülke genelinde daha etkin ulaştırma ağı oluşturulması;

a. Çevreye olumsuz etkisi oldukça fazla olan karayolu ulaşımında kalitenin artırılması, hava ve gürültü kirliliğini azaltacak taşıtlar ve yakıtlar, taşıt kullanımının iyileştirilmesi, alternatif yakıtlar ve yol güvenliğinin artırılması

b. İçselleştirmede önemli bir yeri olan vergi uygulamalarında, ülkemizde yapılan yanlışlıklara (çok kirleten araçlardan daha az vergi alarak teşvik edilmesi, çevre dostu teknolojilerin cezalandırılması gibi) bir an önce son verilmesi, ulaştırma ile ilgili alınan vergilerin yine ulaşım sorunlarını çözme yönünde kullanılması

c. Demiryolu ulaşımının canlandırılması (yüksek hız ve/veya yüksek kapasiteye sahip demiryolu ağının oluşturulması, vb.)

d. Denizyollarından çok az yararlanan ülkemizde, denizyolu ulaşımının teşvik edilmesi

e. Yük taşımacılığında demiryolu ve denizyolu paylarının artırılması

5. Kentlerimizde ulaştırmanın sürdürülebilir hale gelmesi için;
 - a. Taşıtların hareketliliği yerine insanların hareketliliğinin arttırılması esas alınmalı
 - b. Toplu taşımacılığın payı arttırılmalı, raylı sistemler için yatırım yapılmalı
 - c. Kentlerimizde trafik sıkışıklığını gidermeye, yaşanabilirlik ve güvenliği arttırmaya yönelik uygulamaların yapılması (kent merkezlerindeki park sorununun azaltılması, hız limitlerinin aşağı çekilmesi, bisiklet ve yaya trafiğinin arttırılması gibi)
6. Ulaştırma arz ve talep yönetimi için;
 - a. Kombine taşımacılığın geliştirilmesi (çeşitli ulaştırma türlerinin birbirleriyle bağlantılı hale getirilmesi ve ülke düzeyinde entegrasyonunun sağlanması)
 - b. Oldukça sıkıntılı olan karayoluna alternatif çözümler üretilmesi
 - c. Trafik, yol durumu, tarife, fiyat gibi bilgilere kolay ve hızlı erişimin sağlanması
7. Sürdürülebilirlik hedeflerine uygun ulaştırma hizmetleri için teknoloji ve araştırmanın, bunların yanında konu ile ilgili pazarların teşvikinin sağlanması
8. Konu ile ilgili eğitim ve bilinçlendirmenin sağlanması. (Temiz Üretim- Temiz Ürün Çevre Dostu Teknolojiler Çalışma Grubu, 2002)

3. KENTSEL ÖLÇEKTE ÇEVRESEL ETKİLERİN ARAŞTIRILMASI

Geçmişten günümüze kent modelleme teorilerini incelediğimizde, geçmişteki kent modelleme teorilerinin (kent modelleme teorileri 60'lı yıllara kadar giden geçmiş çalışmaları kapsamaktadır) günümüz kent planlamasındaki en etkili sorunlarına cevap veremediğini görmekteyiz. Bu sorunlar çevresel etkiler kadar yaşam kalitesiyle de ilgili sorunlardır. Bu durumu; eski modellerin, günümüzde artık gerekliliği ortaya çıkan sürdürülebilir gelişme hedeflerinden önce ortaya çıkmalarına bağlayabiliriz.

Kentsel trafiği ele aldığımız da, karayolu ağı ağırlıklı bir yapı ile karşımıza çıkmaktadır. Karayolu ağlarının yapımı ve iyileştirilmesi, toplumsal yaşam ve ekonomik etkinliklere yararlarının yanı sıra, doğal çevreye de önemli boyutlarda olumsuz etkileri de beraberinde getirmektedir. Dolayısı ile bu olumsuzluklar karşısında, toplumsal duyarlılığın artması sonucunda, yolların planlanması ve yönetilmesi ile ilgili çalışmalarda çevresel faktörlerinde dikkate alınması gerektiği ortaya çıkmıştır.

Çevresel faktörler ile bireylerin sosyal ihtiyaçları arasında oldukça önemli bir ilişki bulunmaktadır. Kentsel trafiğin işleyişi bakımından, yol ağlarının yapımı ve iyileştirilmesinin insan ve sosyal çevre üzerindeki olumlu ve olumsuz tüm etkilerinin planlama aşamasında ayrıntılı olarak irdelenmesi, oldukça önemlidir.

Kentsel ortamda emisyon oranları ile meteorolojik olaylar arasındaki ilişkiyi esas alan çalışmalarda, dışa dönük büyümenin hava kirliliğini minimuma indirmedeki faydalarına ve sıkı şehir planlama prensiplerini vurgulayan kentsel politikalara ağırlık vermenin faydalarına yer veriliyor. (Lyons, Kenworthy, Moy, Santos 2003)

3.1 Ulaştırma Kaynaklı Emisyonlar

Çeşitli ulaştırma türlerinde “yolcu-km” veya “ ton-kilometre” başına emisyon miktarları farklılık gösterir. Bu emisyon miktarları genellikle karayolu ulaştırmasında yüksektir. Özellikle bu emisyonları “g/yolcu-km” olarak ele aldığımızda yolcu otomobillerinin diğer türlere göre daha fazla kirletici olarak görebiliriz. (Tablo 3.1 ve Tablo 3.2)

Karayolu ulaştırmasında emisyonlar yakıt türüne göre değişmektedir. Benzinin yanması karbondioksitin ana kaynağını oluşturur. Dizel yakıtlar partiküllerden sorumludur fakat kurşun içermezler.

Tablo 3.1 Almanya’da ulaştırma kaynaklı emisyonlar (g/yolcu-km) (1986) yolcu ulaştırması (Kürer, 1993)

	CO	CO ₂	HC	NO _x	SO ₂	Partiküller/Toz
Otomobil: Benzin ¹	14,40	180	2,50	2,40	0,03	0,01
Dizel	1,40	150	0,30	0,60	0,19	0,18
Otobüs: Yerel	0,60	65	0,50	0,90	0,09	0,20
Uzun mesafe	0,05	20	0,05	0,40	0,03	0,02
Demiryolu: Yerel	0,02	105	0,01	0,30	0,70	0,04
Uzun mesafe	0,01	45	0,01	0,15	0,30	0,02
Havayolu:	2,20	465	0,40	1,80	0,15	0,07

¹ katalizörsüz

Tablo 3.2 Almanya’da ulaştırma kaynaklı emisyonlar (g/yolcu-km) (1986) yük ulaştırması (Kürer, 1993)

	CO	CO ₂	HC	NO _x	SO ₂	Partiküller/Toz
Karayolu: Yerel	1,86	255	1,25	4,1	0,32	0,30
Uzun mesafe	0,25	140	0,32	3,0	0,18	0,17
Demiryolu:	0,15	48	0,07	0,4	0,18	0,07
İç su yolu:	0,18	40	0,08	0,5	0,05	0,03

3.2 Karayolu Ulaşımından Kaynaklanan Emisyonların Etkileri

Karayolu ulaşımının neden olduğu hava kirliliği incelediğimizde, kirliliğin bir döngüyü takip ettiğini görmekteyiz. Bu döngünün birinci adımını emisyonların oluşumu, ikinci adımını bu oluşan emisyonların havada yayılması, üçüncü adımını ise yayılan bu kirliliğin insan, toprak, bitki ve hayvanlar tarafından alınması ve oluşacak küresel etkiler oluşurmaktadır.

Emisyonların oluşumu; taşıt türüne, motor türüne, motor bakımına ve yakıt kalitesine bağlıdır. Bu emisyonların havada yayılması ise yerel topografyaya, ısıya, yağış durumuna ve rüzgarın durumuna bağlı olarak değişim göstermektedir.

Karayolu ulaştırmasından oluşan emisyonlardaki önemli kirler ve etkileri şunlardır:

Nitrojen oksit (NO_x); atmosferde birkaç gün kalabilir ve asitlerin oluşumunda en önemli rolü oynar. İnsanların solunum sistemlerine ve bitkilere etki eder (asit veya oksitleyen olarak).

Hidrokarbonlar (HC); yakıtın tam yanmaması ve buharlaşması nedeniyle ortaya çıkar. Çok çeşitli organik kimyasal maddeler içerir. İnsan sağlığını birçok yönden etkiler. Zehir, tahriş, kanserojen veya gen değişimi etkisi gibi.

Karbonmonoksit (CO); atmosferde 1-2 ay kalabilir. İnsan kanındaki hemoglobinin ile birleşerek, kanın oksijen taşımamasını engeller. Küçük dozlarda, baş ağrısı, baş dönmesi ve ruhsal bozukluklara neden olurken, yüksek dozlarda, nefesin kesilmesi sonucunda ölüme neden olur. Dizel motorları, benzin motorlarına göre daha az CO ve HC emisyonuna neden olurlar.

Karbondioksit (CO_2); sera etkili gaz olarak bilinen bu gazın fauna ve flora üzerindeki etkisi tam olarak bilinmemektedir. Ancak motorlu taşıt trafiğinin ürettiği CO_2 emisyonu %20'den azdır.

Sülfürdioksit (SO_2); atmosferde, birkaç saatten birkaç haftaya kadar kalır. Emisyon hızı, yakıt içindeki sülfür oranı ile doğrudan ilişkilidir. Nefes alma ile ilgili problemleri artırır ve asit özelliği bitkileri (asit yağmurları), suda yaşayan canlıları ve malzemeleri etkiler. Motorlu taşıt trafiğinin payı %15 gibi bir değerdir. Bu gazın SO_3 ve H_2SO_4 şekline dönüşmesinin neden olduğu çok iyi bilinen sisli havalardaki asit yağmurları, bronşit tahrişi ve diğer alerjiler, dizel yağının kükürt miktarını azaltacak yasal düzenlemeler çerçevesinde çok keskin bir şekilde düşecektir.

Parça özelliği taşıyan maddeler; dizel yakıtlarından çıkan ve havada asılı duran parçacıklar, sürtünme sonucu kopan parçalar, lastik parçaları, ağır metal ve tozlardır. Sağlık üzerindeki etkileri ise, göz ve nefes yollarında tahriş ve lif etkisi, alerjik, kanserojen ve gen değişimidir.

Kurşun (Pb); oktavı artırmak ve motorun yağlanması yardımcı olmak amacıyla yakıt içine katılır. İnsan sağlığı üzerinde çok iyi bilinen etkileri vardır. Bunlara örnek

olarak; sinirsel bozukluklar (özellikle çocuklarda) ve anemi (kansızlık) verilebilir. (The World Bank, 1994 ve Yollar Türk Milli Komitesi, 1994)

3.3 Emisyon Belirlemede Kullanılan Yöntemler

Geçmişte ulaştırma etkinlikleri ile enerji tüketimindeki eğilimlerin kirletici emisyonlarındaki artışlarla paralellik içinde olmuştur. Ancak bu durum bazı dönemlerde farklıdır. 1985-1995 arası dönemde CO ve NO_x emisyonlarının değişimi ulaştırmadaki etkinliklerin değişimi ile ters bir durumdadır. (Meet,1999)

Günümüzde bütün ülkelerde ulaşım araçları ile ilgili emisyon faktörlerinin belirlenmesi uzun süreli ölçümler ve bunların istatistiksel yöntemler kullanarak değerlendirilmesi ile ortaya konulabilmektedir. Bir taşıtın kirletici kaynaklarından her birini basit bir ortalama değerle ifade etmek yada bunların emisyonları ile ilgili birtakım kabuller yapmak suretiyle elde edilen sonuçlar oldukça hatalı olabilmektedir.

Diğer taraftan aracın yaşı da kirleticiler üzerinde oldukça önemli etkilere sahiptir. Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda 4 yıllık bir araçta CO emisyonu %25 artarken, 10 yıllık bir araçta bu artış %50'ye yükselmektedir. Motor bakımının yeterince yapılamaması ise CO ve HC emisyonlarında %25-50 oranında artışlara neden olmaktadır.

Ulaşım araçlarının kirletici emisyonlarının belirlenmesi ile ilgili olarak ilk çalışmalar 1950 li yıllarda Amerika da başlamıştır. Avrupa da ise 1970 li yıllarda Amerika da geliştirilen yöntemlere paralel yöntemler ele alınmıştır.

Bütün motorlu taşıtların egzoz emisyonlarının belirlenmesinde kullanılan üç temel yöntem bulunmaktadır.

Federal Test Prosedürü (FTP); gerek temelleri ve gerekse içerdiği değişkenlerin seçimi dolayısıyla genel kabul gören bir metot dur.

Modal Emisyon Belirleme Yöntemi; federal test prosedürünün daha geliştirilmiş bir şekli olup, yöntemin duyarlılığı FTP ' ye göre duyarlılığı daha fazla olmasına karşın veri ihtiyacı FTP ki ihtiyacın araç gruplarına bağlı olarak çok üstündedir.

Ortalama Hız Yöntemi; FTP yönteminin tüm verilerine ihtiyaç vardır. Yöntemin getirdiği en büyük kolaylık emisyon faktörlerinin ifade edilmesi ve bir bölge için toplam emisyon hesaplarının yapılmasına imkan vermesidir.

Yukarıdaki yöntemlerin hepsinde ayrıntılı olarak veri ihtiyacı vardır. Her ülke kendi yapısına uygun verileri kullanmak durumundadır. (Tünay, Soruşbay, Alp, 1990)

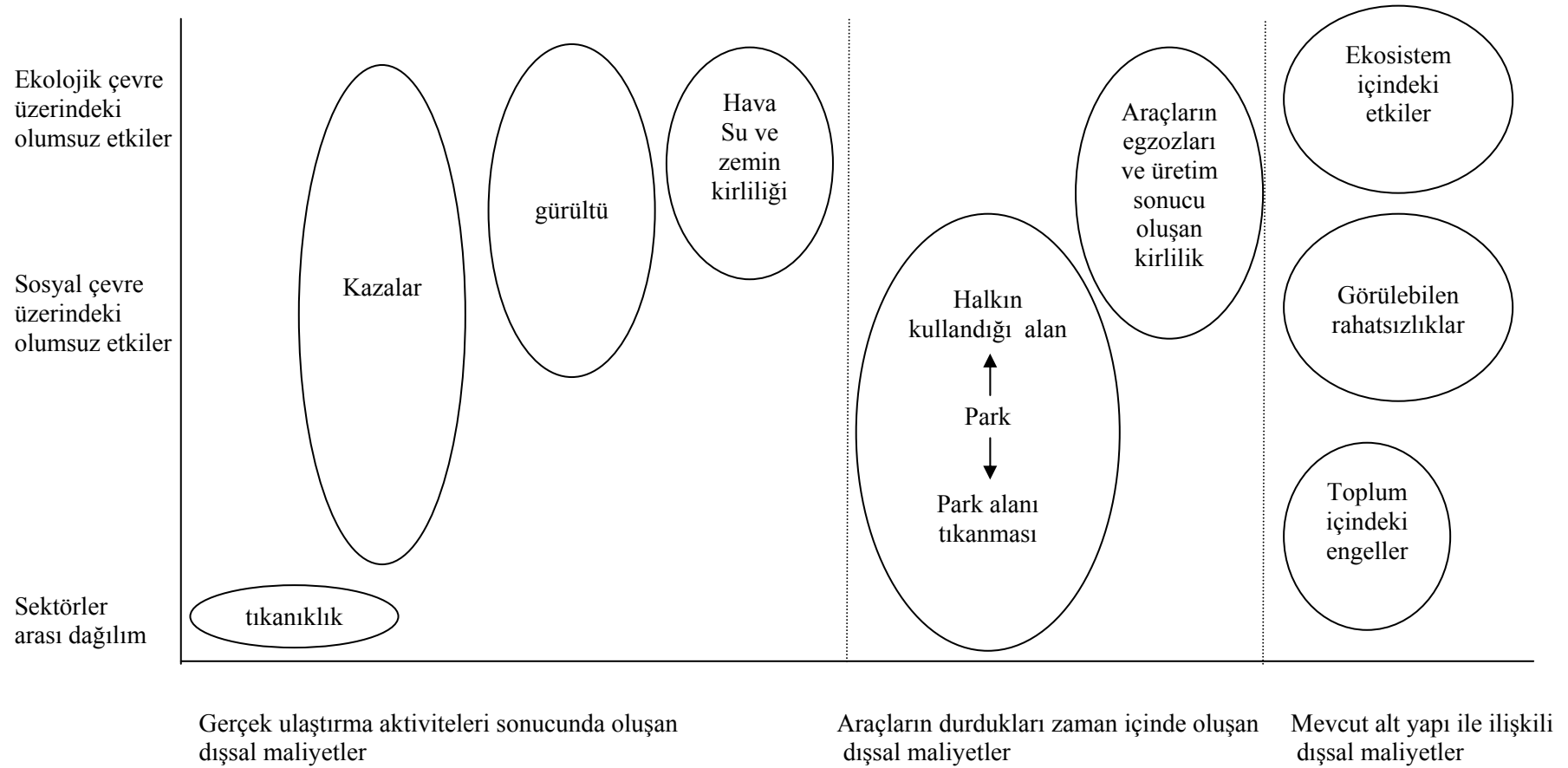
3.4 Karayolu Ulaşımının Dışsal Maliyeti

Karayolu ulaşımında, herhangi bir ulaşım kullanıcısının hiçbir maliyete katlanmadan diğer bir grubun refah düzeyini etkilemesi olayı oldukça sık gözlenebilen bir olaydır. Ulaşım maliyetlerinin sosyal maliyetler kısmında karşımıza çıkan bu dışsal maliyetler konusunun önemi artık herkes tarafından kabul edilmektedir. Konu ile ilgili çalışmalar, dışsal maliyetlerin belirlenmesi ve bu maliyetlerin ilişkili oldukları hususların tespit edilmesi ve mümkün olduğu ölçüde bu dışsallıkların içselleştirilmesi doğrultusundadır.

Sosyal maliyetlerin hesaplanma yöntemleri esas itibariyle dolaylı etkilerin belirlenmesine veya bu olumsuz etkilerden kurtulabilmek için ödemeye hazır olunan bedelin saptanmasına dayanmaktadır.

Konu ile ilgili olarak, Erik Verhoff 1994 yılındaki çalışmasında karayolu ulaşımının dışsal maliyetini ele alırken bu dışsal maliyetleri; “sektörler arası dağılım”, “sosyal çevre üzerindeki olumsuz etkileri”, “ekolojik çevre üzerindeki etkileri” şeklinde ayrı gruplar halinde ele almıştır. (Şekil 3.1) Verhoff yapmış olduğu bu çalışmada, ne dışsal maliyetlerin nede savunma ölçülerinin her zaman tahmin edilemeyeceğini savunmuştur. Çalışma sonunda tahminler ötesinde büyük değerler vermektedir ve bunun yanında bu konu ile ilgili olarak kesin kararı isteyenlerin sayısının gün geçtikçe arttığına dikkat çekmektedir.

Günümüzde, ulaştırmanın toplum üzerindeki dışsallıklarının içselleştirilmesi gerekliliği açıkça ortaya çıkmıştır. Dışsal maliyetlerin büyüklüğü ve hesaba katılamaması sebebiyle fiyatlandırma çalışmaları sonucunda bulunan değerler gerçek değerlerin altında kalmaktadır. AB ülkelerinde ve A.B.D. de söz konusu gerçek değerler ile oluşan farkı mümkün mertebe kapatabilmek için çeşitli vergiler ve harçlar uygulanmaktadır ve bu şekilde elde edilen gelir mutlak suretle yine ulaştırma yatırımlarına aktarılmaktadır.



şekil 3.1 Karayolu ulaşımının dışsal maliyeti (Verholf, 1994)

17 Avrupa ülkesindeki 1995-2010 yılları arasındaki süreçte ulaştırma kaynaklı egzoz kirliliğinin sebep olduğu hava kirliliği sonucunda ortaya çıkan marjinal ve ortalama dışsal maliyetler Tablo 3.3’de gösterilmektedir. Söz konusu maliyetlere hava kirliliğinin sağlık üzerindeki etkileri, yapılarda/materyallerdeki kayıp, tarımdaki kayıplar dahil edilmiştir.

Tablo 3.3 17 Avrupa ülkesindeki 1995-2010 yılları arasındaki marjinal ve ortalama dışsal maliyetler

1000 yolcu-km/ ton- km başına Euro	Karayolu					Raylı Taşımacılık		Hava yolu		Su Taşımacılığı
	Otomobil	Motosiklet	Otobüs	Hafif iş aracı	Ağır iş aracı	Yolcu	Yük	Yolcu	Yük	Yük
Marjinal Maliyet (1995)	5-17	14	4-25	28- 118	14-50	2-24	1-6.8	0.8-2	0.8	4.5
Ortalama Maliyet (1995)	17	7.9	20	131	32	4.9	4	1.6	2.6	9.7
Ortalama Maliyet (2010)	13.9	13.1	19.4	105.7	29.3	2.7	2.8	1.4	6.3	3.1

(Austroads, 2003)

Kentsel ulaştırmanın çevresel etkileri ve bu etkilerin maliyetlerinin değerlendirilmesi için; konu ile ilgili olarak negatif dışsallıkların ortaya çıkarılması ve bunların içselleştirilmesine yönelik çalışmaların yapılması gerekmektedir. Kentsel ulaştırmanın çevresel etkilerinin negatif dışsal etkilerinden (egzoz kirliliği ve gürültü ile ilgili olarak) en önemlileri şunlardır:

1. Egzoz dan kaynaklanan hava kirliliğinin sebep olduğu;

- Hava kirliliğinin sağlık üzerindeki etkileri
- Hava kirliliğinin azalttığı görüş netliği
- Hava kirliliğinin neden olduğu tarım ürünleri kaybı
- Hava kirliliğinin ormanlar üzerindeki zararı
- Hava kirliliğinin maddesel zararı (boya, lastik gibi insan yapımı materyallerde kirlenme veya bozulma sonucu oluşan zararın ekonomik maliyeti)
- İklim değişimi

2. Gürültü.

Yukarıda sıralanan olumsuzlukların maliyetlerinin hesaplanmasında genel olarak iki yaklaşım söz konusudur. Bunlar;

- Böyle bir zarar doğduğunda bunun giderilmesi için gerekli olan maliyet (zarar maliyeti)
- Zarara uğramadan, bu zarardan korunmak için ödemeye hazır olunan maliyet (önlem maliyeti)

Konu ile ilgili yapılan çalışmalar genel olarak iki ana başlık altında toplanabilir. Bunlar;

Zarar Maliyeti: Günümüzde özellikle gelişmiş ülkelerde oldukça önem verilen çalışmalar arasında gelmektedir. Gelişmiş ülkelerde gerek nüfus ve gerekse hareketlilik gibi değerlerin büyümesi sonucu oluşan çevresel sorunlar büyük boyutlara ulaşmıştır. Dolayısı ile kentsel trafiğin en önemli olumsuz çevresel etkileri olan egzoz emisyonları ve gürültünün kent içinde özellikle canlılar üzerindeki olumsuz etkilerinin oluşturduğu zararlar büyümüştür. Günümüzde bu zararların başında gelen; kentteki canlıların sağlığının tehlikeye girmesi, aynı zamanda yoğun trafikten kaynaklanan ve kişiler üzerinde psikolojik ve fizyolojik olarak olumsuz etkileri olan görsel kirlilik konularının önemle ele alınması zorunlu hale gelmiştir. Zarar maliyeti; belli bir kirlilik seviyesi nedeniyle oluşmuş zararın (sağlık harcamalarındaki artış gibi) azaltılması yada giderilmesi için harcanması gereken maliyeti ifade etmektedir.

Konu ile ilgili çalışmalar;

- Kentsel ortamda egzoz kirliliğinin mevcut durumunun tespit edilmesi,
- Bu mevcut durumun çeşitli standartlarla (Türkiye, AB., Dünya Sağlık Örgütü) karşılaştırılmasının yapılması,
- Egzoz kirliliğinin sebep olduğu hastalıkların miktarlarının tespit edilmesi,
- Söz konusu hastalıkların (nefes darlığı, akciğer kanseri, alerji, baş ağrısı vb.) her birinin kişiye olan maliyetinin bulunması (ilaç, tekrarlanma durumu, iş gücü kaybı vb.)

- Zarara uğramış bu kişilerin sosyal güvenlik kurumuna (dolayısıyla devlete) olan maliyetinin bulunması, ardından bu kişilerin devlete olan katma değerindeki azalmanın tespit edilmesi şeklinde çalışmaları kapsamaktadır.

Günümüzde, söz konusu bu zarar zinciri içindeki faktörlerin ekonomik değerlerinin konularak zarar maliyetinin hesap edilebileceği matematiksel modeller ile ilgili çalışmalar yoğunluk kazanmıştır.

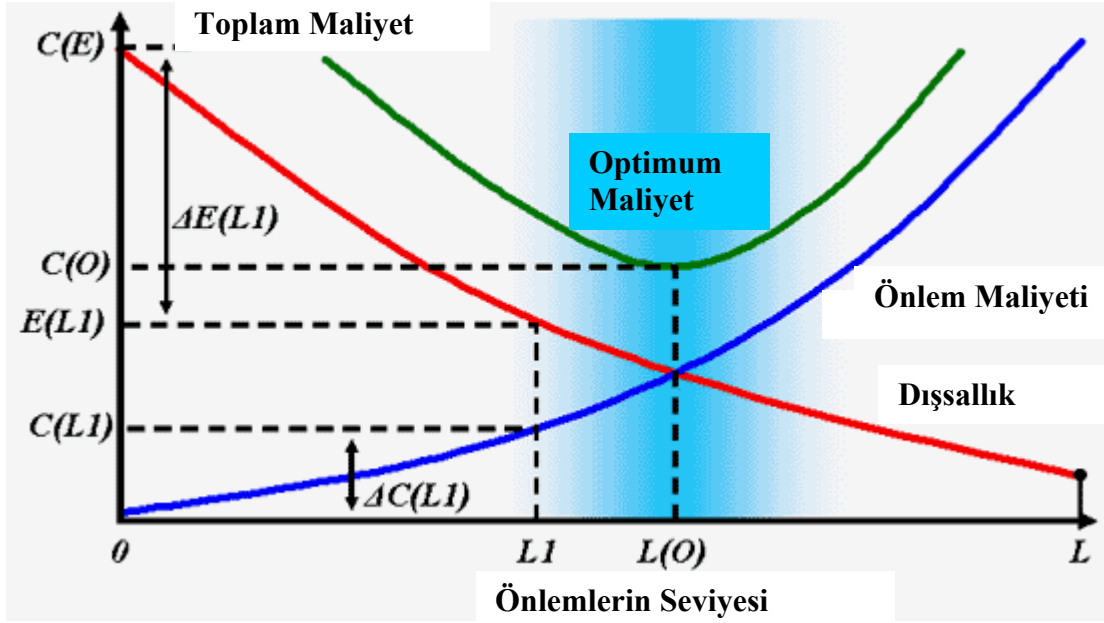
Önlem Maliyeti : Aslında bu maliyet söz konusu zarara uğramış ve uğrayacakları ilgilendiren bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Önlem maliyeti için; gelişmiş ve özellikle gelişmekte olan yani nüfusun (özellikle genç nüfus) ve hareketliliğin hızla arttığı kentlerde (ulaşım kaynaklı çevresel sorunların kendini hissettirmeye başladığı kentlerde), yakın ve uzak gelecekte söz konusu zarardan korunabilmek için ödemek durumunda kalınan maliyet şeklinde bir tanım yapmak mümkündür.

Bu tanımdan hareketle önlem maliyeti, bünyesinde bir takım kısa ve uzun vadeli politikaları içermektedir. Sözü edilen politikalar Tablo 3.4’de yer almaktadır.

Tablo 3.4 Kısa ve Uzun Dönem Politikaları (Elker, 2002)

Hedefler	Önlemler
YOLCULUK TALEBİNİN AZALTILMASI	• Toplam yolculuk düzeyinin azaltılması • Belirli koridorlarda yolculuk talebinin azaltılması • Doruk saatlerde yolculuk talebinin azaltılması • Motorlu taşıtlarda yolculuk talebinin azaltılması
YOLCULUKLARIN TOPLUTAŞIMA YÖNLENDİRİLMESİ	• Toplu taşımada fiziksel iyileştirmeler • Toplu taşıma işletmesinin iyileştirilmesi • Ara toplu taşıma düzenlemeleri • Toplu taşımanın kullanıcıya maliyetinin azaltılması • Otomobilden toplu taşıma aktarma olanakları
BİREYSEL ULAŞIMIN SINIRLANDIRILMASI	• Yasaklamalar • Kapasite kısıtlamaları • Otopark politikaları • Ücretlendirme • Taşıt paylaşma programları • Dolu taşıtlara öncelik

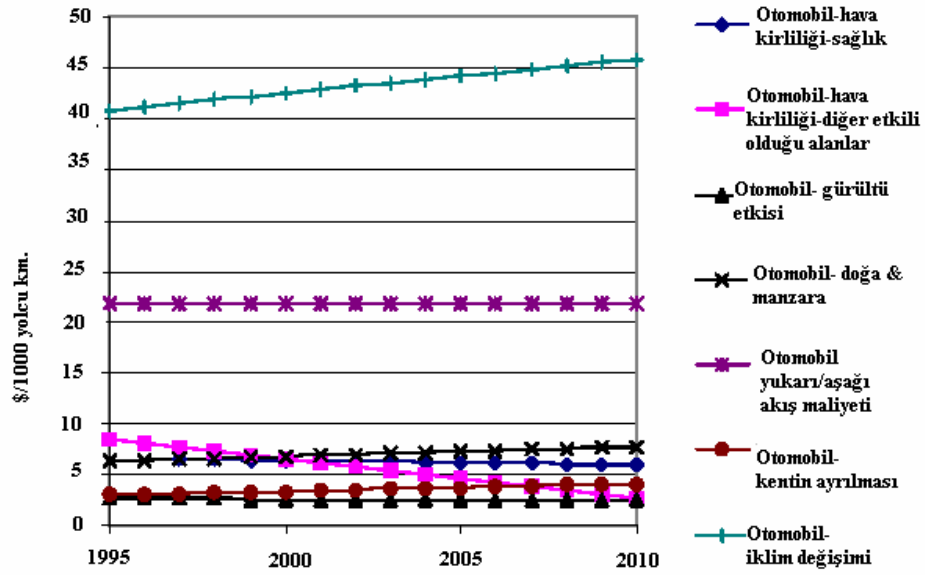
Şekil 3.2’de alınacak önlemler doğrultusunda ortaya çıkacak önlem maliyeti ve dışsallıklardaki değişim gösterilmektedir. Şekilde optimum maliyet önlem maliyeti ve dışsallıkların toplamının minimumunu göstermektedir.



Şekil 3.2 Alınacak önlemler doğrultusunda ortaya çıkacak önlem maliyeti ve dışsallıklardaki değişim (Rodrigue, 2006)

Yaşanan ulaşım sorunlarının esas nedeni; kent ve ulaşım planlamasında kentlilerin hareketliliğinde ana unsur olan insan dışlanarak, bireysel ulaşım aracı olarak otomobile yönelik çözümlerin üretilmeye çalışılmasıdır.

Kentler ve kentsel mekanlar araçlara göre tasarlanmakta, kentsel alanlar amaca aykırı şekilde katlı yollar, katlı kavşaklar, otoparklar gibi çözümler ile doldurulmakta, kamusal alanlar kamu malı olmaktan çıkartılıp, bireysel ulaşım aracının işgaline bırakılmaktadır. Dolayısı ile kentsel ulaşımında karayolu ulaşımından kaynaklanan çevresel etkileri ele aldığımızda otomobil kaynaklı oldukça önemli maliyetler karşımıza çıkmaktadır. Avrupa da konu ile ilgili yapılan çalışmalarda uzun periyotlu dönemler için otomobil kaynaklı çevresel maliyetler ele alınmaktadır. Şekil 3.3'de Avrupa da yapılan çalışmalardaki uzun periyotlu dönemleri kapsayan çevresel maliyetlerdeki eğilim gösterilmektedir.



Şekil 3.3 1995-2010 yılları arasındaki dönemde Avrupa'daki Çevresel Maliyetlerin eğilimi (otomobil için) (Austroads, 2003)

3.5 Ulaştırma Emisyonlarının Zarar Maliyetlerinde Yakıt ve Konum Etkileri

Sağlık ve çevreyle ilgili sorunların esas nedeni kirleticilerdir. NO_x ve UOB 'nin insan sağlığı ve ekinler üzerinde zararlara neden olan ozonun oluşması için tepkimeye girmesi, CO_2 'in küresel ısınmaya katkısının büyük bir kısmından sorumlu olan sera etkisi yaratan gaz olması gibi birçok birincil ve onlardan oluşan ikincil kirleticilerin potansiyel olarak sağlığa zararlı oldukları kesin olarak belirlenmiştir.

Söz konusu bu etkilerin değerlendirilmesinde (parasal zararlar olarak) genellikle toplam olarak yani ulusal ölçekte çalışmalar yapılmıştır. Bu tarz değerlendirmeler (yukarıdan aşağıya), ulaştırma ve çevresel etkiler için oldukça yararlı bilgiler verirken, her biri kirlenme üzerinde esaslı etkilere sahip olabilecek teknoloji, kaynak konumu ve yakıt hakkında bağımsız olarak incelemeye imkan tanımamaktadır. Bu duruma alternatif olarak (aşağıdan yukarıya) değerlendirmede kirlenme emisyonlarına bağlı marjinal ve yer bağımlı etkilerin ele alınması şeklinde düşünülebilir. Ancak bu durumunda uygulanmasının ne kadar pratik olduğu tartışılır. Bu durum, zarar değerlerinin taşınabilirliği şeklinde bir yaklaşımla olaya bakarsak emisyonların dışsal maliyeti üzerine daha fazla çalışma yapılmış olan “elektrik sektöründen” bir takım sonuçları (elektrik sektöründen bütün sonuçların doğrudan ulaştırma sektörüne taşınması doğru olmayacaktır) ulaştırma sektörüne taşıyarak mümkün olabilir. (Beçin, 2002)

Sera gazları gibi küresel ölçekteki kirleticilerin etkileri kaynak yerinden bağımsız bir durumdadır. Kaynak yerinden bağımsız olması sebebiyle söz konusu zarar değerleri elektrik sektörü ile ulaştırma sektörleri arasında taşınabilir. Elektrik sektöründe güç istasyonları genellikle kırsal kesimde bulunurlar ve kirlilik yüksek bacalardan yayılmaktadır. Karayolu ulaşımı kaynaklı kirlenmede, emisyon kaynakları bakımından çeşitlilik söz konusudur ancak bu kirlenmenin ortak noktası, yoğunlukla kentsel alanlarda ve yere daha yakın olmasıdır.

Ancak küresel olmayan kirleticilerde sektörler arasındaki zarar değerlerinin taşınması doğru olmayacaktır. Uzun menzilli kirliliği ele aldığımızda, kirleticinin tortusu atmosferik yoğunlukla orantılı olarak oluşacağı prensibinden hareketle kaynak yerinden bağımsızdır diyebiliriz. Bu durumda elektrik sektörü ile ulaştırma sektörünün uzun menzilli etkileri benzerdir şeklinde bir sonuca varabiliriz. Kısa menzilli etkileri düşündüğümüzde özellikle kent toplayıcıları olarak insanlar ve yapılar kümelenmiş bir yapıdadır. Kent alanında kirletici kaynağın etrafında ortalama yoğunluktan daha yüksek yoğunlukta toplayıcı bulunmaktadır. Dolayısıyla kent alanındaki etkileri incelerken “kentnin büyüklüğü” ve “yoğunluğu” ile “kirleticilerin özellikleri” en önemli faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır. (Beçin, 2002)

3.6 Trafik ve Çevreye İlişkin Yapılabilecek Düzenlemeler

Trafik ve çevre koşullarında yapılacak birtakım düzenlemeler, kentsel trafiğin sebep olduğu kirlenmenin kontrol altına alınmasında oldukça etkili sonuçlar vermektedir. Kısa ve uzun vadedeki çalışmaları kapsayan bu düzenlemeler, önlem maliyeti çerçevesinde yapılacak çalışmaların içinde yer alması gereken düzenlemelerdir. Bu düzenlemelerin bir kısmı şu şekildedir:

- Trafiğin iyi bir şekilde düzenlenmesiyle akıcılığın artırılması.
- Kent planlarında yapılacak yolların çevresel yapının durumu göz önünde bulundurularak geçirilmesi, yeşil alanlara ağırlık verilmesi, özellikle yeni oluşturulacak arterlerde hakim rüzgar yönünün dikkate alınarak yapılması (biriken kirleticilerin dağılmasını sağlamak amacıyla).
- Büyük iş yerlerinde çalışan kişilere iş yeri yakınında konut sağlanarak ev-işyeri arasındaki trafiğin azaltılması.

- Özellikle kent içi seyahat uzunluklarının fazla olmadığı (7-8 km.) kentlerde yaya ulaşımını teşvik edici çalışmalar yapılması.
- Trafiğin ve hava kirliliğinin yoğun olduğu kesimlerde (çoğunlukla kent merkezi) özel otomobil kullanımını azaltıcı bir takım düzenlemeler yapılması.
- Hız sınırlaması uygulaması, doluluk oranlarının arttırılması, trafiğin yoğun olduğu saatlerde yük trafiğinin kısıtlanması.
- Kent merkezlerinde elektrik enerjisi ile çalışan raylı sistemlerin yaygınlaştırılması.
- Kent nüfusunun genelini kapsayan eğitim süreci içinde yaya ve yolcuların belli seviyede trafik bilincine eriştirilmesi. (Öztürk, 1999)

Tablo 3.5’de hava kirliliği ile ilgili dışsallıkta önlem maliyeti tarzında Avrupa da yapılan bir takım çalışmaların maliyet üzerindeki etkinliği gösterilmektedir.

Tablo 3.5 Dışsallık (hava kirliliğinin esas alındığı) ve konu ile ilgili birtakım etkinlikler

Dışsallığın Çeşidi	Esas Alınan Çalışma	Etkinliği	Maliyet etkinlik oranı sıralaması	Diğer dışsallıklarla ilişkisi	Kritik Konu
Hava Kirliliği	Otobüsler için alternatif motor	Düşük	1	Düşük	Servis kalitesi, Birlikte işlerliği
	EURO III	Yüksek	2	Düşük	İklim değişmesi ile ilişkisi
	EURO IV	Yüksek	3	Düşük	İklim değişmesi ile ilişkisi
	Emisyona bağlı vergi (km. yada yakıt vergileri)	Orta	4	Yüksek	Uygulanması, Birlikte işlerliği
	Kentsel yol fiyatlandırması	Orta	5	Yüksek	Uygulanması / Birlikte işlerliği
	Kentsel trafik yasakları	Yüksek	6	Yüksek (Yerel gürültü ve hava kirliliği)	Halkın Kabullenmesi
	Hız limitleri	Orta	7	Yüksek (gürültü ve iklim değişimi)	Kontrol/ Halkın Kabullenmesi

(Rothengatter, Hackenjos, Emery, Guglielminetti, 1998)

4. KENTSEL ULAŞTIRMANIN ÇEVRESEL ETKİLERİNİN AZALTILMASI BAĞLAMINDA ÖNLEM MALİYETİNİN ARAŞTIRILMASI

4.1 Kentsel Ulaştırma İle İlgili Sorunlar ve Otomobil Kullanımının Kısıtlanması

Tez çalışmasında, kentsel ulaştırmanın olumsuz çevresel etkilerinin azaltılması bağlamında önlem maliyetinin bulunabilmesi hedeflenmiş ve bu çalışmanın da Eskişehir kent örneği üzerinde yapılması planlanmıştır. Bu tarz çalışmanın düşünülmesindeki en önemli sebep; Eskişehir'deki mevcut durumda egzoz kirliliğinin sıkıntılı boyutlarda olmamasıdır. Eskişehir'deki ulaşım ile ilgili mevcut sorunlar, kent merkezindeki park sorunları, kent içi yollardaki kapasitenin düşük olması ve sinyalizasyon sürelerinin uygun olmamasıdır. Ancak şu an kentsel ulaşımın çevresel etkileri sorununun ciddi boyutta olmaması gelecekte de olmayacağı anlamına gelmemektedir. (Eskişehir Ulaşım Ana Planında 1998 yılında Eskişehir deki kayıtlı özel araç ve toplam motorlu araç sayılarının 55.008 ve 89.083 olduğu, bu değerlerin 2002 yılında özel araç sayısında %28 toplam araç sayısında %22.5 arttığı, 2020 yılında da 2002 yılı değerlerin iki katına çıkacağı öngörülmektedir. Dolayısıyla çevresel etkilerde motorlu araç sayısına bağlı olarak artma gösterecektir.) Ayrıca tez çalışmasının temelini oluşturan “sürdürülebilir bir ulaştırma sistemi” için en önemli şart olan “günümüzde ve gelecekte yaşanabilir bir kent” için Eskişehir örneğinde önlem maliyeti tarzında bir çalışma yapılması hedeflenmiştir.

Sürdürülebilir bir ulaştırma sistemi esas olarak; toplu taşımaya ağırlık veren, özel otomobil kullanımını azaltıcı (özellikle kent merkezine otomobil girişini azaltıcı), yapılan yolculuklarda özel otomobilden toplu taşımaya da doğru birtakım kaymaları gerçekleştirebilecek bir takım politikaları içermektedir. Toplu taşıma sisteminin yaygınlaştırılması; uygun aktarma (park et ve bin) ve otopark alanları planlayarak toplu taşıma kullanımının özendirilmesi ve özel otomobillerin kent merkezine girişlerini azaltıcı birtakım politikaların uygulanması ile mümkün olabilmektedir. Otomobillerin kent merkezine girişlerini kısıtlama aşağıdaki şekillerde yapılabilir;

- **Fiziksel kısıtlama:** Kentin merkez bölgelerine otomobil girişinin yasaklanması, bu bölgelerde yaya alanlarının oluşturulması.

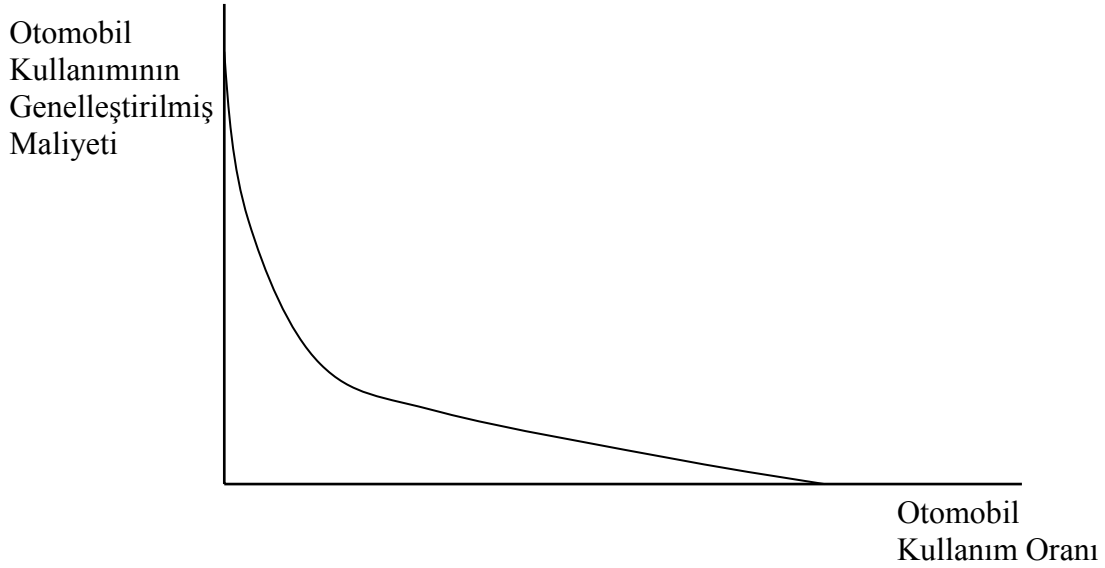
- **Otopark politikaları ile kısıtlama:** Merkez bölgelerde yeni otopark alanları yaratmayarak bu bölgeleri otomobil için çekici olmaktan çıkarmak, merkez bölgelerin dışında ve özellikle hafif raylı sistem durakları yakınında “park et ve bin” tesisleri kurmak ve otomobil kullanıcılarının hafif raylı sisteme aktarma yapmalarını kolaylaştırmak.
- **Fiyatlandırma politikaları ile kısıtlama:** “Kullanan öder” ve “kirleten öder” ilkelerine göre otomobillerin kent merkezine girişlerini ücretlendirmek, merkez bölgelerdeki park ücretlerini arttırmak. (Eskişehir Ulaşım Ana Planı, 2003)

Tez çalışmasında esas itibarıyla; Eskişehir'deki türel dağılımda küçük kaymalar (örneğin özel otomobil kullanımının %1'inin toplu taşımaya kayması) yaratabilecek birtakım politikaların oluşturulması (park et ve bin uygulamasının daha sağlıklı bir şekilde ele alınması, Eskişehir için oldukça uygun olan yaya ulaşımı ve bisiklet ulaşımının geliştirilmesi gibi) ve bu durumdaki çevresel etkilerdeki değişimin gösterilmesi hedeflenmiştir. Önlem maliyeti içine; söz konusu bu kaymaları oluşturabilecek çalışmaların Eskişehir için maliyetlerinin katılması planlanmıştır.

Otomobil kullanımının azaltılmasına ilişkin temel esas olarak; kentsel ulaşımında yalnızca toplu taşımın kalitesini, hizmet düzeyini yükselten ve kullanıcıya maliyetini düşüren politikalar çoğunlukla yolculuk talebini özel otomobilden toplu taşıma istenilen oranda çekmekte yeterli olmamakta, buna karşın kamuya ek maliyetler getirmektedir. Dolayısı ile bu politikalar özel otomobil kullanımını sınırlandırıcı birtakım önlemler ile birleştirildiğinde istediğimiz talep kaymasını gerçekleştirilebilecektir. Buradan hareketle Eskişehir örneği üzerinde yapılması hedeflenen “önlem maliyeti” çalışmasında söz konusu politikaların maliyetinin ele alınması planlanmıştır. (Elker, 1999)

Özel otomobilden toplu taşıma kaymada, iki ulaşım türü arasındaki talep elastikiyeti oldukça önemlidir. Buradan hareketle, çalışmada Eskişehir kenti için gerekli olan önemli birtakım unsurların (gelir dağılımı, kentin büyüklüğü, toplu taşıma ile ilgili faktörler, trafik sıkışıklığı ile ilgili değerler gibi) Eskişehir Ulaşım Ana Planından bulunması mümkündür. Otomobil kullanımının genelleştirilmiş maliyetini arttırdıkça otomobil kullanım oranı, gelir dağılımına yaklaşık paralel olarak azalacaktır. Söz konusu durum Şekil 4.1'de gösterilmektedir. Eskişehir'deki mevcut durumdaki gelir

dağılımını irdelediğimizde, Eskişehir Ulaşım Ana Planı çalışması sırasında örnek alınan nüfusun % 89.3'ü düşük, % 9.7'si orta, % 1.0'si yüksek gelir grubundadır. (Eskişehir Ulaşım Ana Planı, 2003)



Şekil 4.1 Otomobil Kullanımının Genelleştirilmiş Maliyeti ile Otomobil Kullanım Oranı arasındaki ilişki

4.2 Park Et ve Bin Uygulaması

Sürdürülebilir ulaşım sistemlerini esas alan kentsel ulaşım planlarında oldukça sık olarak karşılaştığımız “park et ve bin” uygulaması, özellikle karayolu trafiği (dolayısı ile özel otomobil kullanımı fazla olan) kentlerde sağlıklı bir toplu taşıma sisteminin yerleştirilmesinde ve uzun vadede optimum çözümlere ulaşılmasında ve sistemin doğru bir şekilde işleyişinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Park et ve bin uygulaması, küresel ölçekte çözümler sınıfında olmasa da, kentsel ortamda ciddi faydalar oluşturmaktadır. Söz konusu uygulamanın, kent merkezi trafiğinin rahatlamasında, toplu taşıma payının arttırılmasında (özellikle özel otomobil kullanıcılarının toplu taşımaya çekilmesinde), gürültü sorunu çözümünde yapacağı önemli katkılar bulunmaktadır. (Parkhurst, P., G., 1996)

Park et ve bin sisteminin sağlıklı işleyebilmesi (özellikle kent merkezindeki otomobil trafiğinin azaltılması, toplu taşımanın arttırılmasında) için uygulamanın birtakım politikalarla (merkezi alanlardaki otoparkların ve yol kenarı parkların şartlarının zorlaştırılması gibi) desteklenmesi gerekmektedir. Bireysel ulaşımın sınırlandırılmasında bisiklet ve yaya yollarının oluşturulması da etkili bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Park et ve bin uygulaması ile kent merkezindeki yoğun trafiğin bir kısmının merkez dışına taşınması mümkündür. Söz konusu uygulama ile merkezden dışarı doğru taşınan trafiğin kentin yayılarak büyümesinde etkili olacağı daha önce yapılan örneklerde ortaya çıkmıştır. (Cairns, 1998; Parkhurst, 2000)

Bu uygulama özellikle ABD.'deki kentin dışına doğru yayılmış yerleşimi bulunan kentlerde toplu taşımacılık sistemlerinin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. “Park et ve bin” uygulamasında söz konusu alan ile ilgili olarak “bulunduğu yer, dizayn özellikleri, mülkiyet durumu” oldukça önemli hususlardır. Uygulamanın gerçekleştiği alanlar, genel anlamda toplu taşımayı kullanacak insanların toplandığı aynı zamanda da otomobillerinin uzun süreli bekledikleri alanlardır. Dolayısı ile bu alanların insanların ortak yaşam alanları gibi düşünülüp değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu konu ile ilgili yapılmış çalışmalarda; bu alanların konfor açısından (aydınlatma, sığınma vb.) üst düzeyde olması ve yine bu alanların içinde birtakım önemli noktaların (banka şubelerinin, gazete bayilerinin, birtakım makinelerin (otomatik kola, yiyecek makineleri gibi), kuru temizlemecilerin, otomobiller için (bakım, yıkama, kiralama) yerlerinin, alışveriş merkezlerinin vb.) oluşturulması sonucu bu alanların insanlar için çekim merkezleri haline getirilmesi önemle vurgulanmaktadır. (TCRP Report 95, 2004)

Bu alanlar özellikle otomobillerin park edilip toplu taşıma aracına binilmesi amacı ile yapıldığı için, bu alanlarda otomobillerin park edilmesinden ya çok düşük ücret alınması ya da ücret alınmaması uygulamanın sağlıklı bir şekilde işleyişi için oldukça önemlidir.

Park et ve Bin uygulaması, kent merkezindeki tıkanmalarda önemli ölçüde rahatlık sağlamanın yanı sıra enerji tüketimi ve hava kirliliğinin azalmasında etkili olmaktadır. (Parkhurst, 1995)

Bu uygulama esasında; özellikle kent merkezindeki otomobil kullanımını azaltarak toplu taşımanın oranının arttırmak amacı için yapıldığına göre, toplu taşıma sistemi içinde söz konusu park alanlarının ve toplu taşıma sistemi içindeki durakların yerlerinin

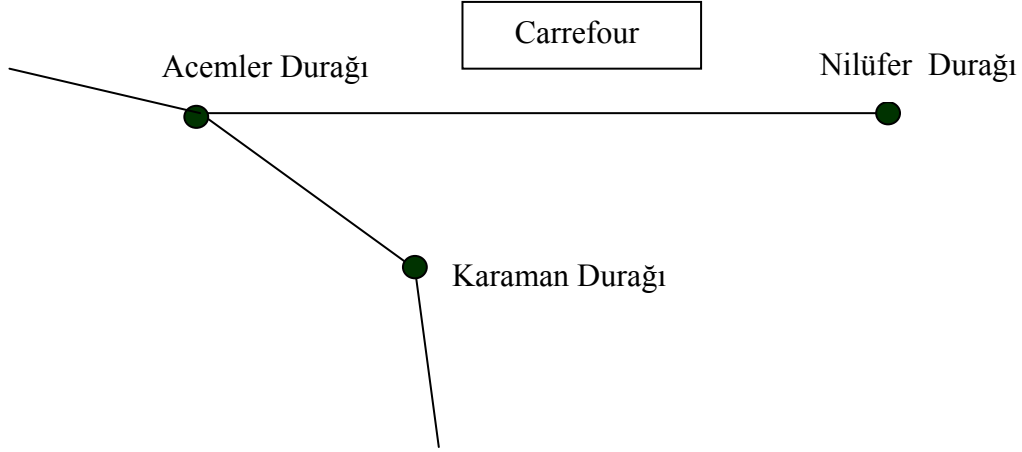
doğru bir şekilde seçilmesi, önemli bir nokta olarak karşımıza çıkmaktadır. Örneğin bu sistem içinde, insanlar ilk binecekleri duraklar için uzun yürüme mesafelerini kabul etmeyeceklerdir. Dolayısı ile seçilecek park alanları ve durak yerlerinin konumları sistemin işleyişini direkt olarak etkilemektedirler.

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 zor olacaktır. (TCRP,1998)

Park et ve bin ile ilgili çalışma yapılacak alanlar seçilirken kent içindeki önemli noktalara dikkat edilmesi gerekmektedir. Şekil 9.'da görüldüğü üzere kent içi raylı taşımacılık ile ilgili duraklar seçilirken önemli noktalar (büyük alış veriş merkezleri, sportif tesisler vb.) ile karşılıklı anlaşma sağlanarak (örneğin, alış veriş merkezi civarında park et ve bin ile ilgili çalışmanın alış veriş merkezi tarafından yapılması, bunun karşılığında raylı taşımanın durağının bu merkeze konulması ile bu noktanın daha fazla çekim merkezi haline getirilmesi mümkün olabilecektir.) Burada önemli bir noktada yapılacak bu çalışmalar sırasında oluşturulan alanların, otomobilini park edip toplu taşımaya bineceklerin kullanmasını temin edebilmektir. Aksi halde bu alanların civarında yerleşik durumda bulunanlar bu alanları normal park alanı olarak kullanabilir. Bütün bunlar sağlandığında insanların toplu taşım ile ilgili tercihleri üzerinde olumlu etkiler olacağı açıktır.

Park et ve bin uygulamasında, park alanlarının yerlerinin doğru bir şekilde belirlenmesi, elde edilecek faydaların yüksek, maliyetlerinde az olmasının sağlanması açısından önemlidir. Yerleşimi doğru yapılan park ve bin alanları ile toplu taşıma sisteminin verimliliğinin artacağı açıktır. (Wang, Yang, Lindrey, 2003)

Şekil 4.2'de Bursa Hafif Raylı sistemine ait durakların küçük bir kısmı gösterilmektedir. Şekildeki duraklarda, yukarıda bahsedilen şekilde bir uygulamanın yapılamamış olduğu görülmektedir.



Şekil 4.2 Bursa Hafif Raylı Taşımacılık ile ilgili duraklara ait bir örnek

4.3 Bisiklet / Yaya Uygulamaları

Bisiklet ve yaya seçenekleri üç şekilde değerlendirilebilir;

- Ana tür olarak
- Besleyici (feeder) olarak
- Dolaşım amaçlı (ulaşılacak bölgede hareketlilik imkanı sağlayan)

Yaya ve bisikletli ulaşım türlerini desteklemek amacı ile alt yapıda, yaya kaldırımları, bisiklet yolları tamamlanmalıdır. Eskişehir kent örneğinde konuyu incelediğimizde, yaya ve bisiklet geçitlerinin yer ve dizaynları hassas bir şekilde ele alınmalı, motorlu araç sürücülerinin ihlallerine göz yumulmaması için gerekli tedbirler alınmalıdır. Aynı zamanda yaya ve bisikletlinin yoğun olduğu kesimlerde hız limitleri konulmalı, trafik yavaşlatma ilgili esaslar (hız kesici kasisler gibi) yerine getirilmelidir. Yaya ve bisiklet ulaşımı ile toplu taşımayı birlikte düşünerek, toplu taşıma ile ilgili duraklara yada ortak seyahat yolcu alma/bırakma noktalarında güvenli yolcu korunakları ve bisiklet parkları yapılmalıdır. (Erel ve Yüksel, 1997)

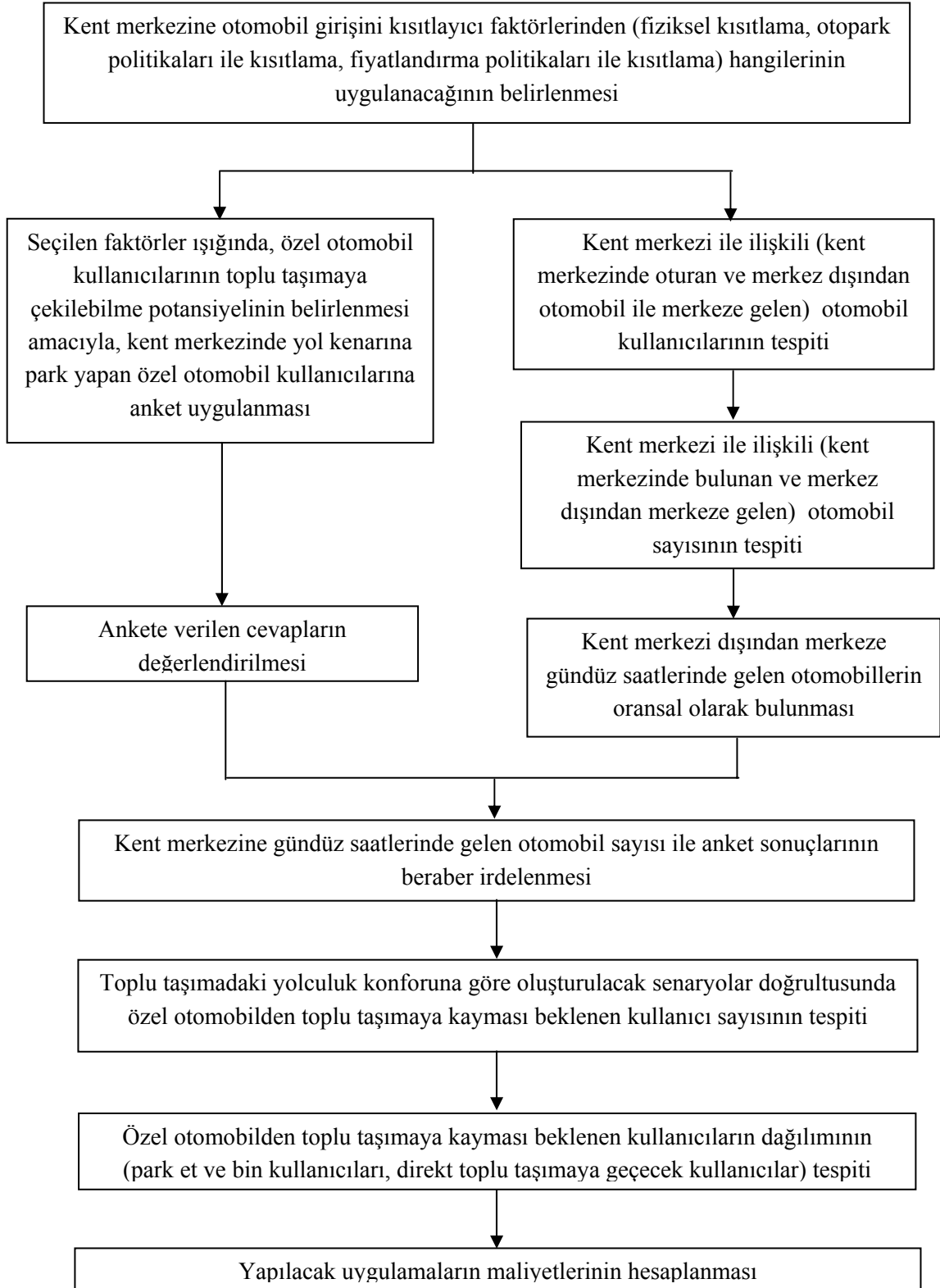
5. KENTSEL ULAŞTIRMADA OTOMOBİLDEN TOPLU TAŞIMAYA YÖNLENDİRİLMEDE “PARK ET VE BİN” UYGULAMASININ KATKISINI DEĞERLENDİRMEYE YÖNELİK MODEL ARAŞTIRMASI

Kentlerimizdeki plansız gelişme, kentsel ulaşımındaki sıkıntıların gün geçtikçe artmasına yol açmaktadır. Ülkemizde geçmişten gelen alışkanlıklar ve kent trafiğinde denetimlerin yeterli düzeyde olmaması özellikle kent merkezlerindeki yolların trafiği kaldıramaz hale gelmesine sebep olmuştur. Sorunların esas nedenleri, ulaşım taleplerinin yönetilmemesi ve yönlendirilmemesi, kentlerimizin alt yapılarının, motorlu taşıt trafiğinin talepleri doğrultusunda geliştirilmiş olmasıdır.

Dolayısı ile günümüzde kent merkezlerimiz, artan araç trafiğine yetersiz kalan yol genişlikleri, bu yollarda artan araç parkı sorunu, artan gecikmeler ve sıkışıklık sorunlarıyla karşı karşıyadır. Kent merkezindeki bu yolların, hem ulaşım amaçlı kullanılmaları hem de yol kenarına park eden araçlar tarafından kullanılmaları sebepleriyle aşırı yüklenmeler oluşmaktadır. Bugün birçok şehir merkezinde bulunan ana caddelerde zirve saatlerde dahi, her yönde iki şerit yol kenarı parka rastlamak mümkündür. 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.

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 aktarılabilceğinin belirlenmesi önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada söz konusu sorunun çözüme kavuşması için izlenebilecek bir metot ve bu doğrultuda izlenecek yol gösterilmektedir.

Özel otomobil kullanıcılarının toplu taşımaya aktarılma potansiyelinin belirlenmesi için yapılması gereken uygulamalar ve izlenecek yol Şekil 5.1’de gösterilmektedir.



Şekil 5.1 Özel otomobil kullanıcılarının toplu taşımaya aktarılma potansiyelinin belirlenmesi

5.1 Kent Merkezine Otomobil Girişini Kısıtlayıcı Faktörlerin Belirlenmesi

Otomobil kullanıcılarının toplu taşımaya kayma potansiyelinin belirlenmesi ile ilgili yapılacak olan çalışmada, ilk safhayı kent merkezine otomobil girişini kısıtlayıcı faktörlerin belirlenmesi oluşturmaktadır. Kısıtlayıcı faktörlerin belirlenmesinde, kentin yapısı, kentteki ulaşım ile ilgili sorunlar ön planda tutulmalıdır. Bu faktörlerin doğru seçildiği oranda daha çok otomobil kullanıcısının toplu taşımaya çekilmesi mümkün olacaktır. Konu ile ilgili olarak gelişmiş ülkelerdeki önemli kentlerde yapılan uygulamalar incelendiğinde, otomobillerin kent merkezine girişlerini kısıtlamada üç farklı kısıtlama uygulamasından (fiziksel kısıtlama, otopark politikaları ile kısıtlama ve fiyatlandırma politikaları ile kısıtlama) birinin yada birkaçının beraber denendiği görülmektedir.

Kentlerimizdeki yapıyı düşündüğümüzde, yol kenarı park sorunu oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Dolayısı ile karar verilen kısıtlama faktörleri arasında, otopark politikaları ile kısıtlama faktörünün mutlaka yer alması doğru olacaktır.

Özel otomobil kullanıcılarının toplu taşımaya kayma potansiyelinin belirlenmesi amacıyla anket uygulaması gerekli görülmüştür. Modelde kullanılan anket çalışması, otopark politikaları ile kısıtlama seçeneği doğrultusunda hazırlanmıştır. Anket sorularının doğru politikalar doğrultusunda hazırlanması oldukça önemlidir. Aksi halde, otomobilden toplu taşımaya olacak kaymalarda yanlış sonuçlara ulaşılabacaktır.

5.2 Kent Merkezinde Yol Kenarı Park Eden Özel Otomobil Kullanıcılarına Anket Uygulanması

Kent merkezine araç girişini kısıtlayıcı politikalardan hangisi yada hangilerinin uygulamaya geçirileceğine karar verildikten sonra, söz konusu uygulamalar hayata geçirildikten sonra ortaya çıkacak tablonun istatistiksel olarak belirlenmesi gerekmektedir. Buradan hareketle, özel araç kullanıcılarının uygulamalardan sonra ortaya çıkacak durum ile ilgili taleplerinin belirlenmesi için anket çalışmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Anket çalışmasının,

- doğru yerde,
- doğru zamanda,

- doğru kişilerle,
- doğru sorular çerçevesinde,
- kabul edilecek hata limitinde ve örnekleme oranında, yeterli sayıda yapılması oldukça önemlidir.

Bu çalışmada esas olarak kent merkezi ile ilişkili otomobil kullanıcılarının dikkate alınması sebebiyle, anket yeri olarak kent merkezindeki zonlar düşünülmüştür. Anket çalışmasının kent merkezindeki otomobil trafiğinin en fazla olduğu zamanlarda yapılması doğru sonuçlara ulaşılması açısından önemlidir. Dolayısı ile anket, mesai günlerinde ve zirve saat trafik saatlerinde yapılmıştır. Çalışmada ulaşılması hedeflenen kitle, kent merkezine otomobilleri ile gelerek, yol kenarı park yapmak suretiyle kentsel ulaşımındaki sorunları arttıran (yolların daralması, gecikme ve sıkışıklıkların artması) otomobil kullanıcılarıdır. Buradan hareketle, anket çalışmasını kent merkezine özel otomobili ile gelen ve yol kenarına park eden sürücüler üzerinde yapılması çalışmanın amacına ulaşması açısından doğru olacaktır. Sürücülere sorulacak sorular;

- sürücülerin neden toplu taşımayı tercih etmedikleri,
- hangi düzenlemeler olursa (kent merkezinde yol kenarı park ile ilgili düzenlemeler, toplu taşıma durakları ile ilgili, vb.) toplu taşımayı tercih edecekleri,
- toplu taşımayı tercih etmeleri için toplu taşıma araçlarındaki konfor imkanlarının nasıl olması gerektiği,
- özel araçlarından toplu taşımaya aktarma imkanları (park et ve bin uygulaması) ile ilgili cevapları alabilecek tarzda olmalıdır.

Anket çalışmanın kaç kişiye uygulanacağı denklem 5.1 ve 5.2 yardımı ile bulunabilmektedir. (Gülgeç, 1998)

$$x = 1.96 \sqrt{\frac{1-k}{mk}} \quad (5.1)$$

$$n = m \times k \quad (5.2)$$

Denklem 5.1’de %95 olasılıkla örneklemede hata limiti formülüdür. Formülde;

x = hata limiti,

k = örnekleme oranını

m = esas alınan nüfusu göstermektedir.

Denklem 5.2’de bulunan örnekleme oranı ve esas alınan nüfus değerlerine bağlı olarak anket çalışmasında kaç kişiye soru sorulması gerektiğini göstermektedir.

n = anketin uygulanacağı kişi sayısını göstermektedir.

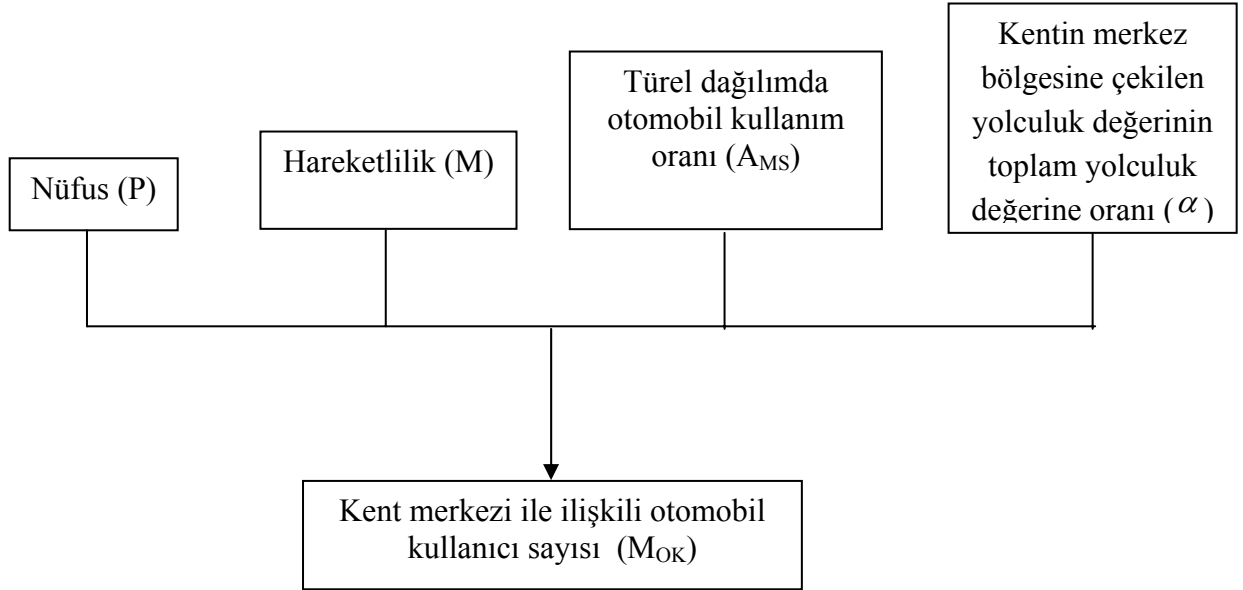
5.3 Ankete Verilen Cevapların Değerlendirilmesi

Bu safha, ankette verilen cevaplar bilgisayar ortamında toplandıktan sonra cevaplara ait oranların belirlendiği safhadır. Cevapların yorumlanması ve hangi uygulamaların yapılacağına karar verilmesi bu aşamanın en önemli noktasıdır. Zira bu aşamada elde edilen sonuçlar diğer safhalarda kullanarak, özel otomobilden toplu taşımaya kayacak olan kullanıcı sayısı (park et ve bin kullanıcıları, direkt olarak toplu taşımaya kayacak kullanıcılar, vb.) tespit edilecektir.

5.4 Kent Merkezi İle İlişkili Otomobil Kullanıcı Sayısının Tespiti

Anket çalışması sonucunda alınan cevapların değerlendirilmesinin ardından elde edilen sonuçların daha doğru bir şekilde kullanılması için; öncelikle merkezle ilişkili olan otomobil kullanıcıları hesaplanmalıdır. Ardından da bu kullanıcılar içinde anket çalışmasının temsil ettiği asıl popülasyonun doğru olarak bulunması gerekmektedir.

Kent merkezi ile ilişkili otomobil kullanıcılarını bulabilmek için gerekli olan parametreler; nüfus, hareketlilik, türel dağılımda otomobil kullanım oranı, kentin merkez bölgesine çekilen yolculuk değerinin toplam yolculuk değerine oranıdır. Şekil 5.2’de kent merkezi ile ilişkili otomobil kullanıcılarının bulunmasında kullanılacak parametreler şematik olarak gösterilmektedir. Kullanılan parametrelerin her biri, seçilen hedef yılına kadar olan süre (15-20 yıl) için periyodik aralıklarla (örneğin 5’er yıl ara ile) önceden belirlenmiş senaryolar çerçevesinde hesaplanmalıdır. Yapılacak uygulamalar, hayata geçirildikten sonra yine periyodik aralıklarla revize edilebilecek ve nihayetinde hedef yılı parametrelerine adapte olabilecek şekilde planlanmalıdır.



Şekil 5.2 Kent merkezi ile ilişkili otomobil kullanıcı sayısının belirlenmesinde kullanılacak parametreler

Nüfus (P); kentin nüfusu belirlenecek senaryolar dahilinde uzun vadeli (15-20 yıl) süreleri içine alacak şekilde hesaplanmalıdır. Belirlenmiş senaryolar çerçevesinde uygulama için seçilen hedef yılına kadar olan süre için periyodik aralıklarda (örneğin 5'er yıl ara ile) nüfus değerleri belirlenmelidir. Dikkate alınması gereken ilk nüfus değeri, söz konusu uygulamanın hayata geçirildiği (gerekli inşaa çalışmalarının tamamlanmasından sonra) yıldaki nüfus değeridir.

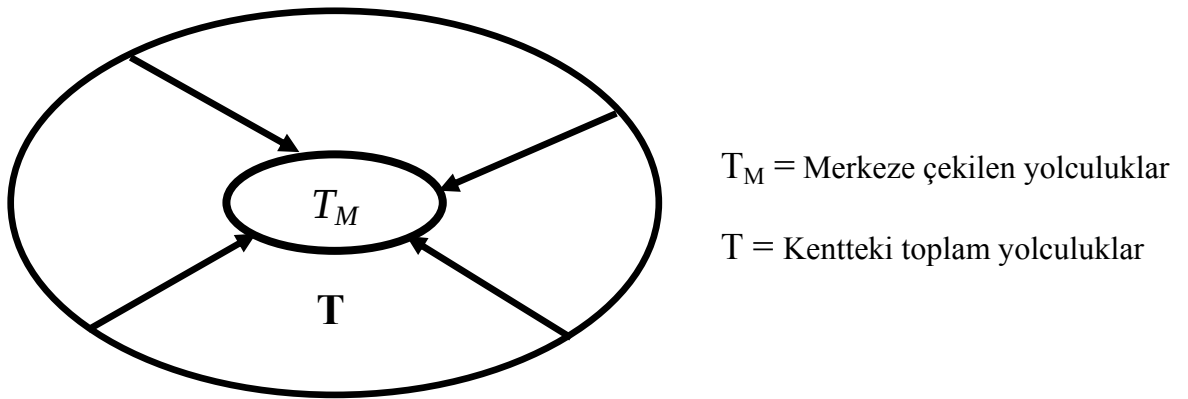
Hareketlilik (M); bir ulaşım modeli için en temel verilerden biri olan hareketlilik değeri, kentsel yolculuk hareketlerinin en önemli göstergelerinin başında gelmektedir. Kişi başına günlük ortalama yolculuk sayısı anlamına gelen bu değer içinde belirlenmiş senaryolar çerçevesinde uygulama için seçilen hedef yılına kadar olan süre için periyodik aralıklarda (modelde kullanılan bütün parametreler, nüfus parametresindeki dönemler içinde belirlenmelidir) hareketlilik değerleri belirlenmelidir.

Türel dağılımda otomobil kullanım oranı (AMS); hedef yılı ve bu süreye kadar olan süreçte belirli aralıklarla günlük araçlı yolculukların dağılımı aynı zamanda özel otomobil sayıları belirlenmelidir. Hedef yılındaki dönemde beklenen toplu taşıma ve

özel otomobillerin günlük yolculuklardaki payının, uygulamanın hayata geçirildiği dönemdeki oranlar ile aynı düzeyde olması, uygulamanın doğru olarak işleyişinin göstergesi olacaktır.

Kentin merkez bölgesine çekilen yolculuk değerinin toplam yolculuk değerine oranı (α); daha önceden kent trafik analiz bölgelerine (zonlara) ayrılarak her bölgede yapılacak ev anketleri ile her bölge için yaratılan ve çekilen yolculuklar belirlenip ardından gelecek için tahminler yapılmalıdır. Yapılmış olan kent ulaşım ana planlarında çoğunlukla analiz bölgeleri olarak mahalleler alınmıştır. Gelecek için tahminler yapılırken söz konusu bölgenin nüfus, istihdam, öğrenci sayıları, hastaneler ile ilgili verilere (yatak sayıları vb.), gelir düzeyi parametrelerine bağlı olarak ulaşım modeli kullanarak yapılmalıdır. (Eskişehir Ulaşım Ana Planı Sonuç Raporu)

Anket çalışmasının yapıldığı kent merkezindeki zonları içine alan bölgedeki yolculuk çekim değerleri ve bunların toplamı belirlenmelidir. Daha sonra kent genelindeki yolculuk çekim değerleri ve toplam yolculuk çekim değeri belirlenir. Şekil 5.3’de toplam yolculuklar ve merkeze çekilen yolculuklar şematik olarak gösterilmektedir. Bu oran kentteki otomobil kullanıcıları içinde merkez ile ilişkili otomobil kullanıcılarının bulunmasında modele çarpan olarak girecektir.



Şekil 5.3 Toplam yolculukların ve merkeze çekilen yolculukların şematik gösterimi

$$\alpha = \frac{T_M}{T} \quad (5.3)$$

Denklem 5.3’de merkeze çekilen yolculukların kent genelinde bölgelerin çektiği toplam yolculuklara oranını göstermektedir.

Merkez İle İlişkili Otomobil Kullanıcı Sayısı(M_{OK}) : Nüfus $\times$ hareketlilik $\times$ türel dağılımda otomobil oranı $\times$ merkez bölgeye çekilen yolculuk değerinin toplam yolculuk değerine oranı olarak gösterilmek istenirse denklem aşağıdaki şekilde olur;

$$M_{OK} = P \times M \times A_{MS} \times \alpha \quad (5.4)$$

5.5 Kent Merkezi İle İlişkili Otomobil Sayısının Belirlenmesi

Bu aşamada; kentteki özel otomobillerin doluluk oranlarının tespit edilmesi gerekmektedir. Kentte farklı noktalarda zirve saatlerde yapılacak sayımlar sonucunda kişi/ otomobil olarak bulunan doluluk oranı ile M_{OK} değeri kullanılarak kent merkezi ile ilişkili otomobil sayısı bulunabilmektedir. Merkez ile ilişkili otomobil sayısını “ M_{OS} ” ile gösterilmesi, otomobil doluluk oranını “ d ” halinde; merkez ile ilişkili otomobil sayısı denklem 5.5 yardımı ile bulunabilir.

$$M_{OS} = \frac{M_{OK}}{d} \quad (5.5)$$

5.6 Merkez İle İlişkili Otomobillerden Merkeze Gündüz Gelenlerin (Merkez Dışından) Payının Belirlenmesi

Kent merkezinde yapılan anket çalışmasında esas hedeflenen merkez dışından merkeze gelerek otomobillerini yol kenarına park eden sürücüler üzerinde anket çalışmasının yapılmasıdır. Dolayısı ile esas alınan popülasyon merkez dışından merkeze gelerek yol kenarı park yapan sürücülerdir. Kent merkezi ile ilişkili otomobil sürücülerinden bir kısmının merkez bölge içinde yani anketin yapıldığı bölge içinde ikamet ediyor olması sebebiyle merkez ile ilişkili otomobillerin bir P_G katsayısı ile çarpılarak çalışmada kullanabilecek esas popülasyona ulaşılması doğru olacaktır. Dolayısı ile P_G katsayısının bulunabilmesi için merkezde bulunan otoparklarda anket yapılmasına gerek vardır. Anket çalışmasında merkez bölge içinde bulunan otoparklarda gündüz park edilen araçlarla, gece park edilen araçlar (merkez bölge içinde

ikamet edenleri temsil etmektedir) arasındaki oranın bulunması hedeflenmektedir. Otoparklar da yapılacak anket çalışmasında;

- Otoparkın kapasitesi
- Gecede aracını park edenler (genellikle o bölgede ikamet edenler, dolayısı ile abone olarak yerleri ayrılmış olanlar)
- Gündüz aracını park edenler ile ilgili sorulara cevaplar aranması gerekmektedir.

Otoparklardan elde edilecek oran (P_G) ile merkez ile ilişkili otomobil sayısı çarpılarak merkeze gelen özel otomobillerden gündüz saatlerinde park edilen sayısına yani çalışmada esas olan popülasyona ulaşılmaktadır. Denklem 5.6'daki eşitlik söz konusu durumu ifade etmektedir.

$$M_O = M_{OS} \times P_G \quad (5.6)$$

M_O = Merkeze gelen özel otomobillerden gündüz saatlerinde park edilen sayısı

5.7 Merkeze Gündüz Gelen Otomobiller İle Anket Sonuçlarının Beraber Analiz Edilmesi

Özel araç yolculuklarının toplu taşımaya aktarılma potansiyelinin belirlenmesi amacıyla düzenlenen anket çalışması sonucunda, sürücülerin toplu taşıma ile ilgili düşünceleri ortaya çıkarılmış olacaktır. Merkezde yol kenarına park eden özel otomobil kullanıcılarının verdikleri cevaplar istatistiksel olarak düzenlendiğinde ortaya çıkan sonuçlar yapılacak uygulamalara olacak talep ile ilgili değerleri de ortaya çıkaracaktır. Ankete verilen cevaplar incelendiğinde, sürücülerin ne kadarının “park et ve bin” uygulamasını hemen kabul edeceği, ne kadarının toplu taşımadaki yolculuk konforuna göre aracını “park et ve bin” alanına bırakarak toplu taşımayı kullanmayı kabul edeceği ortaya çıkacaktır. Dolayısı ile ankete verilen cevaplar sürdürülebilir ulaşım bağlamında kent merkezindeki park sorununun çözümü ile ilgili yapılması gerekenleri sayısal olarak gösterecektir.

Özel araç kullanıcılarının ulaşım ile ilgili tercihlerinde konfor faktörü oldukça önemlidir. Dolayısı ile özel araç kullanıcılarının toplu taşımayı tercih etmeleri ile ilgili çalışmalarda toplu taşımadaki yolculuk konforunun etkisinin gösterilmesi gereklidir.

Anket çalışması incelendiğinde, sürücülerin bir kısmının toplu taşımadaki her türlü oturma imkanında “park et ve bin” uygulamasını tercih edeceği görülecektir. Bu sürücüler “hazır potansiyel” olarak düşünülüp, bu talebe karşılık gelen toplu taşımadaki yolculuk konforu dahilinde uygulamaların ayrı bir şekilde ele alınması gerekmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, belli bir orandaki sürücülerin “park et ve bin” uygulamasını belli şartlar altında (toplulu taşımadaki yüksek yolculuk konforu, otomobilden toplulu taşımaya aktarma imkanlarının iyileştirilmesi) bazen kabul edecekleri görülecektir. Bu sürücüler “koşullu potansiyel” olarak ele almak doğru olacaktır. Yani koşullu potansiyel de ortaya çıkacak oranı aynen almayıp, anketteki diğer sorulara verilen cevaplar incelenerek, bu oranı 1’den küçük bir katsayı ile çarparak ortaya çıkacak oranı ele almak doğru olacaktır. Yeni oluşan “koşullu potansiyel” oranına göre de yapılması gereken düzenlemelerin ayrı bir şekilde ele alınması gerekmektedir.

Dolayısı ile anket sonuçlarına göre; özel araç sürücülerinin toplulu taşımayı hangi şartlarda ve oranlarda tercih edebileceği, söz konusu oranlarda kayma için hangi düzenlemelerin yapılması gerektiği ortaya çıkarılmalıdır.

Daha sonraki aşamalarda; özel araç sürücülerinin tercihlerine karşılık gelen düzenlemeler ile ilgili maliyetlerin ortaya çıkarılması, çalışmanın “çevresel etkilerdeki azalmanın önlem maliyeti” tarzında düşünülebilmesi için gereklidir.

5.8 Özel Otomobilden Toplulu Taşımaya Kayacak Kullanıcı Sayısının Belirlenebilmesi İçin Toplulu Taşımadaki Oturma Durumuna Göre Senaryolar Oluşturulması

Bu aşamada; sürücülerin tercihleri ile ilgili olarak ortaya çıkan son duruma göre senaryoların oluşturulması, her senaryonun kendi içinde ele alınması gerekmektedir.

Senaryo I için, “koşullu potansiyel” ve “hazır potansiyel” olarak ele aldığımız sürücülerin oranlarının toplamının ele alındığı senaryo tanımlaması yapmak mümkündür. Bu senaryoda koşullu olarak toplulu taşımayı tercih eden sürücüler olması sebebiyle, toplulu taşımadaki yolculuk konforunun yüksek olması (örneğin toplulu taşımadaki yolculuk konforu 4 yolcu/m² için) hali için düzenlemeler ele alınmalıdır. Buradan hareketle bu senaryoda, toplulu taşımadaki yolculuk konforunun yüksek olması halinde “park et ve bin” uygulamasını tercih edecek sürücüler ile bu uygulama ile toplulu

taşımaya kayması beklenen özel otomobil kullanıcı sayısının belirlenmesi hedeflenmektedir. Bunların yanında, daha sonraki aşamalarda, söz konusu şartlar altında yapılacak uygulamaların maliyetlerinin ortaya çıkarılması mümkün olacaktır.

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 alınmalıdır. 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 sayısının belirlenmesi ve bu şartlar altındaki uygulamaların maliyetlerinin ortaya çıkarılması mümkün olacaktır.

Sonuç olarak 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)

5.9 Toplu Taşımaya Kayacak Özel Otomobil Kullanıcı Sayılarının Belirlenmesi ve Yapılacak Uygulamaların Maliyet Hesabı

Özel otomobil kullanıcılarının toplu taşımaya kayma potansiyelinin belirlenmesi amacı ile uygulana anket çalışması sonucunda, farklı yollardan toplu taşımaya kayma (direkt toplu taşımayı kullanacak, park et ve bin kullanıcıları, vb.) ile ilgili oranlara ulaşılmıştır.

Bu aşamada, merkeze gündüz gelen otomobiller ile anket sonuçlarının beraber irdelenmesinin ardından toplu taşımadaki yolculuk konforu esas alınarak oluşturulan senaryolar dahilinde “park et ve bin” uygulamasını tercih edecek kullanıcılar ele alınır. Bu uygulamayı tercih edecek otomobil sayıları, uygulama ile beraber toplu taşımaya kayması beklenen özel otomobil kullanıcı sayıları belirlenir. Ardından söz konusu uygulamaların hayata geçirilmesi için gerekli maliyetler hesaplanır.

5.9.1 Park et ve bin kullanıcı sayılarının, toplu taşımaya kayacak özel otomobil kullanıcı sayılarının belirlenmesi

Merkeze gündüz gelen otomobil sayısı daha önceki aşamalarda belirlenmiştir. Ardından oluşturulan senaryolar çerçevesinde anket sonuçlarının irdelenmesi sonucunda oluşturulan, Senaryo I ve Senaryo II’ deki potansiyeller ile ilgili oranlara ulaşılmıştır. Bu oranlar ile merkeze gelen özel otomobillerden gündüz saatlerinde park edilen sayısı çarpılarak park et ve bin alanları için esas alınacak otomobil sayısına ulaşılmaktadır. Bu durum 5.7 denkleminde gösterilmektedir.

$$R_P = M_O \times \gamma \quad (5.7)$$

R_P = Oluşturulacak park et ve bin alanları için esas alınacak otomobil sayısı

M_O = Merkeze gelen özel otomobillerden gündüz saatlerinde park edilen sayısı

γ = Anket sonuçlarının irdelenmesi sonucunda oluşturulan senaryolardaki potansiyeller ile ilgili oran

Oluşturulacak park et ve bin alanları için esas alınacak otomobil sayısı bulunduğundan sonra bu değer ile daha önceden belirlenmiş olan “otomobil doluluk oranı” değeri kullanılarak toplu taşımaya kayması beklenen özel otomobil kullanıcıları belirlenmiş olur. Söz konusu durum 5.8 denkleminde gösterilmektedir.

$$T_{OK} = R_P \times d \quad (5.8)$$

T_{OK} = Özel otomobilden toplu taşımaya kayması düşünülen yolcu sayısı

R_P = Oluşturulacak park et ve bin alanları için esas alınacak otomobil sayısı

d = Otomobil doluluk oranı

5.9.2 Yapılacak uygulamaların maliyetlerinin hesaplanması

Park et ve bin kullanıcı sayısının ve toplu taşımaya kayacak özel otomobil yolcu sayısının tespit edilmesinin ardından “park et ve bin” sistemin hayata geçirilmesi için yapılacak uygulamaların maliyetlerinin hesaplanması gerekmektedir. Maliyet hesaplarının yapılabilmesi için, sistem için gerekli düzenlemeler ile ilgili inşa

çalışmalarının bitirilip uygulamanın başladığı dönem ile hedef yılına kadar olan dönemler için model de kullanılacak parametreler belirlenmelidir.

Park et ve bin sistemi ile ilgili olarak yapılacak maliyet hesaplarında, başlıca iki aşamada hesaplama yapılması uygun olmaktadır. Bunlar;

- **Park et ve bin sistemi ile ilgili istimlak maliyeti;** park et ve bin sistemini kullanacak özel otomobiller için, uygulamanın çalışmaya başladığı dönem, hedef yılı ve aradaki dönemler içinde belirli aralıklarda modelde kullanılacak parametreler (özel otomobil sayısı, nüfus, vb.) belirlenmelidir.

Kentteki toplam park et ve bin kullanıcı sayılarının hedef yılına kadar süreç için belirlenmesinin ardından, “park et ve bin alanlarının” yerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu alanları yerlerinin belirlenmesinde kentteki yolculuk çekim değerlerinin esas alınması doğru olacaktır. Kentteki söz konusu alanların yerlerinin belirlenmesinden sonra, kentteki toplam park et ve bin sistemini kullanacak otomobil sayısı, park et ve bin alan sayısına bölünerek, her bir alanda park edilecek otomobil sayısına ulaşılmış olacaktır.

Söz konusu düzenlemelerde, “kademeli inşaat uygulaması” esas alınmalıdır. Hedef yılına ait döneme kadar geçecek süreçte gerekli iyileştirmelerin yapılabilmesi için, istimlak ve çevre ile ilgili düzenlemelerin hedef yılı parametrelerine göre yapılması gereklidir. Kısacası istimlak ve çevre ile ilgili düzenlemelerin hedef yılı parametrelerine göre yapılması, sistemin sürdürülebilirliği açısından önemli ve gereklidir.

- **Park et ve bin sistemi ile ilgili inşaat maliyeti;** sistem ile ilgili istimlak çalışmalarının ve çevre düzenlemelerinin (kamulaştırma çalışmaları) tamamlanmasının ardından, inşaat çalışmalarında başlanmalıdır. İnşaat çalışmalarında başlangıçta; inşaatın bitip, uygulamanın başladığı tarihi takip eden döneme ait (örneğin 5 yıl sonrası) parametrelere göre inşaatın yapılması doğru olacaktır. İnşaat ile ilgili çalışmalarda, hedef yılına kadar olan dönemler içinde, inşaatın kademeli olarak büyütülebileceği bir şekilde dizayn edilmesi sistemin sürdürülebilir olması açısından önemlidir.

Park et ve bin sistemi ile birlikte, özel otomobil yolcularından toplu taşımaya kayma olacağından, diğer bir maliyet hesabı da toplu taşımadaki konfor durumunun iyileştirilmesi ile ilgilidir. Bunlar;

- Mevcut sefer sayılarının yeniden düzenlenmesi.
- Durakların ve aktarma imkanlarının yeniden dizayn edilmesi.
- İlave toplu taşıt araçlarının alınması şeklinde ele alınabilir.

Her iki aşamadaki maliyet hesapları, yukarıda dikkat çekilen noktalara göre yapılmalıdır. Kentin yapısı, gelişme durumu, planlama durumu gibi birçok etken maliyet hesaplarında önemli farklılıklar oluşturacaktır. Bu hesaplamaların ardından, uygulamanın genel durumunun ekonomik ve mali değerlendirmelerinin yapılması doğru olacaktır.

6. MODEL ÇALIŞMASININ ESKİŞEHİR ÖRNEĞİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

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 cevapları istatistiksel olarak değerlendirmek suretiyle sürdürülebilir ulaşım bağlamında çözümler üretilmiştir.

6.1 Kent Merkezinde Yapılan Anket Çalışması

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; (Gülgeç, 1998)

$$x = 1.96 \sqrt{\frac{1-k}{mk}} \quad (5.1)$$

denklemini kullanarak;

$$0.10 = 1.96 \sqrt{\frac{1-k}{70000k}} \quad \text{buradan örnekleme oranı: } k=5.45 \times 10^{-3} \text{ bulunur.}$$

$$n = m \times k$$

(5.2) (Gülgeç, 1998)

denklemini kullanarak

$n = 70000 \times 5.45 \times 10^{-3} = 382$ 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 şunlardır;

1. Şehir merkezi civarına gelme sıklığınız ?

- 1) Hergün 2) 2 günde bir 3) Arasıra

2. Geldiğinizde aracınızı ortalama park etme süreniz?

- 1) 1 saatten az 2) 1-3 saat arası 3) 3 saatten çok

3. Şehir merkezinde park yeri bulmakta zorluk çekiyor musunuz?

- 1) Evet 2) Bazen 3) Hayır

4. Kent merkezinde ara sokaklar dahil bütün yol kenarlarına bedava park etmek yasaklanırsa ve saati 1,5 milyon lira yapılırsa kent merkezine ulaşmak için hangi yöntemi seçersiniz?

- 1) Paralı park yerlerini kullanırım
2) Arabamla en yakın tramvay durağına gidip, arabamı park edip, tramvayla giderim
3) Otobüs veya minibüs ile gitmeyi tercih ederim.
4) Otobüs ile tramvay durağına kadar gidip aktarma yaparım.

5) Bazen paralı parkı, bazen de toplu taşımayı tercih ederim.

5. Evinize en yakın tramvay durağının mesafesi ve adı :

- 1) 300 m den az 2) 300 m- 3 km arası 3) 3 km den çok

Durağın adı.....

6. Otomobilin yüksek maliyetine rağmen neden toplu taşıma araçlarını kullanmıyorsunuz?

- 1) Yolculuk uzun sürüyor
- 2) Çok aktarma gerektiğinden
- 3) Oturduğum yerde toplu taşıma imkânı az
- 4) Mesleğim gereği arabaya bağımlıyım
- 5) Kalabalık ve ayakta yolculuk

7. Belediye şehir merkezinde bedava parkı kaldırıp, Merkez dışında önemli tramvay duraklarında ücretsiz ve güvenli otoparklar yapmayı planlıyor. Tramvayda oturma imkânınız ne olursa bu park alanlarına aracınızı park edip tramvaya binersiniz?

- 1) Kesinlikle bu sistemi tercih etmem
- 2) Bazen oturarak bazen ayakta gideceksem tercih ederim
- 3) Ayakta kalacağımı bilsem de tercih ederim
- 4) Kesinlikle oturarak gideceksem tercih ederim.

8. Merkez dışındaki bu park yerlerinde Migros gibi alışveriş merkezi, bankamatik vs. olsa, bu sistemi kullanma isteğinizi arttırır mı ?

- 1) Evet 2) Kısmen 3) Hayır

9. Kent merkezinde yol kenarı parkların paralı hale getirilmesi planlanmaktadır. Paralı park olsaydı şu anda 1 saatlik park için en fazla ne kadar verirdiniz?

- 1) 2 milyon 2) 1,5 milyon 3) 1 milyon 4) 500 bin

10. Eviniz tramvayın hangi hattına en yakındır?

- 1) SSK 2) O.G.Ü 3) Otogar 4) Opera

11. Sizce ailece toplu taşımayı kullansanız günlük ne kadar tasarruf edebilirsiniz?

- 1) 2 milyondan az 2) 2-5 milyon arası 3) 5 milyondan çok

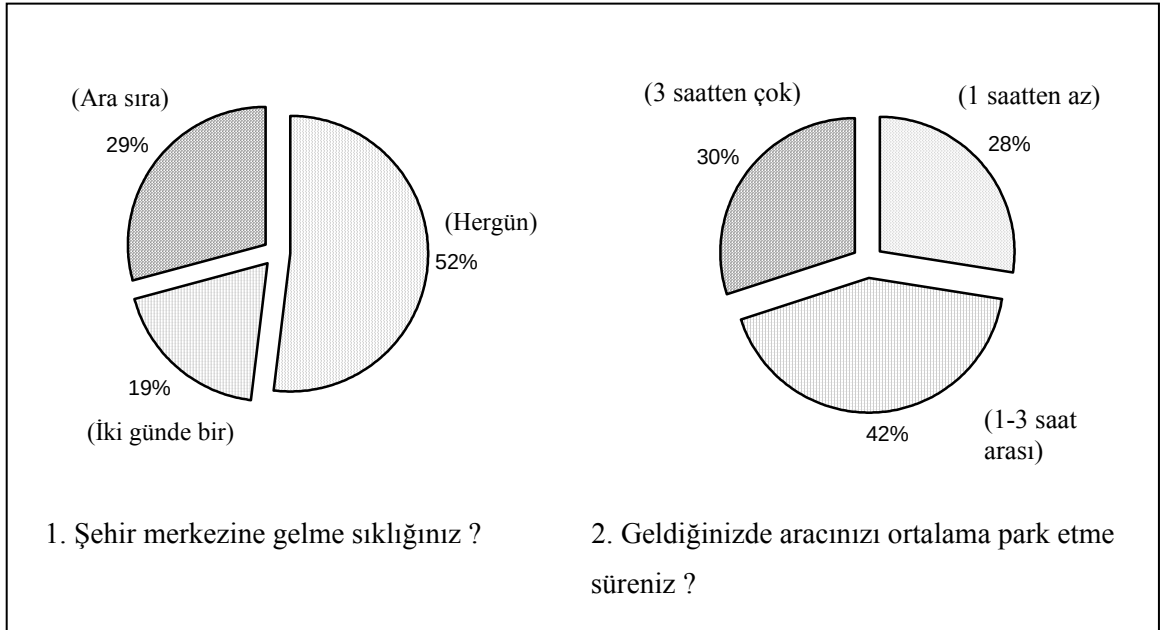
Ankete verilen cevaplar toplandıktan sonra Tablo 6.1’de gösterilen sonuçlara ulaşılmıştır.

Tablo 6.1 Yapılan 671 anket çalışmasına ait sonuçlar

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.şık	52%	28%	61%	28%	28%	15%	28%	43%	4%	29%	49%
2.şık	19%	42%	30%	8%	55%	13%	26%	35%	8%	24%	38%
3.şık	29%	30%	9%	29%	17%	7%	10%	22%	37%	35%	13%
4.şık				6%		23%	36%		50%	12%	
5.şık				29%		42%			1% (Diğer)		

6.2 Ankete Verilen Cevapların Analiz Edilmesi

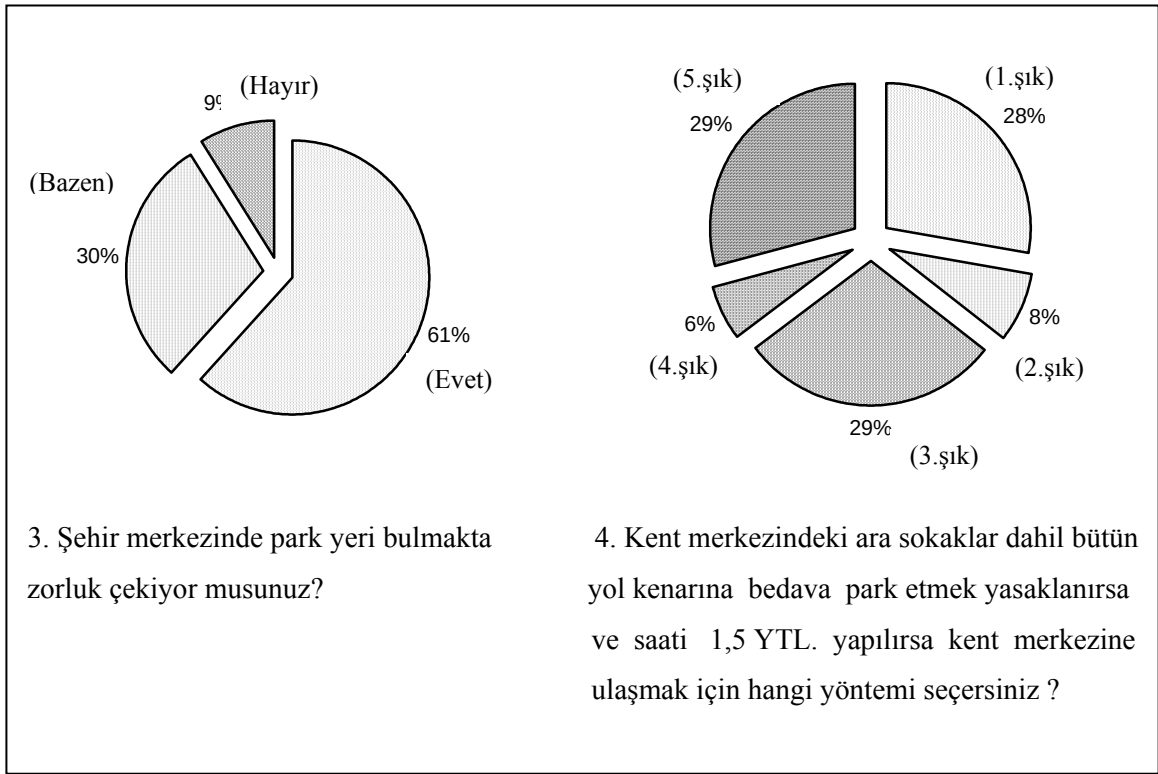
Anketteki ilk iki soruda kent merkezinde yol kenarına park eden özel otomobil sürücülerine şehir merkezine gelme sıklığı ve geldiklerinde araçlarını ortalama park etme süreleri sorulmuştur. Sürücülerin %52 merkezine her gün, %19 ‘u iki günde bir, %29 ‘u ise ara sıra geldiklerini belirtmişlerdir. Kent merkezine gelen sürücülerin, %28’i aracını 1 saatten az, %42’si 1-3 saat arası, %30’u ise 3 saatten çok sürede park etmektedir. Bu iki sorudan, sürücülerin büyük kısmının yol kenarına oldukça uzun sürelerle park ettikleri ve park sorununu önemli bir ölçüde yaşadıkları görülmektedir. İlk iki soruya ait verilen cevaplara ait yüzdeler Şekil 6.1’de gösterilmektedir.



Şekil 6.1 Ankette sorulan ilk iki soru ve bu sorulara verilen cevaplara ait yüzdeler

Ankette sorulan 3. soruda sürücülerin %61'i kent merkezinde park yeri bulmakta zorluk çektiklerini, %30'u bazen zorluk çektiğini, %9 oranında sürücü ise park yeri bulmakta zorlanmadığını belirtmiştir.

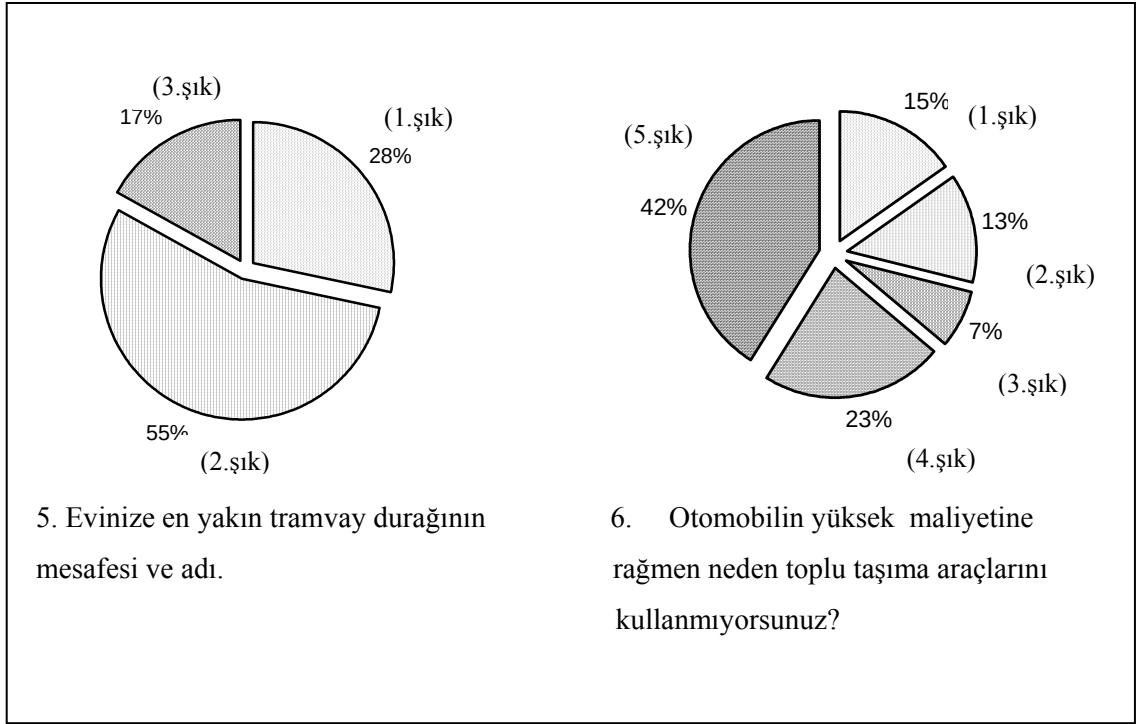
Anketin 4. sorusunda sürücülere, kent merkezinde ara sokaklar dahil bütün yol kenarlarında bedava parkın yasaklanması ve saatinin 1.5 YTL yapılması durumunda kent merkezine ulaşmak için hangi yöntemi seçeceği sorulmuştur. Özel otomobil kullanıcılarının %28'i her zaman paralı park yerlerini kullanabileceğini belirtirken, %29'u bazen paralı park yapmayı bazen de toplu taşımayı tercih edeceğini belirtmiştir. %8 oranında özel otomobil kullanıcısı hemen "park et ve bin sistemini" kullanmayı kabul etmektedirler. %29'u otobüs veya minibüs ile gitmeyi tercih ederken %6'sı otobüs ile tramvay durağına kadar gidip aktarma yapmayı kabul etmektedirler. Ankette sorulan 3. ve 4. sorular ve bu sorulara verilen cevaplara ait yüzdeler Şekil 6.2'de gösterilmektedir.



Şekil 6.2 Ankette sorulan 3. ve 4. sorular ve bu sorulara verilen cevaplara ait yüzdeler

Anketin 5. sorusuna verilen cevaplarda, sürücülerin %28'i evlerinin en yakın tramvay durağına uzaklığına mesafesi 300m'den az iken, %55'i 300 m. ile 3 km. arasında olduğunu, %17'i ise 3 km.' den çok olduğunu belirtmiştir. Bu sorudan sürücülerin büyük bir çoğunluğunun evlerinin, en yakın tramvay durağına uzaklığının yürüme mesafesinden büyük olduğu anlaşılmaktadır.

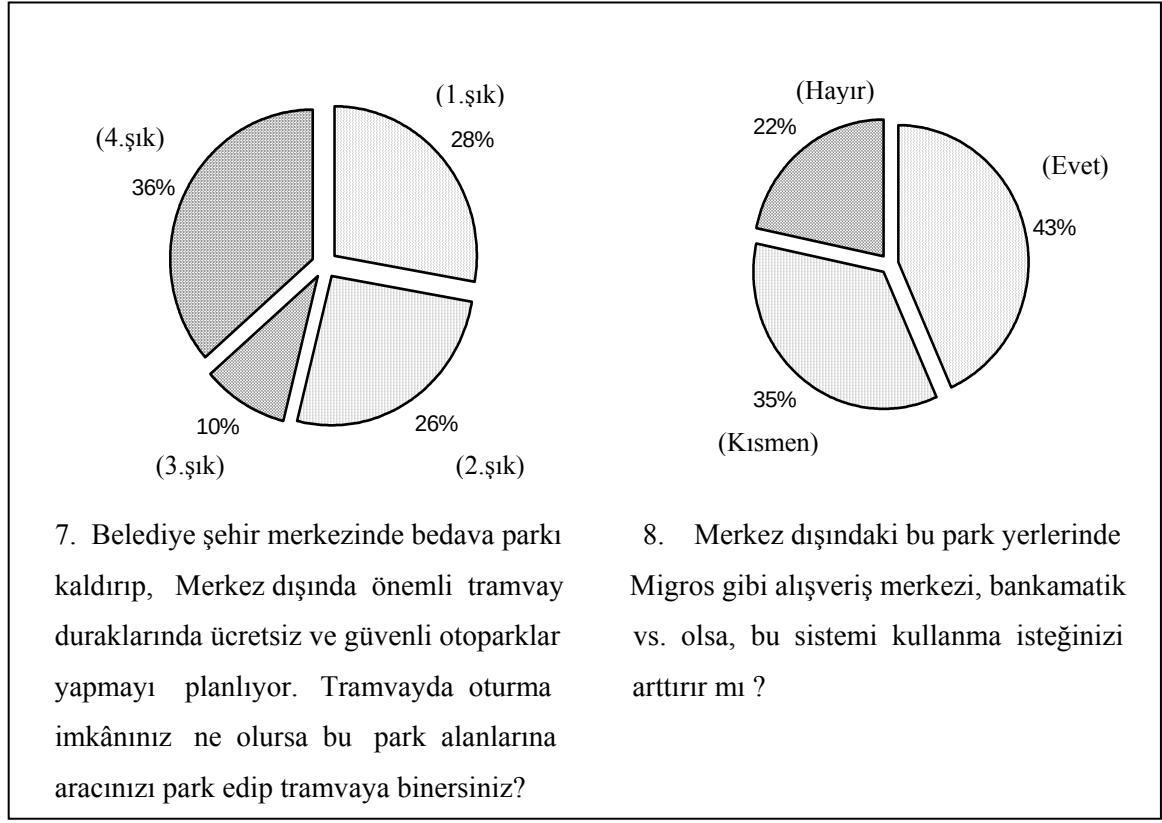
Anketin 6. sorusuna verilen cevaplarda, sürücülerin %42'si toplu taşımayı tercih etmeme sebebi olarak toplu taşıma araçlarının kalabalık olması ve ayakta yolculuk yapılmasını gösterirken, %23'ü mesleği gereği otomobile bağlı olduğunu belirtmiştir. Sürücülerin %15'i toplu taşıma ile yolculuğun uzun sürmesini, %13'ü çok aktarma olmasını ve %7 oranında sürücüde oturduğu yerde toplu taşıma imkanının az olmasını, toplu taşımayı tercih etmeme sebebi olarak göstermiştir. Ankette sorulan 5. ve 6. sorular ve bu sorulara verilen cevaplara ait yüzdeler Şekil 6.3'de gösterilmektedir.



Şekil 6.3 Ankette sorulan 5. ve 6. sorular ve bu sorulara verilen cevaplara ait yüzdeler

Anketin 7. sorusunda sürücüler, kent merkezinin dışında kalan bölgelerde (özellikle bu bölgelerden merkeze otomobili ile gelecek olanlar için) yapılacak “park et ve bin” alanlarının yapılması durumunda, otomobil kullanıcılarının %28’i “park et ve bin” sistemini kesinlikle tercih etmezken, geriye kalan kısmı tramvaydaki oturma imkânının durumuna göre değişik cevaplar vermişlerdir. Otomobil kullanıcılarının %10’u tramvaydaki her türlü oturma imkânında “park et ve bin” sistemini tercih ederken, %26’sı tramvayda bazen oturarak bazen de ayakta gitmesi durumunda “park et ve bin” sistemini tercih etmektedir. Geriye kalan %36’sı ise toplu taşımada kesinlikle oturarak gidecekse söz konusu sistemi tercih edebileceğini belirtmiştir.

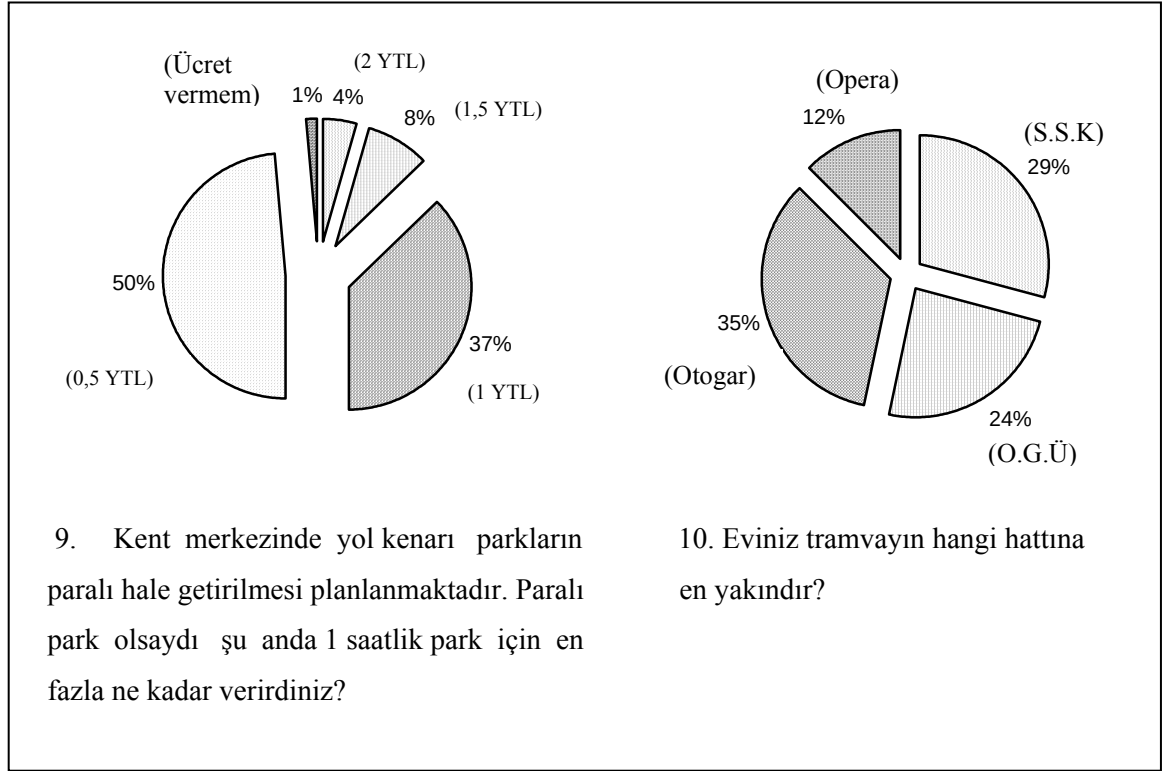
Sürücülerin %43’ü söz konusu park alanlarının sosyal açıdan zenginleştirilmesi (alışveriş merkezi, bankamatik vb. yapılması) durumunda, park et ve bin alanlarını kullanma isteğinin artacağını, %35’i ise kısmen tercih edebileceğini, %22’si ise tercih etmeyeceği, anketin 8. sorusuna verilen cevaplarda görülmektedir. Ankette sorulan 7. ve 8. sorular ve bu sorulara verilen cevaplara ait yüzdeler Şekil 6.4’de gösterilmektedir.



Şekil 6.4 Ankette sorulan 7. ve 8. sorular ve bu sorulara verilen cevaplara ait yüzdelere

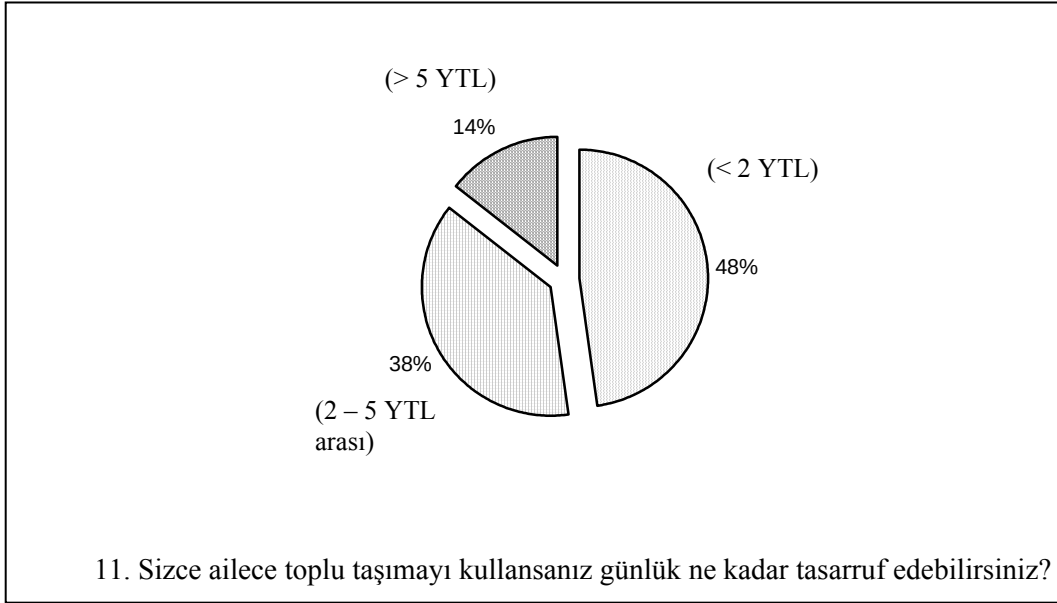
Anketteki 9.soruya verilen cevaplar incelendiğinde, kent merkezindeki 1 saatlik yol kenarı park için sürücülerin %4'ü 2YTL, %8'i 1,5 YTL, %37'i 1YTL, %50'si ise 0,5 YTL yi vermeyi uygun görmemektedirler. Sürücülerin %1'i ise hiçbir ücret ödemeyi kabul etmemektedirler.

Ankette sürücülerin evlerinin %35'i Otogar, %29'u S.S.K., %24'ü O.G.Ü., %12'sinin ise Opera tramvay hattına yakın olduğu 10. soruya verilen cevaplardan görülmektedir. Şekil 6.5'de ankette sorulan 9. ve 10. sorular ve bu sorulara verilen cevaplara ait yüzdelere gösterilmektedir.



Şekil 6.5 Ankette sorulan 9. ve 10. sorular ve bu sorulara verilen cevaplara ait yüzdeler

Ankete katılan sürücüler 11.soruda, ailece toplu taşımayı tercih etme durumunda; %48 oranında günlük 2 YTL' den az, %38 oranında 2-5 YTL arasında, %14 oranında ise 5 YTL' den fazla tasarruf edebileceğini belirtmiştir. Ankette sorulan 11. soru ve bu soruya verilen cevaplara ait yüzdeler Şekil 6.6'da gösterilmektedir.



Şekil 6.6 Ankette sorulan 11. soru ve bu soruya verilen cevaplara ait yüzdeler

7. MODELDEKİ TALEP POTANSİYELİNİ BELİRLEME YAKLAŞIMININ ESKİŞEHİR ÖRNEĞİNDE UYGULANMASI

Daha önceki çalışmalarda, özel araç yolculuklarının toplu taşımaya aktarılma potansiyelinin belirlenmesi amacıyla düzenlenen anket çalışması yapılmıştır. Daha sonra ankete verilen cevaplar istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve bazı sonuçlara ulaşılmıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçların söz konusu talep potansiyelinin belirlenmesinde nasıl kullanılacağı gösterilmektedir.

7.1 Merkeze Çekilen Yolculukların Toplam Çekilen Yolculuklara Oranı

Anket çalışması sonucunda alınan cevapların istatistik olarak değerlendirilmesinin ardından elde edilen sonuçların daha doğru bir şekilde kullanılması için; öncelikle merkezle ilişkili olan otomobil kullanıcılarının hesaplanması gerekmektedir. Ardından da bu kullanıcılar içinde anket çalışmasının temsil ettiği asıl popülasyonun doğru olarak bulunması gerekmektedir.

Çalışmada kent merkezi için gerekli olan değerler Eskişehir Ulaşım Ana Planından alınmıştır. Alınan değerler Eskişehir Ulaşım Ana Planında bahsedilen senaryolar içinde “Mevcut Eğilim Senaryosu” içinde hesaplanmış olan değerlerdir. Tablo 7.1’de Eskişehir Ulaşım Ana Planından alınan değerler gösterilmektedir.

Tablo 7.1 Eskişehir Ulaşım Ana Planından alınan değerler

Yıllar	Nüfus	Hareketlilik Değeri	Otomobil Doluluk Oranı	Türel Dağılımda Otomobil Oranı
2005	531930	0,70	2,01	0,284
2020	691255	1	2,01	0,286

Şekil 5.3’de görüldüğü gibi merkezle ilişkili olan otomobil kullanıcıları içinde asıl popülasyonun doğru olarak tespit edilmesi için kentteki toplam yolculuklar içinde anket çalışmamızın yapıldığı kent merkezi ile ilgili bölgenin çektiği yolculuk değerlerinin bulunması ardından merkez bölgeye çekilen yolculuk değerinin toplam yolculuk değerine oranının bulunması gerekmektedir.

Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda, Eskişehir Ulaşım Ana Planının hazırlanması için 2002 yılında kentte yapılan ev anketleri doğrultusunda ortaya çıkan yolculuk yaratımı ve yolculuk çekimi değerleri esas alınmıştır. Esas alınan bu değerler ışığında merkez bölgeye ait yolculuk çekimi değerinin toplam yolculuk çekimi değerine oranı bulunmuştur. Şekil 7.1’de Eskişehir Ulaşım Ana Planında esas alınan trafik bölgeleri gösterilmektedir.

Hesaplamalarda 2005 yılı için kullanılan değerlerde yolculuk çekim değerlerinin 2002 yılı ile aynı olduğu kabul edilmiştir. Dolayısı ile Mayıs 2005 tarihinde yapılan anket çalışmasının kapsadığı bölgeye (kent merkezine) olan talebin toplam talebe oranı, 2002 yılına ait oran ile aynı değer alınmıştır. Tablo 7.2’de 2002 ve 2020 yıllarında kent merkezindeki bölgelere ait günlük yolculuk çekimleri ile merkeze olan talebin toplam talebe oranı gösterilmektedir.

Tablo 7.2 2002 ve 2020 yıllarına ait kent merkezindeki bölgelere ait günlük yolculuk çekimleri ile merkeze olan talebin toplam talebe oranı
(Eskişehir Ulaşım Ana Planı, 2003)

Bölge ve Sektör Numaraları	2002 Yılı Bölgelere Ait Yolculuk Çekim Değerleri	2020 Yılı Bölgelere Ait Yolculuk Çekim Değerleri
7 (1.Sektör)	24476	39588
11 (1.Sektör)	3473	5883
16 (1.Sektör)	14809	9336
29 (1.Sektör)	1025	4449
30 (1.Sektör)	378	1492
31 (1.Sektör)	147	928
34 (1.Sektör)	1912	2816
35 (1.Sektör)	1289	2345
36 (1.Sektör)	25098	13232
41 (1.Sektör)	1184	2791
42 (1.Sektör)	2236	5187
59 (1.Sektör)	529	2999
40 (3.Sektör)	8463	12265
3 (4.Sektör)	6860	18913
32 (4.Sektör)	7587	15308
38 (4.Sektör)	3158	16999
58 (4.Sektör)	21422	18920
Toplam	124046	173451
Kent Merkezi Geneli	330530	690341
T_M/T_T	0,375	0,25



Merkez ile ilgili Otomobil kullanıcıları : Nüfus $\times$ hareketlilik $\times$ türel dağılımda otomobil oranı $\times$ merkez bölgeye çekilen yolculuk değerinin toplam yolculuk değerine oranı

Merkez İle İlgili Otomobil Kullanıcıları: $531930 \times 0,70 \times 0,284 \times 0,35 = 37012$ yolculuk

Otomobil Doluluk Oranı: 2.01 kişi/otomobil (Eskişehir Ulaşım Ana Planı)

Merkez ile ilişkili Otomobil sayısı: $37012 / 2.01 = 18414$ özel otomobil

Merkez ile ilgili otomobille yapılan yolculukları bulduktan sonra bu yolculuklar içinde merkez bölgede yol kenarına park edenlerin bulunması durumunda çalışma ile ilgili asıl popülasyona ulaşılmış oluruz. Bunun için ikinci bir anket çalışmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu anket çalışmasında merkezdeki otoparklarda park eden araçlardan gündüz parkedenler ile gece park edenleri oransal olarak belirlemek hedeflenmiştir. Anket çalışması merkezdeki otoparklarda yapılmış olup sonuçları Tablo 7.3’de gösterilmiştir.

7.2 Merkezde Bulunan Otoparklarda Park Edenlerle İlgili Değerlendirme

Bu çalışmada dikkate alınan otoparklar, ilk olarak yapılan “özel araç yolculuklarının toplu taşımaya aktarılma potansiyelinin belirlenmesi amacıyla düzenlenen anket çalışması” ile aynı bölgeden seçilmiştir.

Kent merkezindeki 34 adet otoparkta 3575 araç kapasitesi bulunmaktadır. İlk anket çalışmamızın yapıldığı bölgede 17 adet otoparkta anket çalışması yapılmıştır. Anket çalışmasında aşağıdaki sorular sorulmuştur.

- Otoparkın kapasitesi
- Gecede aracını park edenler (abone olarak yerleri ayrılmış olanlar)
- Gündüz aracını park edenler

Bölgedeki otoparklarda aracını gündüz saatlik olarak park eden araçlara ilk saati 1.25 milyon lira uygulanırken ilk saatten sonraki her saat için 400-500 bin lira istenmektedir. Anket çalışmasında otoparkların en dolu olduğu saatlerdeki (14.00-17.00) değerleri esas alınmıştır.

Tablo 7.3 Merkezde bulunan otoparklarda park edenlerle ilgili değerlendirme yapabilmek amacıyla yapılan anket çalışmasının sonuçları

Sıra No	Otoparkın Adresi	Kapasite	Gece Park Edilen Araç Sayısı	Gündüz Park Edilen Araç Sayısı	Gündüz/Kapasite
1	Belediye Otoparkı (İki Eylül Cad. Esnaf Sarayı Yanı)	650	60	590	0,91
2	Cumhuriye Katlı Otoparkı (Yaprak sok.)	550	100	450	0,82
3	Manolya Otoparkı (Hoşnudiye Mah. N.Hanım sok.)	120	20	100	0,83
4	Esnaf Sarayı İşl. Koop. (Ertuğrul Bey sok.)	90	30	60	0,67
5	Gökçe Otopark 1 (Değirmen Sk.)	60	5	55	0,92
6	Gökçe Otopark 2 (Savtekin cad.)	50	10	40	0.20
7	Kanatlı Otoparkı (Sağın sok)	120	10	110	0,92
8	Çalışkan Otopark (Vural sok)	15	----	15	1
9	Reşadiye Katlı Otoparkı (Reşadiye sk.)	250	100	150	0,60
10	Abdurrahman Kale (Asmaltı sok.)	150	40	110	0,73
11	Yasin Kılıç (Demirciler sok.)	100	20	80	0,80
12	Mehmet Köksal (Sakarya Cad.)	25	15	25	1
13	Başkent Otoparkı (Tutal sok.)	8	----	8	1
14	Şencan Otoparkı (Vural sok.)	8	----	8	1
15	Yeni Otopark (Çınar sok.)	30	3	27	0,90
16	Hasan Uysal (İstiklal Mah. Alev sok.)	40	----	40	1
17	Özgüven Otoparkı (Eski otogar yanı)	180	100	100	0,56
TOPLAM		2446	513	1968	0,80

Otoparklarla ilgili değerlendirme sonucuna göre otoparklara park eden araçlar içinde %80'i gündüz merkeze gelerek aracını park edip akşam otoparktan ayrılmaktadır. Dolayısı ile merkez ile ilişkili otomobil sayısının %80'ni alma kabulü ile hareket ederek, merkeze gelerek gündüz saatlerinde park edilen araç sayısına ulaşabiliriz. Buradan hareketle;

Merkez ile ilişkili otomobil sayısı:.....18414 özel otomobil

Merkeze gelen özel otomobillerden

gündüz saatlerinde park edilen sayısı: $18414 \times 0.80 = 14731$ özel otomobil

7.3 Özel Araç Yolculuklarının Toplu Taşımaya Aktarılma Potansiyelinin Belirlenmesi Amacıyla Düzenlenen Anket Çalışması İle Otoparklar İle İlgili Değerlerin Birlikte Analiz Edilmesi

Özel araç yolculuklarının toplu taşımaya aktarılma potansiyelinin belirlenmesi amacıyla düzenlenen anket çalışması sonucunda, merkezde yol kenarına park eden özel otomobil kullanıcılarının %10'u merkez dışında oluşturulacak “park et ve bin” alanlarının oluşturulması halinde tramvayda ayakta kalma durumunda dahi, araçlarını bu alanlara bırakıp, tramvaya binmeyi kabul etmektedirler. %26 oranında kullanıcı bazen oturarak bazen de ayakta kalma halinde bu park alanlarını kullanacaklarını belirtmişlerdir. Dolayısı ile tramvay araçlarındaki yolculuk konforu (yolcu/m²) özel otomobil yolcularının tramvaya kaymasında esas faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. 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 β katsayısı ile çarpılması gerekmektedir. $\beta = 0,25$ olması kabulü ile;

$\gamma_1 = \%10$ (hazır potansiyel) + $\% (26 \times 0,25)$ (koşullu potansiyel) $\Rightarrow$ (Tramvaydaki yolculuk konforu 4 yolcu/m² olması halinde)

$\gamma_1 = \%17$ olur. $\Rightarrow$ (Tramvaydaki yolculuk konforu 4 yolcu/m² olması halinde)

$\gamma_2 = \%10$ (hazır potansiyel) $\Rightarrow$ (Tramvaydaki yolculuk konforu 6 yolcu/m² olması halinde)

Merkeze gelen özel otomobillerden gündüz saatlerinde park edilen sayısı 14731 özel otomobil olduğuna göre;

7.3.1 Senaryo I (tramvaydaki yolculuk konforu 4 yolcu/m²) için değerlendirme

Oluşturulacak “park et ve bin alanları” için

esas alınacak toplam özel otomobil sayısı: $14731 \times 0,17 = 2504$ otomobil için park alanı inşaatı (kentte yapılması gereken toplam park et ve bin alanı)

Özel Otomobil Doluluk Oranı: 2,01 kişi/otomobil (Eskişehir Ulaşım Ana Planı) ise;

Özel Otomobilden Tramvaya Kayması Düşünülen Yolcu Sayısı: $2504 \times 2,01 = 5033$ yolcu (Tramvaydaki yolculuk konforunun 4 yolcu/m² olması halinde 5033 otomobil kullanıcısının tramvaya kayması beklenmektedir.)

7.3.2 Senaryo II (tramvaydaki yolculuk konforu 6 yolcu/m²) için değerlendirme

Oluşturulacak “park et ve bin alanları” için

esas alınacak toplam özel otomobil sayısı: $14731 \times 0,10 = 1473$ otomobil için park alanı inşaatı (kentte yapılması gereken toplam park et ve bin alanı)

Özel Otomobil Doluluk Oranı: 2,01 kişi/otomobil (Eskişehir Ulaşım Ana Planı) ise;

Özel Otomobilden Tramvaya Kayması Düşünülen Yolcu Sayısı: $1473 \times 2,01 = 2961$ yolcu (Tramvaydaki yolculuk konforunun 6 yolcu/m² olması halinde, 2961 otomobil kullanıcısının tramvaya kayması beklenmektedir.)

7.4 Park Et ve Bin Alanlarının İnşa Edilmesi

Yol dışı otopark (park et ve bin alanları) tasarımı için hesaplamış olduğumuz araç kapasitesine göre toplam park alanının hesaplanabilmesi için birim park alanı için gerekli değere ulaşmamız gerekmektedir. Bunun için TS 10551 “Şehir İçi Yollar-Otolar İçin Otopark Tasarım Kuralları” standardından yararlanarak “birim park alanı” manevra koridoru dahil $25 \text{ m}^2/\text{oto}$ alınarak hesaplama işlemine devam edilmiştir.

Park et ve bin alanları ile ilgili olarak her iki senaryo için 2005 ve 2020 yılları için ayrı hesaplamalar yapılmıştır. Maliyet ile ilgili hesaplarda (istimlak, inşaat) 2005 ve 2020 yılları için sabit fiyatlar (2005 yılı fiyatları) alınmıştır. Hesaplamalar sonucunda elde edilen sonuçlar Tablo 7.11’de gösterilmiştir.

7.4.1 Senaryo I için park et ve bin alanları

Söz konusu park et ve bin alanları 5 ayrı noktada oluşturulması düşünülmüştür. Söz konusu alanların inşa edileceği bölgelerde alan sıkıntısı olması sebebiyle her bir noktada 5 Katlı (zemin + 4 kat) park alanı yapılması düşünülmüştür. Bu noktalar;

- Terminal
- Devlet Hastanesi
- O.G.Ü Tıp Fakültesi
- S.S.K Hastanesi
- Anadolu Üniversitesi Merkez Kampüsü

Park et ve bin alanları için esas alınacak toplam özel otomobil sayısı: 2504 otomobil

Oluşturulacak “Park et ve Bin Alanları” yaklaşık olarak eşit kabul edilerek her noktada park edilecek araç sayısı: $2504 / 5 = 501$ özel otomobil

Her Bir Noktada İhtiyaç Duyulan Park Alanı: $501 \times 25 = 12525 \text{ m}^2$

Her Bir Noktada 5 Katlı (Zemin + 4 Kat)

Park Alanı İnşaatı Yapılması İçin: $12525 / 5 = 2505 \text{ m}^2$ park alanı gerekmektedir. İstimlak ile ilgili çalışmaların 2020 yılına göre yapılması gerektiği için gerekli istimlak edilmesi gereken park alanı 3350 m^2 olacaktır. Tablo 7.4’de Park et ve bin alanlarının inşa edileceği bölgelere ait istimlak bedelleri gösterilmektedir. (Tablodaki değerler 2005 yılına ait olup Eskişehir Büyükşehir Belediyesi İmar Müdürlüğünden alınmıştır.)

Tablo 7.4 Park et ve bin alanlarının inşa edileceği bölgelere ait istimlak bedelleri

Park et ve Bin Alanının İnşa Edileceği Bölge	Bölgedeki Farklı İstimlak Değerleri (YTL/ m^2)			Bölgeye Ait Ortalama İstimlak Değeri (YTL/ m^2)
Terminal	525	210	87,50	274
Devlet Hastanesi	350	175	52,50	193
O.G.Ü. Tıp Fakültesi	350	132	44	175
S.S.K. Hastanesi	175	140	44	120
Anadolu Üniversitesi Merkez Kampüsü	437	263	70	257

Tablo 7.4’deki değerleri kullanarak söz konusu park alanlarına ait istimlak ile ilgili maliyetlere ulaşılmıştır. Bulunan değerler Tablo 7.5’de gösterilmektedir.

Tablo 7.5 Park et ve bin alanlarının toplam istimlak maliyetleri

Park et ve Bin Alanının İnşa Edileceği Bölge	İstimlak Edilecek Alan (m^2)	Ortalama İstimlak Değeri (YTL / m^2)	Bölgeye Ait İstimlak Maliyeti (YTL)
Terminal	3350	274	$917,9 \times 10^3$
Devlet Hastanesi	3350	193	$646,55 \times 10^3$
O.G.Ü. Tıp Fakültesi	3350	175	$586,25 \times 10^3$
S.S.K. Hastanesi	3350	120	402×10^3
Anadolu Üniversitesi Merkez Kampüsü	3350	257	$860,95 \times 10^3$
Toplam İstimlak Maliyeti (Milyon YTL)			3,413

Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından yayınlanan “Mimarlık ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında Kullanılacak 2005 Yılı Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri” esas alındığında yapılması gereken park alanı m² maliyeti ve toplam inşaat maliyeti Tablo 7.6’da gösterilmektedir.

Tablo 7.6 Mimarlık ve mühendislik hizmet bedellerinin hesabında kullanılacak 2005 yılı Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri ve toplam inşaat maliyetleri

Yapının Mimarlık Hizmetlerine Esas Olan Sınıfı	Maliyeti (BM) YTL/m ²	Park Alanlarına Ait Toplam İnşaat Alanı (m ²)	Toplam İnşaat Maliyeti (Milyon YTL)
III. Sınıf Yapılar / A Grubu Yapılar Katlı Garajlar	200	12525 × 5 = 62625	12,525

Tablo 7.7’de Senaryo I (Tramvayda yolculuk konforu 4 yolcu/m²) için kentte yapılacak “Park et ve Bin” alanlarına ait toplam yatırım maliyeti gösterilmektedir.

Tablo 7.7 Senaryo I. için “Park Et ve Bin” alanlarına ait toplam yatırım maliyeti

Park et ve Bin Alanlarına Ait İstimlak Maliyeti (Milyon YTL)	Park et ve Bin Alanlarında Yapılacak İnşaat Maliyeti (Milyon YTL)	Park et ve Bin Alanlarının Oluşturulması İçin Toplam Yatırım Maliyeti (Milyon YTL)
3,413	12,525	15,938

7.4.2 Senaryo II için park et ve bin alanları

Park et ve bin alanları için esas alınacak toplam özel otomobil sayısı: 1473 otomobil

Oluşturulacak “Park et ve Bin Alanları” yaklaşık olarak eşit kabul edilerek her noktada park edilecek araç sayısı: $1473 / 5 = 295$ özel otomobil

Her Bir Noktada İhtiyaç Duyulan Park Alanı: $295 \times 25 = 7375 \text{ m}^2$

Her Bir Noktada 5 Katlı (Zemin + 4 Kat)

Park Alanı İnşaatı Yapılması İçin: $7375 / 5 = 1475 \text{ m}^2$ park alanı gerekmektedir. 2020 yılı esas alındığında, istimlak edilmesi gereken alan 1970 m^2 kabul edilmiştir. Tablo 4'deki değerleri kullanarak söz konusu park alanlarına ait istimlak ile ilgili maliyetlere ulaşılmıştır. Bulunan değerler Tablo 7.8'de gösterilmektedir.

Tablo 7.8 Park et ve bin alanlarının toplam istimlak maliyetleri

Park et ve Bin Alanının İnşa Edileceği Bölge	İstimlak Edilecek Alan (m^2)	Ortalama İstimlak Değeri (YTL / m^2)	Bölgeye Ait İstimlak Maliyeti (YTL)
Terminal	1970	274	$539,78 \times 103$
Devlet Hastanesi	1970	193	$380,21 \times 103$
O.G.Ü. Tıp Fakültesi	1970	175	$344,75 \times 103$
S.S.K. Hastanesi	1970	120	$236,4 \times 103$
Anadolu Üniversitesi Merkez Kampüsü	1970	257	$506,29 \times 103$
Toplam İstimlak Maliyeti (Milyon YTL)			2,007

Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından yayınlanan “Mimarlık ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında Kullanılacak 2005 Yılı Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri” esas alındığında yapılması gereken park alanı m^2 maliyeti ve toplam inşaat maliyeti Tablo 7.9'da gösterilmektedir.

Tablo 7.9 Mimarlık ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında kullanılacak 2005 Yılı Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri esas alınarak bulunan toplam inşaat maliyetleri

Yapının Mimarlık Hizmetlerine Esas Olan Sınıfı	Maliyeti (BM) YTL/m ²	Park Alanlarına Ait Toplam İnşaat Alanı (m ²)	Toplam İnşaat Maliyeti (Milyon YTL)
III. Sınıf Yapılar / A Grubu Yapılar Katlı Garajlar	200	$7375 \times 5 = 36875$	7,375

Tablo 7.10’da Senaryo II (Tramvayda yolculuk konforu 6 yolcu/m²) için kentte yapılacak “Park et ve Bin” alanlarına ait toplam yatırım maliyeti gösterilmektedir.

Tablo 7.10 Senaryo II. İçin Park Et ve Bin” alanlarına ait toplam yatırım maliyeti

Park et ve Bin Alanlarına Ait İstimlak Maliyeti (Milyon YTL)	Park et ve Bin Alanlarında Yapılacak İnşaat Maliyeti (Milyon YTL)	Park et ve Bin Alanlarının Oluşturulması İçin Toplam Yatırım Maliyeti (Milyon YTL)
2,007	7,375	9,382

Yukarıda hesaplanmış olan değerler 2005 yılı için hesaplanmış değerlerdir. Ancak yapılması gereken bu uygulamaların 2020 yılını da temsil etmesi gerekmektedir. Dolayısı ile aynı hesapları 2020 verileri doğrultusunda her iki senaryo içinde yapılması gerekmektedir. Tablo 7.11’de yapılacak “park et ve bin alanları” ile ilgili istimlak ve inşaat maliyetleri 2005 ve 2020 yıllarına ait her iki senaryo içinde gösterilmektedir.

Tablo 7.11 Park et ve bin alanları ile ilgili 2005 ve 2020 yıllarına ait istimlak ve inşaat maliyetleri

Maliyetler (Milyon YTL)	2005		2020	
	Senaryo I	Senaryo II	Senaryo I	Senaryo II
İstimlak Maliyeti	3,413	2,007	----	----
İnşaat Maliyeti	12,525	7,375	16,725	9,825
Toplam Yatırım Maliyeti	15,938	9,382	16,725	9,825
Toplam Yatırım Maliyeti (USD)	11 992 475	7 059 443	12 584 650	7 392 777

Tablo 7.12’de 2005 ve 2020 yılı verilerine göre park et ve bin sistemini kullanacak otomobil sayıları ve toplu taşımaya kayması beklenen yolcu sayıları her iki senaryo içinde gösterilmektedir.

Tablo 7.12 2005 ve 2020 yılı verilerine göre park et ve bin sistemini kullanacak 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

8. EKONOMİK VE MALİ DEĞERLENDİRME

8.1 Günümüzde Yaygın Olarak Kullanılan Değerlendirme Yöntemleri

Günümüzde, farklı değerlendirme yöntemleri kullanılmaktadır. Bunlar arasında en yaygın olarak kullanılanları Net Bugünkü Değer, İç Verimlilik Oranı ve Fayda/Maliyet Oranıdır.

Bahsedilen bu yöntemlerde paranın zaman değeri oldukça önemlidir. Paranın zaman değerinin dikkate alındığı yöntemlerde en önemli sorun iskonto oranının (Güncelleştirme yüzdesi) belirlenmesidir. Güncelleştirme yüzdesi sermaye piyasasında uzun vadeli borçların gerçek faiz yüzdesine, yada borç alanın ödediği faiz yüzdesine eşit olmalıdır. Güncelleştirme yüzdesinin, sermayenin Alternatif maliyetini yansıtması gerekir. Yani başka bir alana yatırılacak aynı miktar karı yansıtmalıdır. (Bilgiç, 2002)

Güncelleştirme yüzdesi, ulaştırma yatırımları için Almanya'da %3, Belçika'da %4, Hollanda'da %5, İspanya'da %6, Danimarka'da %7, İngiltere, Fransa ve ABD'de %8 dir.(Leleur, 1995)

8.1.1 Net bugünkü değer (NBD)

Bu yöntemde bir projenin değerlendirilebilmesi için belirli bir dönemi kapsayacak biçimde bugünkü değere getirilir. Net bugünkü değer aşağıdaki formülle ifade edilir.

$$NBD = \sum_{t=0}^T (B_t - C_t) \cdot (1 + r)^{-t} \quad (8.1)$$

Denklemden;

T: Proje hesap periyodu (yıl)

B_t : t yılındaki fayda değeri

C_t : t yılındaki maliyet değeri

r: Güncelleştirme yüzdesidir.

NBD değeri projenin karlılığını gösterir. $NBD > 0$ ise yatırım yapılabilir.

8.1.2 İç verimlilik oranı (İVO)

Bu yöntemde amaç, fayda ve maliyeti dengeleyen iç verimlilik oranının belirlenmesidir. $NBD=0$ koşulunu sağlayan iskonto haddi değeri hesaplanır.

$$\sum_{t=0}^T (B_t - C_t) \cdot (1 + i)^{-t} = 0 \quad (8.2)$$

i = İç verimlilik oranı

8.1.3 Fayda / maliyet oranı (FMO)

NBD yöntemine benzeyen bir yöntemdir. Net bugünkü faydanın net bugünkü maliyete oranıdır. Yöntemde yaratılan faydanın parasal karşılığı belirlenmeye çalışılır. Toplam faydalar, toplam maliyete oranlanır.

$$\frac{F}{M} = \frac{\sum_{t=0}^T B_t \cdot (1 + r)^{-t}}{\sum_{t=0}^T C_t \cdot (1 + r)^{-t}} \quad (8.3)$$

Yöntemde minimum koşul $F/M \geq 1$ olmalıdır. Farklı büyüklükteki projeler arasında seçim yapılması durumunda, bütçenin sınırlarının dikkate alınması nedeniyle iyi bir yöntemdir. (Bilgiç, 2002)

8.2 Ekonomik Değerlendirme

Ekonomik değerlendirmede, uygulama ile birlikte ortaya çıkacak faydalar ve maliyetler genel ekonomi açısından değerlendirilmiştir. Değerlendirmede, önce oluşturulan senaryolar doğrultusunda, özel otomobilden toplu taşımaya kaymaları gerçekleştirebilmek amacıyla yapılacak park et ve bin uygulamasının gerçekleştirilmesi için gerekli maliyetler ve elde edilecek faydalar belirlenmiştir. Daha sonra ortaya çıkan tablo genel ekonomi açısından değerlendirilmiştir.

Ekonomik fizibilite etüdünde hesaba katılması planlanan maliyetler şunlardır:

- Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetleri
- Uygulama ile ilave edilmesi gereken tramvay araçlarının yatırım maliyetleri
- İlave edilmesi gereken tramvay araçlarının işletme ve bakım maliyetleri
- Özel araçların işletme ve bakım maliyetleri
- Zaman maliyetleri
- Yolcu gelirleri
- Çevresel maliyetler.

Finansal maliyetlerden ekonomik maliyetleri hesaplamak için yapılacak uygulamanın yatırım ve işletme maliyetleri içerisindeki malzeme, işçilik ve enerji bileşenlerine göre Türkiye’de konu ile ilgili benzeri fizibilite etüdları için daha önce hesaplanmış olan “gölge fiyat katsayıları” (dönüştürme katsayıları) kullanılmıştır. Ortalama gölge fiyat katsayıları, park et ve bin alanları yatırım maliyetleri için 0.80, işletme maliyetleri için 0.70 olarak alınmıştır.

8.2.1 Park et ve bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetleri

Park et ve bin alanları ile ilgili olarak her iki senaryo için 2005 ve 2020 yılları arasında yıllar itibarıyla hesaplamalar yapılmıştır. Maliyet ile ilgili hesaplarda (istimlak, inşaat) 2005 ve diğer yıllar için sabit fiyatlar (2005 yılı fiyatları) alınmıştır. Hesaplamalar sonucunda elde edilen sonuçlar ilgili senaryolar doğrultusunda Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 8.1’de gösterilen değerler, mali değerlendirmede kullanılacak olan park alanları istimlak ve inşaat maliyetleri değerlerinin 0.80 gölge fiyat katsayısı ile çarpılarak elde edilmiştir.

Tablo 8.1 Ekonomik değerlendirme için esas alınan Park et ve Bin alanlarının beklenen istimlak ve inşaat maliyetleri

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (Senaryo I) (USD)	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (Senaryo II) (USD)
2005	9593980	5647554
2006	0	0
2007	0	0
2008	0	0
2009	0	0
2010	1309255	767494
2011	0	0
2012	0	0
2013	0	0
2014	0	0
2015	767494	451467
2016	0	0
2017	0	0
2018	0	0
2019	0	0
2020	451467	255832

8.2.2 Park et ve bin uygulaması ile birlikte sisteme ilave edilmesi gereken tramvay araçları ve yatırım maliyetleri

İlave tramvay hesabı için öncelikle park et ve bin uygulaması ile birlikte özel otomobil den toplu taşımaya kayması beklenen yolcu sayılarının yıllar itibariyle belirlenmesi gerekmektedir. Hazırlanan senaryolar (toplu taşımada yolculuk konforu ile ilgili) doğrultusunda mevcut yolcu sayıları ve park et ve bin yoluyla ilave yolcu sayıları beraber düşünülmelidir. Uygulama ile beraber gereken ilave tramvay sayısının belirlenmesi ve toplu taşıma sisteminin işletme imkanlarının tekrar düzenlenmesi gerekmektedir.

8.2.2.1 Estram'a ait veriler ve ilave tramvay sayısının hesabı

Eskişehir tramvay sistemi güzergahı SSK-Otogar hattı (Hat I), Opera-Osmangazi Üniversitesi hattı (Hat II) olmak üzere iki hattı kapsamaktadır. Şekil 1'de söz konusu güzergah gösterilmektedir.

Bu hatlarda taşınan yolcu sayıları ve sistemin çalışma düzeni şu şekildedir;

Pik saat yolcu sayısı: 5077 yolcu/saat (saat 17.00-18.00 arası her iki hatta ve her iki yön için toplam değer)

(I.hat için = 4062 yolcu/saat II.hat için=1015 yolcu/saat)

I.hat için 4062 yolcunun %46'sı Otogar-SSK yönünde, %54'ü SSK-Otogar yönünde;

II.hat için 1015 yolcunun %50'si OGÜ-Opera yönünde, %50'si Opera-OGÜ yönündedir.

Hafta içi Ortalama Günlük taşınan yolcu sayısı: 88 000 yolcu

En yoğun günler: Pazartesi- Çarşamba- Cuma

Başlangıç ve Bitiş noktaları arasındaki seyir ve bekleme süreleri:

I. Hat

Seyir süresi: 32 dk.

Bekleme: 3dk. (SSK)

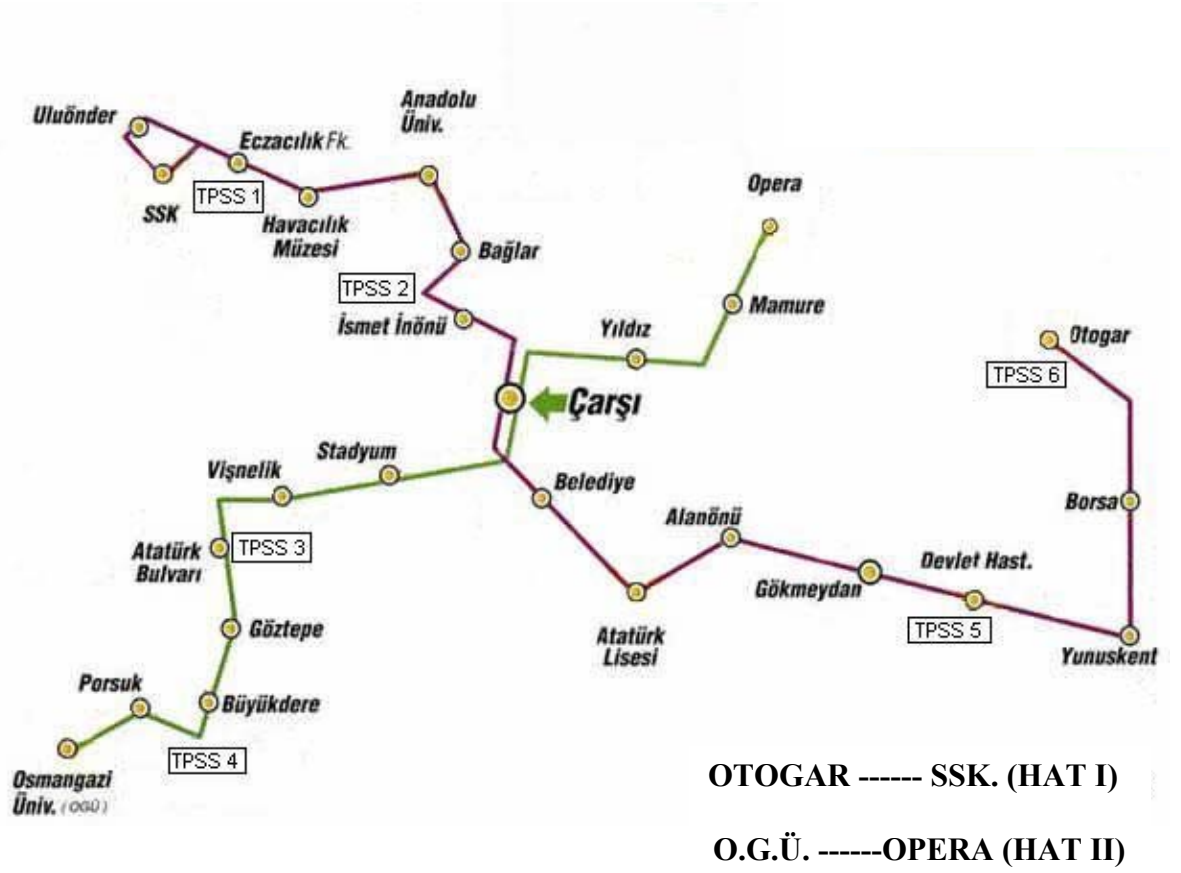
Bekleme: 12dk.(Otogar)

II.Hat

Seyir süresi: 22 dk.

Bekleme: 6dk. (Opera)

Bekleme:10dk.(OGÜ)



ESKİŞEHİR TRAMVAY SİSTEMİ GÜZERGAHI

Şekil 8.1 Eskişehir Tramvay Sistemi Güzergağı

Bir diziden sonra ikinci diziye harekete geçirmek için kullanılan zaman aralığı:

I. Hat

7dk. (6dk.'da yapılabilir)

II.Hat

12 dk. (Hafta sonu günler 15 dk.)

Teknik olarak iki dizi arasında 2 dk. bırakılabilir, ancak kent merkezindeki bazı hemzemin kavşaklarda (karayolu trafiği açısından) yığılmalar oluşması mümkündür. Dolayısı ile iki dizi arasındaki zaman aralığı en az 3dk. olabilir.

Kaç araçlık dizi yapılabilir: 1

Her araçta taşınabilen yolcu sayısı: 209 yolcu (58 oturarak, 151 ayakta) (6yolcu/m²)

Bombardier web sayfasına göre 159 yolcu (58 oturarak, 101 ayakta) (4yolcu/m²)

Tablo 8.2 ve Tablo 8.3'de toplu taşımadaki yolculuk konforuna göre oluşturulan senaryolar çerçevesinde, yıllara göre özel otomobilden toplu taşımaya kayması beklenen yolcu sayıları ve ilave yolcular için en büyük trafik kesitleri (yolcu/saat/yön) gösterilmektedir. (Tablo 8.2'deki değerler sabah zirve saatlerinde (07.00-09.00) geleceği, akşam zirve saatlerinde de dönüş geçeceği düşünülen ilave yolcu sayılarıdır. Aynı zamanda bu değerlerin %80'i I.hat, %20'sinde II.hat için düşünülmesi mümkündür.)

Tablo 8.2 Yıllara göre özel otomobilden toplu taşımaya kayması beklenen yolcu sayıları

Yıllar	Hat I ve Hat II için Zirve Saatlerdeki Toplam İlave Yolcu Sayıları		Hat I için Zirve Saatlerdeki İlave Yolcu Sayıları		Hat II için Zirve Saatlerdeki İlave Yolcu Sayıları	
	Senaryo I	Senaryo II	Senaryo I	Senaryo II	Senaryo I	Senaryo II
2005	5033	2961	4026	2369	1007	592
2006	5246	3086	4197	2469	1049	617
2007	5439	3199	4351	2559	1088	640
2008	5613	3302	4490	2642	1123	660
2009	5770	3394	4616	2715	1154	679
2010	5911	3477	4729	2782	1182	695
2011	6037	3551	4830	2841	1207	710
2012	6150	3618	4920	2894	1230	724
2013	6250	3677	5000	2942	1250	735
2014	6340	3730	5072	2984	1268	746
2015	6420	3777	5136	3022	1284	755
2016	6492	3819	5194	3055	1298	764
2017	6556	3857	5245	3086	1311	771
2018	6615	3892	5292	3114	1323	778
2019	6670	3924	5336	3139	1334	785
2020	6721	3954	5377	3163	1344	791

Tablo 8.3 İlave yolcular için beklenen en büyük trafik kesitleri (Senaryo I ve Senaryo II için)

Yıllar	İlave Yolcular İçin En Büyük Trafik Kesitleri (Yolcu/Saat/Yön) (Senaryo I İçin)		İlave Yolcular İçin En Büyük Trafik Kesitleri (Yolcu/Saat/Yön) (Senaryo II İçin)	
	Hat I	Hat II	Hat I	Hat II
2005	1087	252	640	148
2006	1133	262	667	154
2007	1175	272	691	160
2008	1212	281	713	165
2009	1246	289	733	170
2010	1277	296	751	174
2011	1304	302	767	178
2012	1328	308	781	181
2013	1350	313	794	184
2014	1369	317	806	187
2015	1387	321	816	189
2016	1402	325	825	191
2017	1416	328	833	193
2018	1429	331	841	195
2019	1441	334	848	196
2020	1452	336	854	198

Hat I için zirve saatte(17.00-18.00) taşınan yolcu sayısı= 4062 yolcu/saat (2005 yılı için) olarak belirlenmiştir. Hat I için en büyük kesit trafiği (Hat I için taşınan yolcunun %54'ü) SSK-OTOGAR yönünde gerçekleşmektedir. Dolayısı ile Hat I için en büyük trafik kesitleri (Yolcu/Saat/Yön) aşağı hesaplandığı şekilde olmaktadır.

Hat I için en büyük trafik kesitleri (Yolcu/Saat/Yön)= $4062 \times 0,54=2193$ yolcu/saat olmaktadır.

8.2.2.2 Senaryo I (toplu taşımda yolculuk konforu 4 yolcu/m²) çerçevesinde mevcut yolcuların taşınabilmesi için gereken tramvay sayısının hesabı;

2193 yolcu zirve saatte bir yönde taşınmaktadır. Hat I için sefer aralığı 7 dk dır. Buradan mevcut durum için Hat I'in yolcu taşıma kapasitesini hesaplamak gerekirse;

$$\text{Yolcu Taşıma Kapasitesi (Hat I)} = \frac{60}{7} \times 209 = 1791 \text{ yolcu/saat olacaktır.}$$

Oysa ki zirve saatte bir yönde 2193 (6yolcu/m²) yolcu taşınmaktadır. Dolayısı ile aradaki duraklarda inenler ve aynı yönde binenler olması sebebiyle k (yolcu sayısının kapasiteye oranı) katsayısının bulunması gerekmektedir.

$$k = \frac{2193}{1791} = 1,22 \text{ olmaktadır.}$$

Senaryo I için yolculuk konforu 4 yolcu/m² olması sebebiyle her tramvayda 159 yolcu (58 oturarak, 101 ayakta) olması hali göz önüne alınması gerekmektedir. Mevcut sistemin 4 yolcu/m² için düşünülmesi halinde, tramvay sefer aralığı (t_h)'yi hesaplamak gerekirse;

$$\frac{60}{t_h} \times 159 \times 1,22 = 2193 \longrightarrow t_h = 5,30 \text{ dk. olacaktır.}$$

Hat I için mevcut durumda tur zamanı;

$$t_c = t_{\text{gidiş}} + t_{\text{geliş}} + t_{\text{beklemeA}} + t_{\text{beklemeB}} = 32 + 32 + 13 + 0 = 77 \text{ dk. dır. Bu süre içinde bulunan ilk ve son duraklardaki bekleme sürelerinin kısaltılması halinde;}$$

$$t_c = t_{\text{gidiş}} + t_{\text{geliş}} + t_{\text{beklemeA}} + t_{\text{beklemeB}} = 32 + 32 + 4 + 0 = 68 \text{ dk. (sistemin daha verimli çalışabilmesi için) olması durumunda;}$$

mevcut yolcunun 4 yolcu/m² konforu ile taşınabilmesi için;

$$\text{Gerekli tramvay sayısı: } \frac{68}{5,30} = 12,83 \text{ (13 tramvay gerekmektedir)}$$

$$\text{Bir saatteki sefer sayısı} = \frac{60}{5,30} = 11,32 \text{ sefer}$$

8.2.2.3 Senaryo I için “park et ve bin” uygulamasından gelecek ilave yolcular için gereken ilave tramvay sayısının hesabı

Hat I’ de ilave yolcular için gerekli sefer sayısı hesabı (2005 yılı için):

Hat I için İlave Yolcu Sayısı=1087 yolcu /saat/yön

$$\text{İlave Yolcular Gerekli Sefer Sayısı} = \frac{1087}{159} = 6,83 \text{ (7 tramvay seferi gerekli)}$$

$$\text{Sefer Sıklığı} = \frac{60}{(11,32 + 6,83)} = 3,30 \text{ dk.}$$

$$\text{İlave Tramvay Sayısı} = \left(\frac{68}{3,30} \right) - 13 = 7,61 \text{ (8 adet tramvay gerekli) (2005 yılı için)}$$

Buradan hareketle yıllar içinde uygulama sonucunda toplu taşımaya yönlenecek yolcular için sisteme ilave edilmesi gereken tramvay sayıları Tablo 8.4’de gösterilmektedir.

Tablo 8.4 Proje ile birlikte toplu taşımaya yönlenecek yolcular için sisteme ilave edilmesi gereken tramvay sayıları (Senaryo I)

Yıllar	İlave Yolcular İçin En Büyük Trafik Kesitleri (Yolcu/Saat/Yön) (Senaryo I İçin)		İlave Tramvay Sayısı (Senaryo I İçin) (Yolculuk konforu 4 yolcu/m ²)	
	Hat I	Hat II	Hat I	Hat II
2005	1087	252	8	----
2006	1133	262	----	----
2007	1175	272	1	----
2008	1212	281	----	----
2009	1246	289	----	1
2010	1277	296	----	----
2011	1304	302	1	----
2012	1328	308	----	----
2013	1350	313	----	----
2014	1369	317	----	----
2015	1387	321	----	----
2016	1402	325	----	----
2017	1416	328	----	----
2018	1429	331	1	----
2019	1441	334	----	----
2020	1452	336	----	----

8.2.2.4 Senaryo II için “park et ve bin” uygulamasından gelecek ilave yolcular için gereken ilave tramvay sayısının hesabı

Senaryo II için yolculuk konforu 6 yolcu/m² dir. Dolayısı ile her tramvayda 209 yolcu (58 oturarak, 151 ayakta) olması hali göz önüne alınması gerekmektedir.

Mevcut Halde Kullanılan Tur Süresi = 77dk.

Mevcut Halde Kullanılan Sefer Sıklığı= 7dk.

Düşünülen Tur Süresi= 68 dk. olması halinde;

Hatta Çalışan Tramvay Sayısı= 11

Hat I için mevcut 2193 yolcu bir saatte taşımak için kullanılan sefer sayısı= $\frac{60}{7} = 8,57$

Hat I için ilave yolcu sayısı hesabı (2005 yılı için):

Hat I için İlave Yolcu Sayısı = 640 yolcu /saat/yön

İlave Yolcular Gerekli Sefer Sayısı= $\frac{640}{209} = 3,06$ (4 tramvay seferi gerekli)

Sefer Sıklığı= $\frac{60}{(8,57 + 3,06)} = 5,16$ dk.

İlave Tramvay Sayısı= $(\frac{68}{5,16}) - 11 = 2,17$ (**3 adet tramvay gerekli**) (2005 yılı için)

Buradan hareketle yıllar içinde uygulama sonucunda toplu taşımaya yönlenecek yolcular için sisteme ilave edilmesi gereken tramvay sayıları Tablo 8.5’de gösterilmektedir.

Tablo 8.5 Proje ile birlikte toplu taşımaya yönlenecek yolcular için sisteme ilave edilmesi gereken tramvay sayıları (Senaryo II)

Yıllar	İlave Yolcular İçin En Büyük Trafik Kesitleri (Yolcu/Saat/Yön) (Senaryo II İçin)		İlave Tramvay Sayısı (Senaryo II İçin) (Yolculuk konforu 6 yolcu/m2)	
	Hat I	Hat II	Hat I	Hat II
2005	640	148	3	----
2006	667	154	----	----
2007	691	160	----	----
2008	713	165	----	----
2009	733	170	----	----
2010	751	174	----	----
2011	767	178	----	----
2012	781	181	----	----
2013	794	184	1	----
2014	806	187	----	----
2015	816	189	----	----
2016	825	191	----	----
2017	833	193	----	----
2018	841	195	----	----
2019	848	196	----	----
2020	854	198	----	----

8.2.2.5 İlave tramvay araçlarının yatırım maliyeti

İlave olarak alınması gerekli araçların yatırım giderleri, trafik artışına bağlı olarak hesaplanan ve Tablo 8.4 ve Tablo 8.5’de gösterilen ilave tramvay araçlarının sayılarına göre, araç fiyatı 1.500.000 \$ alınarak hesaplanmıştır. Araçların, hizmete girmeleri gereken yılın başında alınmaları öngörülmüştür. Proje için satın alınması gereken toplam araç sayıları ve bu araçların maliyetleri ilgili senaryolar dahilinde Tablo 8.6’da gösterilmiştir.

Tablo 8.6 Satın alınması gereken toplam araç sayıları ve bu araçların maliyetleri

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
2007	1	----
2009	1	----
2011	1	----
2013	----	1
2018	1	----
TOPLAM	12	4
MALİYET (USD)	18.000.000	6.000.000

8.2.3 İlave edilmesi gereken tramvay araçlarının işletme ve bakım maliyetleri

Tramvay araçlarının işletme ve bakım giderleri, Bakırköy-Avcılar-Beylikdüzü Hafif Raylı Projesi ekonomik ve mali fizibilite etüdü (Aralık 2003) için esas alınan maliyetler kullanılarak tespit edilmiştir.

Tramvay kullanılan toplu taşıma sistemlerinde araç-km başına ortalama işletme ve bakım maliyetleri, 1.40 \$ ile 5.50 \$ arasında değişmektedir.(Light Rail Transit System, EMCT,1994) Hesaplamalarda tramvay hattının ortalama işletme ve bakım maliyeti işletmenin ilk yılında 2.41 \$/Araç-km değerinden başlayıp, yıllar itibariyle artarak, 2015 yılı ve sonrası için 3.33 \$/Araç-km değerine ulaşmaktadır. Tablo 8.7’de yıllar itibariyle araç-km başına ortalama işletme ve bakım maliyetleri gösterilmektedir.

Tablo 8.7 Tramvay sistemi için yıllar itibariyle araç-km başına ortalama işletme ve bakım maliyetleri

Yıllar	Araç-Km Başına Ortalama İşletme ve Bakım Maliyetleri (USD)
2005	2.41
2006	2.50
2007	2.59
2008	2.69
2009	2.78
2010	2.87
2011	2.96
2012	3.05
2013	3.15
2014	3.24
2015	3.33
2016	3.33
2017	3.33
2018	3.33
2019	3.33
2020	3.33

(Gerçek ve Demir, 2003)

Tablo 8.8 ve Tablo 8.9’da Senaryo I ve Senaryo II çerçevelerinde Hat I ve Hat II için toplam yıllık araç-km değerleri gösterilmektedir.

Tablo 8.8 Senaryo I çerçevesinde Hat I ve Hat II için beklenen toplam yıllık araç-km değerleri

Yıllar	İlave Tramvay Sayısı Hat I	İlave Tramvay Sayısı Hat II	Yıllık Araç-Km Değerleri Hat I	Yıllık Araç-Km Değerleri Hat II	Yıllık Araç-Km Değerleri (Hat I ve Hat II) Toplamı
2005	8	----	160407	----	160407
2006	----	----	160407	----	160407
2007	1	----	172746	----	172746
2008	----	----	172746	----	172746
2009	----	1	172746	13636	186382
2010	----	----	172746	13636	186382
2011	1	----	185085	13636	198721
2012	----	----	185085	13636	198721
2013	----	----	185085	13636	198721
2014	----	----	185085	13636	198721
2015	----	----	185085	13636	198721
2016	----	----	185085	13636	198721
2017	----	----	185085	13636	198721
2018	1	----	197424	13636	211060
2019	----	----	197424	13636	211060
2020	----	----	197424	13636	211060

Tablo 8.9 Senaryo II çerçevesinde Hat I ve Hat II için beklenen toplam yıllık araç-km değerleri

Yıllar	İlave Tramvay Sayısı Hat I	İlave Tramvay Sayısı Hat II	Yıllık Araç-Km Değerleri Hat I	Yıllık Araç-Km Değerleri Hat II	Yıllık Araç-Km Değerleri (Hat I ve Hat II) Toplamı
2005	3	----	61695	----	61695
2006	----	----	61695	----	61695
2007	----	----	61695	----	61695
2008	----	----	61695	----	61695
2009	----	----	61695	----	61695
2010	----	----	61695	----	61695
2011	----	----	61695	----	61695
2012	----	----	61695	----	61695
2013	1	----	74034	----	74034
2014	----	----	74034	----	74034
2015	----	----	74034	----	74034
2016	----	----	74034	----	74034
2017	----	----	74034	----	74034
2018	----	----	74034	----	74034
2019	----	----	74034	----	74034
2020	----	----	74034	----	74034

Tablo 8.7'deki araç-km başına ortalama işletme ve bakım maliyetleri ile birlikte Tablo 8.8 ve Tablo 8.9'daki araç-km değerleri kullanılarak, ilgili senaryolar dahilinde ilave tramvay araçlarından kaynaklanan işletme ve bakım maliyetlerine ulaşılmıştır. Hesaplanan değerler Tablo 8.10'da gösterilmektedir.

Tablo 8.10 İlgili senaryolar dahilinde beklenen ilave tramvay araçları kaynaklı işletme ve bakım maliyetleri

Yıllar	Araç-Km Başına Ortalama İşletme ve Bakım Maliyetleri (USD)	Senaryo I Dahilinde (Hat I ve Hat II toplamı) İşletme ve Bakım Maliyeti (USD)	Senaryo II Dahilinde (Hat I ve Hat II toplamı) İşletme ve Bakım Maliyeti (USD)
2005	2.41	386581	148685
2006	2.50	401018	154238
2007	2.59	447412	159790
2008	2.69	464687	165960
2009	2.78	518142	171512
2010	2.87	534916	177065
2011	2.96	588214	182617
2012	3.05	606099	188170
2013	3.15	625971	233207
2014	3.24	643856	239870
2015	3.33	661741	246533
2016	3.33	661741	246533
2017	3.33	661741	246533
2018	3.33	702830	246533
2019	3.33	702830	246533
2020	3.33	702830	246533

8.2.4 Özel otomobil işletme ve bakım maliyetleri

Projenin uygulamaya girmesinin ardından özel otomobilden toplu taşımaya kayması beklenen yolcu sayıları tez çalışmasında kullanılan model yardımı ile belirlenmiştir. Özel otomobil başına ortalama yolcu sayısı 2,01 alınarak ortalama yolculuk uzunluklarına göre, özel otomobil araç-km'lerde ortaya çıkacak yıllık azalmalar hesaplanmıştır.

Özel otomobil için araç-km başına ortalama işletme maliyeti 0,36 \$/Araç-km olarak alınmıştır. (Bu değer 0,70 olarak öngörülen gölge fiyat katsayısı ile çarpılarak ekonomik işletme maliyeti değerine ulaşılmıştır.) (Tablo 8.11)

Tablo 8.11 Otomobil işletme maliyetleri

Maliyet	USD/Araç-km
Benzin	0,097
Yağ	0,001
Lastik	0,008
Bakım ve Yedek Parça	0,012
Amortisman	0,242
Toplam	0,360

(Gerçek ve Demir, 2003)

Senaryo I ve senaryo II için park et ve bin uygulaması ile özel otomobil araç/km değerlerindeki yıllık azalmalar hesaplanmış ve Tablo 8.12’de gösterilmiştir. Hesaplamalarda kent içindeki ortalama yolculuk uzunlukları ortalama 7,1 km. alınmıştır.

Tablo 8.12 Senaryo I ve Senaryo II için park et ve bin uygulaması ile özel otomobil araç/km değerlerinde beklenen yıllık azalmalar

Yıllar	Senaryo I İçin Park Et ve Bin Sistemine Çekilmesi Beklenen Otomobil Sayısı	Senaryo II İçin Park Et ve Bin Sistemine Çekilmesi Beklenen Otomobil Sayısı	Senaryo I İçin Özel Otomobil Araç/Km Değerlerindeki Yıllık Azalmalar	Senaryo II İçin Özel Otomobil Araç/Km Değerlerindeki Yıllık Azalmalar
2005	2504	1473	11093722	6525979
2006	2610	1535	11563344	6800664
2007	2706	1592	11988662	7053197
2008	2793	1643	12374107	7279147
2009	2871	1689	12719678	7482946
2010	2941	1730	13029806	7664592
2011	3004	1767	13308922	7828517
2012	3060	1800	13557024	7974720
2013	3110	1829	13778544	8103202
2014	3154	1856	13973482	8222822
2015	3194	1879	14150698	8324722
2016	3230	1900	14310192	8417760
2017	3262	1919	14451965	8501938
2018	3291	1936	14580446	8577254
2019	3318	1952	14700067	8648141
2020	3344	1967	14815258	8714597

Özel otomobiller için ortalama işletme maliyeti 0,36 \$/Araç-km alınarak, Tablo 8.12'deki azalmalar doğrultusunda, özel otomobil işletme maliyetlerinde beklenen yıllık azalmalar hesaplanmıştır. (Tablo 8.13)

Tablo 8.13 Özel otomobil işletme maliyetlerinde beklenen yıllık azalmalar

Yıllar	Senaryo I İçin Özel Otomobil İşletme Maliyetlerindeki Yıllık Azalmalar (USD)	Senaryo II İçin Özel Otomobil İşletme Maliyetlerindeki Yıllık Azalmalar (USD)
2005	3993740	2349353
2006	4162804	2448239
2007	4315918	2539151
2008	4454679	2620493
2009	4579084	2693860
2010	4690730	2759253
2011	4791212	2818266
2012	4880529	2870899
2013	4960276	2917153
2014	5030453	2960216
2015	5094251	2996900
2016	5151669	3030394
2017	5202707	3060698
2018	5248961	3087812
2019	5292024	3113331
2020	5333493	3137255

8.2.5 Zamanın ekonomik değeri

Zaman değeri hesabında, yıllık çalışma saati 2130 saat ve çalışan nüfusun toplam nüfusa oranı 0,27 alınmıştır. Çalışma dışındaki saatler için zaman değeri, Dünya Bankası tarafından önerildiği gibi, Çalışma saatlerindeki zaman değerinin %25'i olarak kabul edilmiştir. Eskişehir'de kişilerin zaman değerini hesaplamakta kullanılan veriler 2002 yılı değerleri olup Eskişehir Ulaşım Ana Planından alınmıştır. Yapılan

hesaplamalar aşağıda gösterilmektedir. Hesaplamalar sonucunda kişi başına ortalama zaman değeri 1,87 \$/Saat olarak bulunmuştur. (Tablo 8.14)

Aile Başına Aylık Gelir (\$)	: 570\$
Kişi Başına Aylık Gelir (\$)	: 159\$
Ortalama Aile Büyüklüğü	: 3,58 kişi
Çalışan Nüfusun Toplam Nüfusa Oranı	: 0,27
Yıllık Çalışma Saati	: 2130 saat
İş yolculukları Oranı	: 0,42
Ailede Ortalama Çalışan Sayısı	: $3,58 \times 0,27 = 0,967$ kişi
Çalışan Kişi Başına Aylık Gelir	: $570\$ / 0,967 = 590\$$
Aylık Çalışma Saati	: $2130 / 12 = 177,5$ saat
Çalışma Saati Başına Zaman Değeri	: $590\$ / 177,5 = 3,32\$$
Ortalama Zaman Değeri	: $(3,32\$ \times 0,42) + (\frac{3,32\$}{4} \times 0,58) = 1,87\$$

Tablo 8.14 Kişi başına ortalama zaman değeri hesabı ile ilgili değerler

Aile Başına Aylık Gelir (USD)	570
Kişi Başına Aylık Gelir (USD)	159
Çalışan Kişi Başına Aylık Gelir (USD)	590
Çalışma Saati Başına Zaman Değeri (USD)	3,32
Çalışma Saati Dışında Zaman Değeri (USD)	0,83
İş Yolculukları Oranı	0,42
Ortalama Zaman Değeri (USD/Kişi/Saat)	1,87

Ekonomik değerlendirmede, ortalama zaman değeri 1,87 \$/Saat olarak alınmıştır. Ancak duyarlılık analizinde zaman değerinin daha az olması durumu da hesaba katılmıştır. Park et ve bin sisteminin uygulanması ile oluşması beklenen yıllık zaman kazançlarının ekonomik değerleri ilgili senaryolar için Tablo 8.15 ve Tablo 8.16'da gösterilmiştir.

Tablo 8.15 Park et ve bin sisteminin uygulanması ile oluşması beklenen yıllık zaman kazançlarının ekonomik değerleri (Senaryo I)

Yıllar	Projesiz durum yolcu-saat değerleri	Projeli durum yolcu-saat değerleri	Zaman Kazancı (Saat)	Zaman Kazancının Ekonomik Değeri (USD)
2005	779914	675227	104687	195765
2006	841301	702702	138599	259180
2007	901677	727412	174265	325876
2008	960833	749560	211273	395081
2009	1018924	769314	249610	466771
2010	1075802	786872	288930	540299
2011	1131394	802378	329016	615260
2012	1185843	816105	369738	691410
2013	1238875	828125	410750	768103
2014	1291014	838719	452295	845792
2015	1342037	847954	494083	923935
2016	1392209	856100	536109	1002524
2017	1441402	863163	578239	1081307
2018	1490095	869608	620487	1160311
2019	1538569	875438	663131	1240055
2020	1586694	880720	705974	1320171

Tablo 8.16 Park et ve bin sisteminin uygulanması ile oluşması beklenen yıllık zaman kazançlarının ekonomik değerleri (Senaryo II)

Yıllar	Projesiz durum yolcu-saat değerleri	Projeli durum yolcu-saat değerleri	Zaman Kazancı (Saat)	Zaman Kazancının Ekonomik Değeri (USD)
2005	458837	397248	61589	115171
2006	494902	413370	81532	152465
2007	530330	427834	102496	191668
2008	565236	440949	124287	232417
2009	599346	452522	146824	274561
2010	632814	462858	169956	317818
2011	665493	471963	193530	361901
2012	697623	480109	217514	406751
2013	728855	487203	241652	451889
2014	759540	493442	266098	497603
2015	789544	498866	290678	543568
2016	818985	503612	315373	589748
2017	848000	507813	340187	636150
2018	876712	511642	365070	682681
2019	905149	515025	390124	729532
2020	933460	518132	415328	776663

8.2.6 Yolcu gelirleri

Uygulama ile birlikte sisteme girecek ilave tramvaylar tarafından taşınılması düşünülen toplam yolcu sayılarına (park et ve bin yolcuları) göre ve ortalama bilet ücreti 0,75 \$ alınarak hesaplanmıştır. İlgili senaryolar dahilinde elde edilmesi beklenen yıllık yolcu gelirleri Tablo 8.17’de gösterilmektedir.

Tablo 8.17 Ekonomik değerlendirme için beklenen yıllık yolcu gelirleri

Yıllar	Senaryo I Dahilinde Yıllık Yolcu Gelirleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)	Senaryo II Dahilinde Yıllık Yolcu Gelirleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)
2005	2363124	1390266
2006	2463133	1448957
2007	2553752	1502014
2008	2635449	1550375
2009	2709165	1593571
2010	2775368	1632542
2011	2834528	1667287
2012	2887585	1698745
2013	2934537	1726447
2014	2976795	1751332
2015	3014357	1773400
2016	3048163	1793120
2017	3078212	1810962
2018	3105914	1827395
2019	3131738	1842420
2020	3155684	1856506

8.2.7 Çevresel maliyetler

Ulaştırma projelerinin ekonomik değerlendirmelerinde çevresel etkiler ile ilgili maliyetlerin belirlenebilmesi oldukça güçtür. Ülkemizde de birtakım verilerin eksikliği sebebiyle çevresel etkilerin ekonomik değerleri konusunda bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada İngiltere’de yapılmış bir çalışmanın sonuçlarından yararlanılmıştır. (Eyre, 1997)

Bu çalışmada, Eskişehir ve Londra’da kişi başına ortalama GSYİH değerleri göz önünde tutularak, İngiltere için bulunmuş olan birim çevresel maliyet değerlerinin %17’si esas alınmıştır. Bu duruma göre, ekonomik değerlendirmede, karayolu araçlarının çevresel etkilerinin maliyetlerini hesaba katabilmek için araç-km başına ekonomik maliyetler otomobiller için 0,1013 \$ olarak alınmıştır. (Tablo 8.18)

Tablo 8.18 Çevresel maliyetlerde beklenen azalmalar

Yıllar	Senaryo I İçin Özel Otomobil Araç/Km Değerlerindeki Yıllık Azalmalar	Senaryo II İçin Özel Otomobil Araç/Km Değerlerindeki Yıllık Azalmalar	Çevresel Maliyetlerde Azalma (Senaryo I İçin) (USD)	Çevresel Maliyetlerde Azalma (Senaryo II İçin) (USD)
2005	11093722	6525979	1123794	661082
2006	11563344	6800664	1171367	688907
2007	11988662	7053197	1214451	714489
2008	12374107	7279147	1253497	737378
2009	12719678	7482946	1288503	758022
2010	13029806	7664592	1319919	776423
2011	13308922	7828517	1348194	793029
2012	13557024	7974720	1373327	807839
2013	13778544	8103202	1395767	820854
2014	13973482	8222822	1415514	832972
2015	14150698	8324722	1433466	843294
2016	14310192	8417760	1449622	852719
2017	14451965	8501938	1463984	861246
2018	14580446	8577254	1476999	868876
2019	14700067	8648141	1489117	876057
2020	14815258	8714597	1500786	882789

8.2.8 Ekonomik değerdendirmede kullanılacak maliyetler ve faydalar

Tablo 8.19 ve Tablo 8.21’de ilgili senaryolar için ekonomik değerdendirmede kullanılacak olan maliyetler, Tablo 8.20 ve Tablo 8.22’de ilgili senaryolar için ekonomik değerdendirmede kullanılacak olan faydalar gösterilmektedir.

Tablo 8.19 Ekonomik değerdendirme için maliyetler (Senaryo I)

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (USD)	İlave tramvay araçları yatırım maliyeti (USD)	İlave tramvay araçları işletme bakım maliyetleri (USD)	Toplam (USD)
2005	9593980	12000000	270607	21864587
2006	0	0	280713	280713
2007	0	1500000	313188	1813188
2008	0	0	325281	325281
2009	0	1500000	362699	1862699
2010	1309255	0	374441	1683696
2011	0	1500000	411750	1911750
2012	0	0	424269	424269
2013	0	0	438180	438180
2014	0	0	450699	450699
2015	767494	0	463219	1230713
2016	0	0	463219	463219
2017	0	0	463219	463219
2018	0	1500000	491981	1991981
2019	0	0	491981	491981
2020	451467	0	491981	943448

Tablo 8.20 Ekonomik değerlendirme için faydalar (Senaryo I)

Yıllar	Özel araçların işletme ve bakım maliyetlerindeki azalma (USD)	Zaman Maliyetleri (USD)	Yıllık Yolcu Gelirleri (USD)	Çevresel Maliyetler (USD)	Toplam (USD)
2005	2795618	195765	2363124	1123794	6478301
2006	2913963	259180	2463133	1171367	6807643
2007	3021143	325876	2553752	1214451	7115222
2008	3118275	395081	2635449	1253497	7402302
2009	3205359	466771	2709165	1288503	7669798
2010	3283511	540299	2775368	1319919	7919097
2011	3353848	615260	2834528	1348194	8151830
2012	3416370	691410	2887585	1373327	8368692
2013	3472193	768103	2934537	1395767	8570600
2014	3521317	845792	2976795	1415514	8759418
2015	3565976	923935	3014357	1433466	8937734
2016	3606168	1002524	3048163	1449622	9106477
2017	3641895	1081307	3078212	1463984	9265398
2018	3674273	1160311	3105914	1476999	9417497
2019	3704417	1240055	3131738	1489117	9565327
2020	3733445	1320171	3155684	1500786	9710086

Tablo 8.21 Ekonomik değerlendirme için maliyetler (Senaryo II)

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (USD)	İlave tramvay araçları yatırım maliyeti (USD)	İlave tramvay araçları işletme bakım maliyetleri (USD)	Toplam (USD)
2005	5647554	4500000	104080	10251634
2006	0	0	107967	107967
2007	0	0	111853	111853
2008	0	0	116172	116172
2009	0	0	120058	120058
2010	767494	0	123946	891440
2011	0	0	127832	127832
2012	0	0	131719	131719
2013	0	1500000	163245	1663245
2014	0	0	167909	167909
2015	451467	0	172573	624040
2016	0	0	172573	172573
2017	0	0	172573	172573
2018	0	0	172573	172573
2019	0	0	172573	172573
2020	255832	0	172573	428405

Tablo 8.22 Ekonomik değerlendirme için faydalar (Senaryo II)

Yıllar	Özel araçların işletme ve bakım maliyetlerindeki azalma (USD)	Zaman Maliyetleri (USD)	Yıllık yolcu Geliri (USD)	Çevresel Maliyetler (USD)	Toplam (USD)
2005	1644547	115171	1390266	661082	3811066
2006	1713767	152465	1448957	688907	4004096
2007	1777406	191668	1502014	714489	4185577
2008	1834345	232417	1550375	737378	4354515
2009	1885702	274561	1593571	758022	4511856
2010	1931477	317818	1632542	776423	4658260
2011	1972786	361901	1667287	793029	4795003
2012	2009629	406751	1698745	807839	4922964
2013	2042007	451889	1726447	820854	5041197
2014	2072151	497603	1751332	832972	5154058
2015	2097830	543568	1773400	843294	5258092
2016	2121276	589748	1793120	852719	5356863
2017	2142489	636150	1810962	861246	5450847
2018	2161468	682681	1827395	868876	5540420
2019	2179332	729532	1842420	876057	5627341
2020	2196079	776663	1856506	882789	5712037

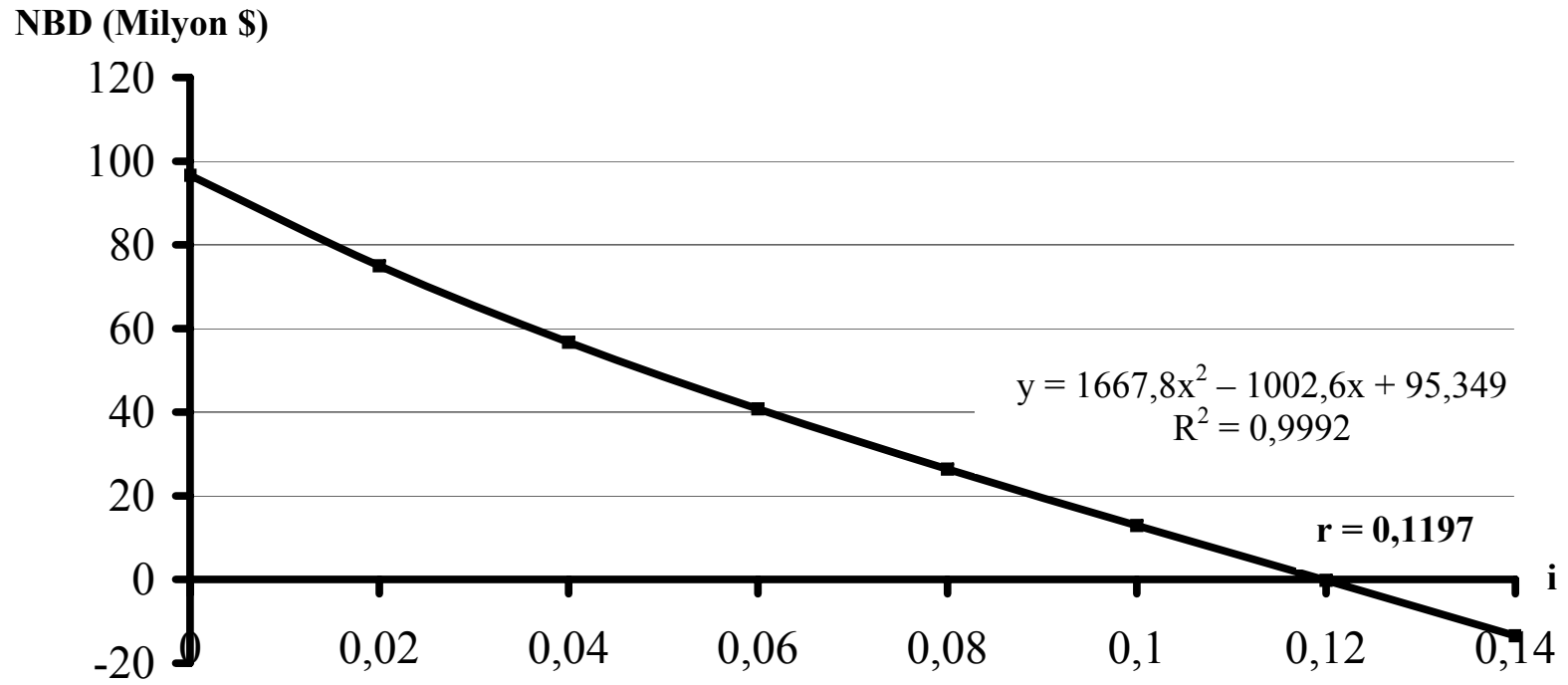
8.2.9 Ekonomik değerlendirme sonuçları

Tablo 8.23 ve Tablo 8.24’de senaryo I ve senaryo II için ekonomik değerlendirme sonuçları, Şekil 8.2 ve Şekil 8.3’de yapılan değerlendirmeler için “NBD-i” arasındaki ilişki grafik üzerinde gösterilmektedir.

Tablo 8.23 Ekonomik değerlendirme sonuçları (Senaryo I)

			Fayda Maliyet Analizi			İç Verimlilik Oranı Hesabı		
			0,12			0,119711534		
Yıllar	Maliyetler	Faydalar	Güncelleştirilmiş Maliyetler	Güncelleştirilmiş Faydalar	Güncelleştirilmiş NBD	Güncelleştirilmiş Maliyetler	Güncelleştirilmiş Faydalar	Güncelleştirilmiş NBD
2005	21864587	6478301	21864587,00	6478301,00	-15386286,00	21864587,00	6478301,00	-15386286,00
2006	280713	6807643	314398,56	6078252,68	-9622431,88	314317,58	6079818,59	-9620785,00
2007	1813188	7115222	2274463,03	5672211,42	-6224683,49	2273291,56	5675134,40	-6218942,16
2008	325281	7402302	456996,38	5268812,35	-1412867,53	456643,37	5272885,53	-1402700,00
2009	1862699	7669798	2930992,94	4874295,29	530434,82	2927974,50	4879320,19	548645,69
2010	1683696	7919097	2967247,64	4493508,31	2056695,49	2963428,41	4499299,49	2084516,77
2011	1911750	8151830	3773455,52	4129970,77	2413210,75	3767627,96	4136358,78	2453247,60
2012	424269	8368692	937923,59	3785571,26	5260858,41	936233,90	3792403,34	5309417,03
2013	438180	8570600	1084917,54	3461521,59	7637462,46	1082684,12	3468662,22	7695395,13
2014	450699	8759418	1249823,82	3158733,94	9546372,58	1246929,68	3166065,41	9614530,86
2015	1230713	8937734	3822407,77	2877711,14	8601675,96	3812574,23	2885133,44	8687090,07
2016	463219	9106477	1611330,45	2617894,53	9608240,04	1606771,19	2625322,88	9705641,75
2017	463219	9265398	1804690,10	2378196,89	10181746,83	1799120,24	2385559,51	10292081,03
2018	1991981	9417497	8691995,37	2158247,25	3647998,71	8662937,24	2165486,67	3794630,45
2019	491981	9565327	2404366,39	1957255,42	3200887,74	2395711,18	1964326,58	3363245,85
2020	943448	9710086	5164024,67	1773996,41	-189140,52	5144110,02	1780864,17	0,00
Toplam			61353620,78	61164480,26		61254942,19	61254942,19	

FMO= 1,00
 NBD= -189140,52
 İVO= 11,97%



Şekil 8.2 NBD-i arasındaki ilişki (ekonomik değerlendirme, Senaryo I)

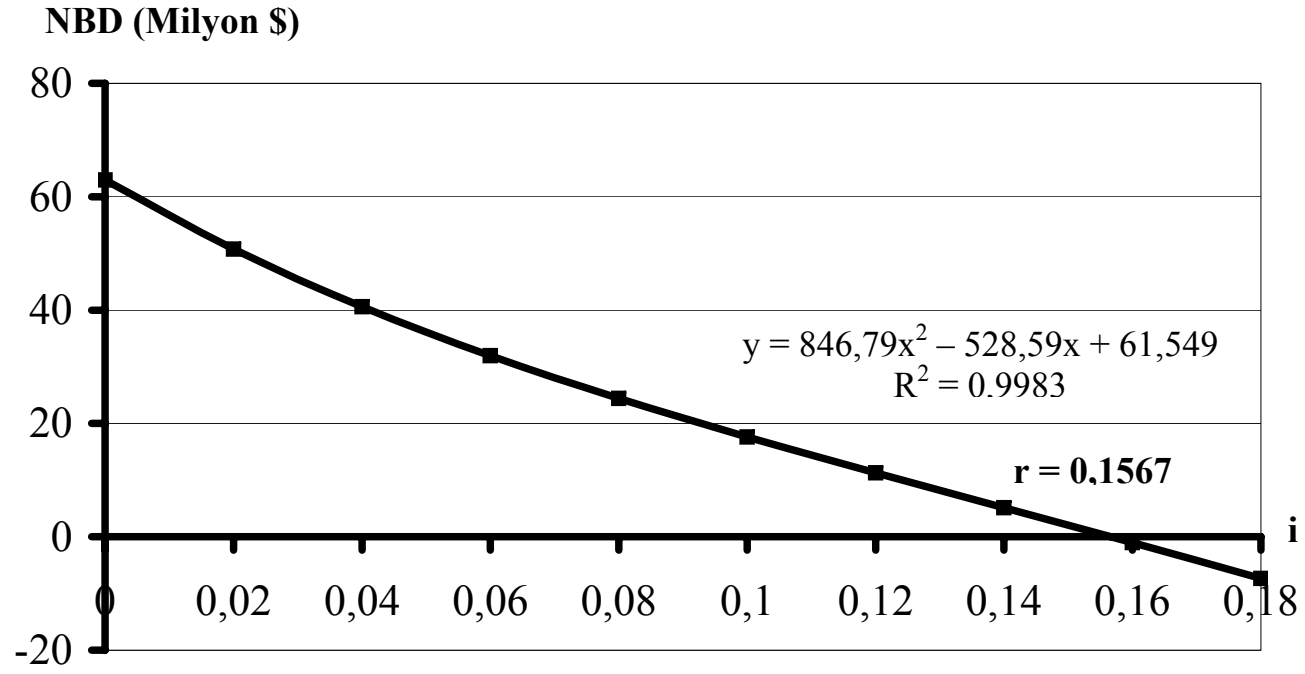
Tablo 8.24 Ekonomik değerlendirme sonuçları (Senaryo II)

			Fayda Maliyet Analizi			İç Verimlilik Oranı Hesabı		
			0,12			0,156736171		
Yıllar	Maliyetler	Faydalar	Güncelleştirilmiş Maliyetler	Güncelleştirilmiş Faydalar	Güncelleştirilmiş NBD	Güncelleştirilmiş Maliyetler	Güncelleştirilmiş Faydalar	Güncelleştirilmiş NBD
2005	10251634	3811066	10251634,00	3811066,00	-6440568,00	10251634,00	3811066,00	-6440568,00
2006	107967	4004096	120923,04	3575085,71	-2986405,33	124889,33	3461546,46	-3103910,87
2007	111853	4185577	140308,40	3336716,36	210002,63	149663,63	3128143,76	-125430,74
2008	116172	4354515	163213,30	3099457,77	3146247,10	179806,10	2813434,72	2508197,88
2009	120058	4511856	188913,59	2867366,06	5824699,57	214945,51	2520101,11	4813353,49
2010	891440	4658260	1571021,87	2643221,82	6896899,52	1846136,03	2249324,66	5216542,12
2011	127832	4795003	252317,70	2429297,75	9073879,57	306228,41	2001626,25	6911939,96
2012	131719	4922964	291188,74	2226898,90	11009589,73	364996,45	1776586,87	8323530,38
2013	1663245	5041197	4118133,37	2036054,92	8927511,27	5331270,95	1572748,00	4565007,43
2014	167909	5154058	465624,88	1858604,98	10320491,37	622562,30	1390082,12	5332527,25
2015	624040	5258092	1938173,52	1692964,90	10075282,76	2676428,15	1225984,61	3882083,71
2016	172573	5356863	600303,81	1539970,11	11014949,05	856150,92	1079774,49	4105707,29
2017	172573	5450847	672340,26	1399096,66	11741705,45	990340,73	949843,82	4065210,37
2018	172573	5540420	753021,10	1269721,27	12258405,62	1145562,95	834634,98	3754282,40
2019	172573	5627341	843383,63	1151465,46	12566487,45	1325114,10	732863,02	3162031,32
2020	428405	5712037	2344902,94	1043567,80	11265152,32	3805128,01	643096,69	0,00
Toplam			24715404,15	35980556,47		30190857,55	30190857,55	

FMO= 1,46

NBD= 11265152,32

İVO= 15,67%



Şekil 8.3 NBD-i arasındaki ilişki (ekonomik değerlendirme, Senaryo II)

8.2.10 Ekonomik duyarlılık analizleri

Park et ve Bin ile ilgili uygulamanın maliyetlerini ve faydalarını etkileyen bazı önemli parametrelerin ve / yada varsayımların değişmesi durumunda projenin ekonomik değerlendirme sonuçlarının nasıl değiştiğini belirlemek amacı ile duyarlılık analizleri yapılmıştır.

Duyarlılık analizinde aşağıdaki senaryolar göz önüne alınmıştır.

- Park et ve Bin uygulamasını tercih eden özel otomobil sayısının öngörülenden %20 daha az gerçekleşmesi
- Park et ve Bin uygulamasını tercih eden özel otomobil sayısının öngörülenden %50 daha az gerçekleşmesi
- Zamanın ekonomik değerinin %20 daha az alınması
- Çevresel maliyetlerin öngörülenden %50 daha az alınması

Tablo 8.25’de tez çalışmasının temel senaryolarından olan Senaryo I (toplu taşımada yolculuk konforu 4 yolcu/m²) için yukarıda bahsedilen senaryolarda ele alınan duyarlılık analizleri sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 8.25 Uygulamanın Ekonomik Duyarlılık Analizi sonuçları (Senaryo I)

	Zaman Değeri (USD/Saat/Kişi) : 1,87	
	Ekonomik İç Verimlilik Oranı (%)	Fayda/Maliyet Oranı
İncelenen Durum	11,97	1,00
Park Eden Özel Otomobil %20 Az	12,35	1,04
Park Eden Özel Otomobil %50 Az	11,37	0,95
Zaman Değeri %20 Az (1,50 \$/Saat)	11,83	0,98
Çevresel Maliyetler %50 Az (0,050 \$)	11,16	0,91

Tablo 8.26’da tez çalışmasının temel senaryolarından olan Senaryo II (toplu taşımada yolculuk konforu 6 yolcu/m²) için yukarıda bahsedilen senaryolarda ele alınan duyarlılık analizleri sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 8.26 Uygulamanın Ekonomik Duyarlılık Analizi sonuçları (Senaryo II)

	Zaman Değeri (USD/Saat/Kişi) : 1,87	
	Ekonomik İç Verimlilik Oranı (%)	Fayda/Maliyet Oranı
İncelenen Durum	15,67	1,46
Park Eden Özel Otomobil %20 Az	16,99	1,58
Park Eden Özel Otomobil %50 Az	16,86	1,41
Zaman Değeri %20 Az (1,50 \$/Saat)	15,54	1,43
Çevresel Maliyetler %50 Az (0,050 \$)	14,82	1,34

8.3 Mali Değerlendirme

Mali değerlendirmede, 2005-2020 yılları arasındaki yapım ve işletme dönemi içerisinde, projenin gelir ve giderleri, yatırımcı işletmecisi kuruluş açısından değerlendirilmiştir.

Mali fizibilite etüdünde hesaba katılan gelir ve giderler şunlardır:

- Park et ve Bin alanlarının istismak ve inşaat maliyetleri
- Araçların yatırım giderleri
- İşletme ve bakım giderleri
- Yolcu gelirleri

Projeye ilişkin yatırım ve işletme giderleri ekonomik değerlendirme bölümünde açıklandığı için bu bölümde yalnızca işletme gelirleri açıklanmıştır.

8.3.1 Park et ve bin alanlarının istismak ve inşaat maliyetleri

Yol dışı otopark (park et ve bin alanları) tasarımı için model çalışması sonucunda hesaplanan araç kapasitesine göre toplam park alanının hesaplanabilmesi için birim park alanı için gerekli değerin doğru bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için TS 10551 “Şehir İçi Yollar - Otolar İçin Otopark Tasarım Kuralları” standardından

yararlanarak “birim park alanı” manevra koridoru dahil 25 m²/oto alınarak hesaplama işlemine devam edilmiştir.

Park et ve bin alanları ile ilgili olarak her iki senaryo için 2005 ve 2020 yılları arasında yıllar itibariyle hesaplamalar yapılmıştır. Maliyet ile ilgili hesaplarda (istimlak, inşaat) 2005 ve diğer yıllar için sabit fiyatlar (2005 yılı fiyatları) alınmıştır. Hesaplamalar sonucunda elde edilen sonuçlar ilgili senaryolar doğrultusunda Tablo 8.27’de gösterilmiştir.

Tablo 8.27 Park et ve Bin alanlarının beklenen istimlak ve inşaat maliyetleri

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (Senaryo I) (USD)	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (Senaryo II) (USD)
2005	11992475	7059443
2006	0	0
2007	0	0
2008	0	0
2009	0	0
2010	1636569	959368
2011	0	0
2012	0	0
2013	0	0
2014	0	0
2015	959368	564334
2016	0	0
2017	0	0
2018	0	0
2019	0	0
2020	564334	319790

8.3.2 Araçların yatırım giderleri

İlave olarak alınması gerekli araçların yatırım giderleri, trafik artışına bağlı olarak hesaplanan ve ekonomik değerlendirme bölümünde (Tablo 8.4 ve Tablo 8.5) gösterilen ilave tramvay araçlarının sayılarına göre, araç fiyatı 1.500.000 \$ alınarak hesaplanmıştır. Araçların, hizmete girmeleri gereken yılın başında alınmaları öngörülmüştür. Proje için satın alınması gereken toplam araç sayılarına karşılık gelen maliyetler ilgili senaryolar dahilinde Tablo 8.28’de gösterilmiştir.

Tablo 8.28 İlave tramvay araçları yatırım giderleri

Yıllar	İlave Tramvay araçları yatırım harcamaları (Senaryo I) (USD)	İlave Tramvay araçları yatırım harcamaları (Senaryo II) (USD)
2005	12 000 000	4 500 000
2006	0	0
2007	1 500 000	0
2008	0	0
2009	1 500 000	0
2010	0	0
2011	1 500 000	0
2012	0	0
2013	0	1 500 000
2014	0	0
2015	0	0
2016	0	0
2017	0	0
2018	1 500 000	0
2019	0	0
2020	0	0

8.3.3 İşletme ve bakım giderleri

İlave tramvay araçlarının işletme ve bakım giderleri, Bakırköy-Avcılar-Beylikdüzü Hafif Raylı Projesi ekonomik ve mali fizibilite etüdü (Aralık 2003) için esas alınan maliyetler kullanılarak tespit edilmiştir.

Tramvay kullanılan toplu taşıma sistemlerinde araç-km başına ortalama işletme ve bakım maliyetleri, 1.40 \$ ile 5.50 \$ arasında değişmektedir. Uygulama ile birlikte ilave olarak sisteme girecek tramvay araçlarının işletme ve bakım giderleri Tablo 8.29'da gösterilmektedir. (Gerçek ve Demir, 2003)

Tablo 8.29 İlave tramvay araçlarının beklenen işletme ve bakım giderleri

Yıllar	Senaryo I Dahilinde (Hat I ve Hat II toplamı) İşletme ve Bakım Giderleri (USD)	Senaryo II Dahilinde (Hat I ve Hat II toplamı) İşletme ve Bakım Giderleri (USD)
2005	386581	148685
2006	401018	154238
2007	447412	159790
2008	464687	165960
2009	518142	171512
2010	534916	177065
2011	588214	182617
2012	606099	188170
2013	625971	233207
2014	643856	239870
2015	661741	246533
2016	661741	246533
2017	661741	246533
2018	702830	246533
2019	702830	246533
2020	702830	246533

8.3.4 Yolcu gelirleri

Uygulama ile birlikte sisteme girecek ilave tramvaylar tarafından taşınılması düşünülen toplam yolcu sayılarına (park et ve bin yolcuları) göre ve ortalama bilet ücreti 0,75 \$ alınarak hesaplanmıştır. İlgili senaryolar dahilinde elde edilmesi beklenen yıllık yolcu gelirleri Tablo 8.30’da gösterilmektedir.

Tablo 8.30 İlgili senaryolar dahilinde elde edilmesi beklenen yıllık yolcu gelirleri

Yıllar	Senaryo I Dahilinde Yıllık Yolcu Gelirleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)	Senaryo I Dahilinde Yıllık Yolcu Gelirleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)
2005	2363124	1390266
2006	2463133	1448957
2007	2553752	1502014
2008	2635449	1550375
2009	2709165	1593571
2010	2775368	1632542
2011	2834528	1667287
2012	2887585	1698745
2013	2934537	1726447
2014	2976795	1751332
2015	3014357	1773400
2016	3048163	1793120
2017	3078212	1810962
2018	3105914	1827395
2019	3131738	1842420
2020	3155684	1856506

8.3.5 Mali değ erlendirmede kullanılacak giderler ve gelirler

Tablo 8.31 ve Tablo 8.33’de ilgili senaryolar i in mali değ erlendirmede kullanılacak olan giderler, Tablo 8.32 ve Tablo 8.34’de ilgili senaryolar i in mali değ erlendirmede kullanılacak olan gelirler g sterilmektedir.

Tablo 8.31 Mali değ erlendirme i in toplam giderler (Senaryo I)

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (USD)	�lave Tramvay araçları yatırım harcamaları (USD)	��letme ve Bakım Giderleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)	Toplam (USD)
2005	11992475	12000000	386581	24379056
2006	0	0	401018	401018
2007	0	1500000	447412	1947412
2008	0	0	464687	464687
2009	0	1500000	518142	2018142
2010	1636569	0	534916	2171485
2011	0	1500000	588214	2088214
2012	0	0	606099	606099
2013	0	0	625971	625971
2014	0	0	643856	643856
2015	959368	0	661741	1621109
2016	0	0	661741	661741
2017	0	0	661741	661741
2018	0	1500000	702830	2202830
2019	0	0	702830	702830
2020	564334	0	702830	1267164

Tablo 8.32 Mali değ rlendirme toplam gelirler (Senaryo I)

Yıllar	Yıllık Yolcu Gelirleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)
2005	2363124
2006	2463133
2007	2553752
2008	2635449
2009	2709165
2010	2775368
2011	2834528
2012	2887585
2013	2934537
2014	2976795
2015	3014357
2016	3048163
2017	3078212
2018	3105914
2019	3131738
2020	3155684

Tablo 8.33 Mali değerlendirme için toplam giderler (Senaryo II)

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (USD)	İlave Tramvay araçları yatırım harcamaları (USD)	İşletme ve Bakım Giderleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)	Toplam (USD)
2005	7059443	4500000	148685	11708128
2006	0	0	154238	154238
2007	0	0	159790	159790
2008	0	0	165960	165960
2009	0	0	171512	171512
2010	959368	0	177065	1136433
2011	0	0	182617	182617
2012	0	0	188170	188170
2013	0	1500000	233207	1733207
2014	0	0	239870	239870
2015	564334	0	246533	810867
2016	0	0	246533	246533
2017	0	0	246533	246533
2018	0	0	246533	246533
2019	0	0	246533	246533
2020	319790	0	246533	566323

Tablo 8.34 Mali değerlendirme için toplam gelirler (Senaryo II)

Yıllar	Yıllık Yolcu Gelirleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)
2005	1390266
2006	1448957
2007	1502014
2008	1550375
2009	1593571
2010	1632542
2011	1667287
2012	1698745
2013	1726447
2014	1751332
2015	1773400
2016	1793120
2017	1810962
2018	1827395
2019	1842420
2020	1856506

8.3.6 Mali değerlendirme sonuçları

Tablo 8.35 ve Tablo 8.36’da senaryo I ve senaryo II için mali değerlendirme sonuçları, Şekil 8.4 ve Şekil 8.5’de yapılan değerlendirmeler için “NBD-i” arasındaki ilişki grafikler üzerinde gösterilmektedir.

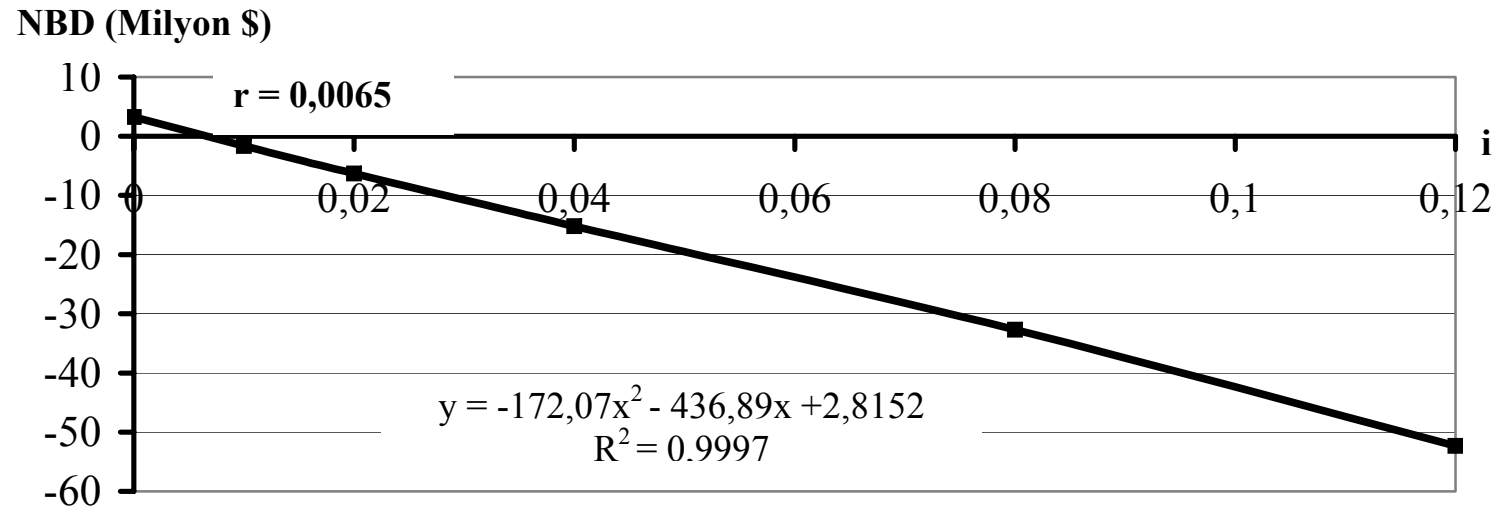
Tablo 8.35 Mali değerlendirme sonuçları (Senaryo I)

			Fayda Maliyet Analizi			İç Verimlilik Oranı Hesabı		
			0,12			0,006510682		
Yıllar	Giderler	Gelirler	Güncelleştirilmiş Maliyetler	Güncelleştirilmiş Faydalar	Güncelleştirilmiş NBD	Güncelleştirilmiş Maliyetler	Güncelleştirilmiş Faydalar	Güncelleştirilmiş NBD
2005	24379056	2363124	24379056,00	2363124,00	-22015932,00	24379056,00	2363124,00	-22015932,00
2006	401018	2463133	449140,16	2199225,89	-20265846,27	403628,90	2447200,06	-19972360,84
2007	1947412	2553752	2442833,61	2035835,46	-20672844,42	1972852,51	2520820,62	-19424392,73
2008	464687	2635449	652851,78	1875860,54	-19449835,66	473822,51	2584636,37	-17313578,88
2009	2018142	2709165	3175585,51	1721723,33	-20903697,83	2071215,44	2639744,55	-16745049,76
2010	2171485	2775368	3826898,53	1574818,34	-23155778,02	2243100,73	2686758,51	-16301391,98
2011	2088214	2834528	4121764,16	1436060,10	-25841482,09	2171127,53	2726279,77	-15746239,74
2012	606099	2887585	1339891,79	1306196,81	-25875177,07	634267,25	2759345,34	-13621161,65
2013	625971	2934537	1549881,15	1185210,28	-26239847,94	659327,70	2786072,94	-11494416,41
2014	643856	2976795	1785463,40	1073462,12	-26951849,22	682581,08	2807911,60	-9369085,89
2015	1621109	3014357	5034918,48	970542,28	-31016225,42	1729800,83	2824950,23	-8273936,50
2016	661741	3048163	2301899,15	876274,02	-32441850,55	710706,55	2838153,72	-6146489,33
2017	661741	3078212	2578127,05	790100,35	-34229877,24	715333,73	2847592,66	-4014230,41
2018	2202830	3105914	9612033,53	711795,33	-43130115,45	2396735,08	2854633,61	-3556331,88
2019	702830	3131738	3434809,13	640815,64	-45924108,93	769675,62	2859749,43	-1466258,06
2020	1267164	3155684	6935905,48	576531,67	-52283482,75	1396717,76	2862975,82	0,00
Toplam			73621058,91	21337576,16		43409949,22	43409949,22	

FMO = 0,29

NBD = -52283482,75

İVO = 0,65 %



Şekil 8.4 NBD-i arasındaki ilişki (mali değerlendirme, Senaryo I)

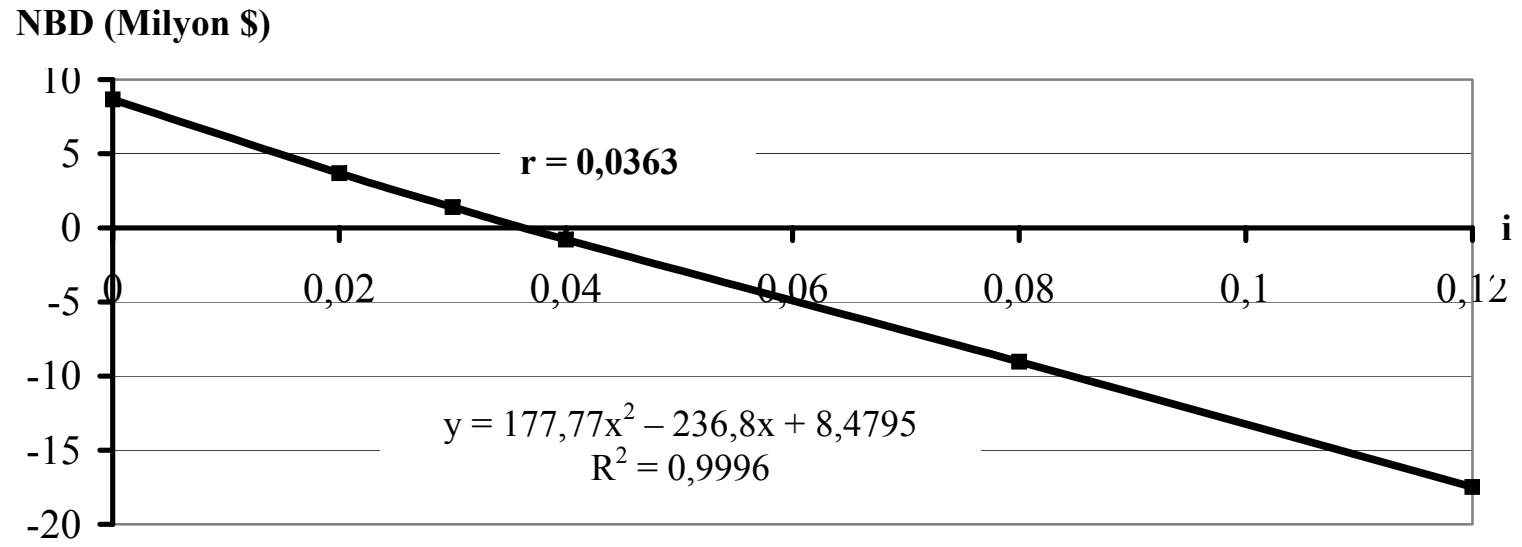
Tablo 8.36 Mali değerlendirme sonuçları (Senaryo II)

			Fayda Maliyet Analizi			İç Verimlilik Oranı Hesabı		
			0,12			0,03632172		
Yıllar	Giderler	Gelirler	Güncelleştirilmiş Maliyetler	Güncelleştirilmiş Faydalar	Güncelleştirilmiş NBD	Güncelleştirilmiş Maliyetler	Güncelleştirilmiş Faydalar	Güncelleştirilmiş NBD
2005	11708128	1390266	11708128,00	1390266,00	-10317862,00	11708128,00	1390266,00	-10317862,00
2006	154238	1448957	172746,56	1293711,61	-9196896,95	159840,19	1398172,95	-9079529,24
2007	159790	1502014	200440,58	1197396,36	-8199941,16	171608,50	1398571,84	-7852565,90
2008	165960	1550375	233161,85	1103526,30	-7329576,71	184708,65	1393005,90	-6644268,65
2009	171512	1593571	269877,45	1012743,18	-6586710,99	197821,24	1381634,01	-5460455,88
2010	1136433	1632542	2002783,25	926348,17	-7663146,06	1358366,12	1365813,37	-5453008,63
2011	182617	1667287	360453,58	844699,48	-7178900,15	226208,44	1345992,87	-4333224,20
2012	188170	1698745	415983,92	768425,97	-6826458,11	241553,09	1323323,38	-3251453,90
2013	1733207	1726447	4291356,71	697282,99	-10420531,83	2305723,57	1297766,16	-4259411,32
2014	239870	1751332	665178,40	631547,88	-10454162,35	330694,78	1270331,53	-3319774,57
2015	810867	1773400	2518429,82	570987,34	-12401604,83	1158498,92	1241254,10	-3237019,39
2016	246533	1793120	857577,37	515479,15	-12743703,05	365019,17	1211068,61	-2390969,95
2017	246533	1810962	960486,65	464828,84	-13239360,86	378277,29	1180250,33	-1588996,91
2018	246533	1827395	1075745,05	418791,77	-13896314,14	392016,97	1149218,54	-831795,34
2019	246533	1842420	1204834,45	376995,64	-14724152,95	406255,70	1118057,73	-119993,31
2020	566323	1856506	3099806,18	339176,71	-17484782,43	967126,34	1087119,65	0,00
Toplam			30036989,81	12552207,38		20551846,96	20551846,96	

FMO = 0,42

NBD = -17484782,43

İVO = 3,63%



Şekil 8.5 NBD-i arasındaki ilişki (mali değerlendirme, Senaryo II)

8.3.7 Mali duyarlılık analizleri

Uygulamanın maliyetlerini ve gelirlerini etkileyen bazı önemli parametrelerin ve / yada varsayımların değişmesi durumunda uygulamanın mali iç verimlilik oranının nasıl değiştiğini belirlemek amacıyla duyarlılık analizleri yapılmıştır.

Duyarlılık analizinde aşağıdaki senaryolar göz önüne alınmıştır.

- Park et ve Bin uygulamasını tercih eden özel otomobil sayısının öngörülenden %20 daha az gerçekleşmesi
- Park et ve Bin uygulamasını tercih eden özel otomobil sayısının öngörülenden %30 daha az gerçekleşmesi
- İstimlak ve inşaat maliyetlerinin %20 azalması
- Yolcu gelirlerinin %20 artması

Tablo 8.37’de tez çalışmasının temel senaryolarından olan Senaryo I (toplu taşımada yolculuk konforu 4 yolcu/m²) için yukarıda bahsedilen senaryolarda ele alınan duyarlılık analizleri sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 8.37 Uygulamanın Mali Duyarlılık Analizi sonuçları (Senaryo I)

	Mali İç Verimlilik Oranı (%)	Fayda/Maliyet Oranı
İncelenen Durum	0,65	0,29
Park Eden Özel Otomobil %20 Az	0,62	0,30
Park Eden Özel Otomobil %30 Az	0,29	0,34
İstimlak ve İnşaat Maliyeti %20 Az	1,30	0,31
Yolcu Gelirleri %20 Fazla	2,30	0,35

Tablo 8.38’de tez çalışmasının temel senaryolarından olan Senaryo II (toplu taşımada yolculuk konforu 6 yolcu/m²) için yukarıda bahsedilen senaryolarda ele alınan duyarlılık analizleri sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 8.38 Uygulamanın Mali Duyarlılık Analizi sonuçları (Senaryo II)

	Mali İç Verimlilik Oranı (%)	Fayda/Maliyet Oranı
İncelenen Durum	3,63	0,42
Park Eden Özel Otomobil %20 Az	3,46	0,44
Park Eden Özel Otomobil %30 Az	3,34	0,48
İstimlak ve İnşaat Maliyeti %20 Az	4,54	0,46
Yolcu Gelirleri %20 Fazla	5,36	0,50

Ekonomik ve mali duyarlılık analizlerinde ele alınan, park eden özel otomobil sayısı %20 az olması halinde, “park et ve bin” alanlarında kademeli inşaat yapılması esas alınmış olması sebebiyle, 2005 yılından sonraki yıllarda inşaat maliyetlerinde azalma olacaktır. Söz konusu bu azalma, değerlendirmelerde esas alınan faydalardaki azalmalardan daha fazla olması sebebiyle, park eden özel otomobil sayısı %20 az olması halinde Fayda / Maliyet oranı incelenen durumdan bir miktar fazla çıkmaktadır.

Ekonomik duyarlılık analizlerinde ele alınan, park eden özel otomobil sayısı %50 az olması halinde ise, yine aynı yol izlenerek hesaplamalar yapılmıştır. Ancak bu hal için, inşaat maliyetlerindeki azalma, faydalardaki azalmanın altında kaldığından Fayda / Maliyet oranı incelenen durumdan bir miktar düşük çıkmaktadır.

9. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Günümüzde kentsel ulaşırmada, sürdürülebilir gelişmeyi yakalamak için otomobil ağırlıklı yapıyı değiştirecek bir takım politikaların uygulanması bir gereklilik 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.

Kentsel ulaştırmanın başlıca sorunlarından trafik sıkışıklığı, park sorunu ve çevresel etkilerin makul düzeylerde tutulabilmesinde, özel otomobil kullanıcılarının toplu taşımaya yönlendirilme potansiyeli oldukça önemli bir yer tutmaktadır. “Park et ve bin” uygulaması, özel otomobil kullanıcılarının toplu taşımaya yönlendirilmesinde etkili olabilecek çözümler arasında yer almaktadır.

Otomobil kullanıcılarının toplu taşımaya yönlendirilme potansiyelinin belirlenebilmesi amacı ile oluşturulan modelde kent örneğinde konu ile ilgili anket yapılması ve sonuçlarının doğru bir şekilde belirlenmesi oldukça önemlidir. Yapılacak anket çalışmasında, özel otomobil kullanıcılarının neden toplu taşımayı tercih etmedikleri, hangi şartlar oluşturulduğunda toplu taşımayı tercih edeceklerine dair cevapların doğru bir şekilde alınabilmesi gerekmektedir.

Modelin denendiği Eskişehir kent örneğinde, kent merkezinde özel otomobil kullanıcıları üzerinde yapılan anket çalışması, özel otomobil kullanıcılarının toplu taşıma ile ilgili tercihlerinde etkili olacak faktörleri göstermiştir. Bu faktörlerin en önemlileri arasında kent merkezindeki yol kenarı parkların tamamen paralı hale getirilmesi ve toplu taşıma araçlarındaki konfor imkânları ve park et ve bin uygulaması yer almaktadır.

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 (alış-veriş merkezleri yapılması, bankamatik şubelerinin kurulması gibi) uygulamanın tercih edilme oranını arttıracakını göstermektedir.

Park et ve bin sistemlerinin toplu taşımayla beraber düşünülmesi artık genel bir uygulama olmasına rağmen, insanları bu alanları kullanmaya zorlamak yanlıştır. İnsanların kendi istekleriyle “park et ve bin” sistemini kullanmaları istenmektedir. Özel araç kullanıcılarının “park et ve bin” sistemi kullanımına yönlendirilmesi için ilk şart, kent merkezindeki yol kenarı parkların sınırlandırılması ve yüksek fiyatlarla ücretlendirilmesidir. “Park et ve bin” sistemini kullanmayıp kent merkezine özel aracıyla gelenlerin yüksek park ücretlerini kabul etmeleri gerekmektedir. Kent merkezindeki park yerlerinden elde edilen gelirlerin toplu taşıma sisteminin iyileştirilmesi ve park et ve bin sisteminin desteklenmesi amacıyla kullanılması yaygın bir uygulamadır. Bu sürdürülebilir bir döngü halinde çalışmaktadır.

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 zor olacaktır. (TCRP,1998)

“Park et ve bin” uygulaması esasında; özellikle kent merkezindeki otomobil kullanımını azaltarak toplu taşımanın oranının arttırmak amacı için yapıldığına göre, toplu taşıma sistemi içinde söz konusu park alanlarının ve toplu taşıma sistemi içindeki durakların yerlerinin doğru bir şekilde seçilmesi, önemli bir nokta olarak karşımıza çıkmaktadır. Örneğin bu sistem içinde, insanlar ilk binecekleri duraklar için uzun yürüme mesafelerini kabul etmeyeceklerdir. Dolayısı ile seçilecek park alanları ve durak yerlerinin konumları sistemin işleyişini direkt olarak etkilemektedirler.

Eskişehir Ulaşım Ana Planı’nda, ESTRAM’ın hizmete girişiyle beraber, önemli kent merkezi dışı duraklarda “park et ve bin” uygulaması için park alanları yapılması önerilmesine rağmen bu konuda herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Bu da kent ulaşımında sürdürülemez bir yapı ortaya çıkarmaktadır. Sürdürülebilir bir kent gelişimi için “park et ve bin” alanlarının inşası, yol kenarı parkların ücretlendirilmesi ve toplu taşımadaki konforun artırılması gereklidir.

Eskişehir kent örneğinde yapılan 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) gözlenmektedir. Ancak “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.

Sürdürülebilir ulaştırmanın hedefleri ile birlikte “park et ve bin” uygulamasının genel yapısı düşünüldüğünde, özel otomobil kullanıcılarının tercihlerini toplu taşımaya çekebilmek için üzerinde durulması gereken faktörler önem sırasına göre şunlardır:

- Toplu taşımadaki konforun artırılması
- Merkezdeki tüm yollarda paralı parkın uygulamaya geçmesi
- “Park et ve bin” sisteminin uygulanması

10. KAYNAKLAR DİZİNİ

Acar, İ. H., 2003, Bütünleşik Ulaşım Politikası ve Avrupa Kentsel Şartı, Ulaşım ve Dolaşım İlkeleri, TMMOB Ulaştırma Politikaları Kongresi, Ankara.

Austroroads, 2003, Valuing Environmental and Other Externalities.

Beçin, A., 2002, Ulaştırmada Motorlu Kara Taşıtlarından Kaynaklanan Hava Kirliliği ve Ekonomik Etkileri, Y. lisans tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 5-50.

Bilgiç, Ş., 2002, Türkiye’de Ulaştırma Yatırımlarının Değerlendirilmesi İçin Bir Çok Ölçütlü Yöntem Önerisi, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 26-30.

Cairns, M., R., 1997-1998, The development of Park and Ride in Scotland, Journal of Transport Geogrphy Vol. 6, No. 4. pp. 295~307.

Delluchi, M. A., Murphy J. J., Mccubbin D. R., 2002. The healthy and visibility cost of air pollution: a comparison of estimation methods. Journal of Environmental Management 64, 139-152.

Elker, C., 1999, Şu otomobilleri ne yapmalı? II. Ulusal Kentsel Altyapı Sempozyumu, Adana.

Elker, C.H., 2002, Ulaşımında Politika ve Pratik, Gölge Ofset Matbaacılık, Ankara.

Erel, A., Yüksel, H., 1997, Ulaşım Trafik Kongresi.

Eyre, N.J., 1997, Fuel and Location on the Damage Costs of Transport Emissions, JTEP, s. 5-24.

Gerçek, H., Demir, O., 2003, Bakırköy – Avcılar- Beylikdüzü Hafif Raylı Sistem Projesi Ekonomik ve Mali Fizibilite Etüdü.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

Gülgeç, İ., 1998, Ulaşım Planlaması, Özsan Matbaası, Bursa.

Haldenbilen, S. 2003, Doktora tezi, Genetik algoritma yaklaşımı ile Türkiye için sürdürülebilir ulaştırma göstergelerinin analizi ve planlaması, Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 5-40.

Haynes, K., E., Gifford, J., L., Pelletiere, D., 2005, Sustainable transportation institutions and regional evolution: Global and local perspectives, Journal of Transport Geography, 13, 207-221.

İTÜ Ulaştırma ve Ulaşım Araçları UYG-AR Merkezi, 2003, Eskişehir Ulaşım Ana Planı Sonuç Raporu.

Kupiszewska, D., 1997. Modelling for sustainable cities: The Transportation Sector, ITS Working Paper 521.

Kürer, R., 1993. Environmental, global and local effects, Transport Growth in Questions, pp. 475-536.

Leleur, S., 1995, Road infrastructure planning, a decision- oriented approach, pp, 89-106.

Litman, T. 2003. Sustainable Transportation Indicators, Victoria Transport Policy Institute.

Litman, T., 1998. “ Transport cost analyses: Applications in developed a developing countries” Indian Journal of applied economics, Vol 7, No1, 115-137.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

Lyons, T., J., Kenworthy, J., R., Moy, C., Santos, F., 2003, An international urban airpollution model for the transportation sector, Transportation Research, Part D 8, 159-167.

Meet, 1999. Methodology for calculating transport emissions and energy consumption, Transport research fourth framework programme strategic research DGVII – 99.

Nijkamp, P., 1994, Roads Toward Enviromantally Sustainable Transport, Transportation Research, Part A.,28, pp 261-271.

OECD, 1996, Towards Sustainable Transportation, The Vancouver Conference

OECD, 1999, Environment and Transport, Synthesis of OECD Work on Environment and Transport and Survey of related OECD, IEA and ECMT Activities

Öztürk, Z., 1999, Motorlu araçlardan oluşan kirlilik ve egzoz emisyon regülasyonları, II.Ulaşım ve Trafik Kongresi, Ankara

Parkhurst, G., 1995,. Park and Ride: Could it lead to an increase in car traffic?, Transport Policy, Vol. 2. No. 1, pp, 15-23.

Parkhurst, G., 1996, Tthe economic and environmental roles of park and ride.

Parkhurst, G., 2000, Influence of bus-based park and ride facilities on users car traffic Transport Policy 7, 159–172

Rodrigue, J., P., Comtois, C., Slack, B., 2006, The geography of Transport systems, Chapter 9

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

Rothengatter, W., Hackenjos, G., Emery, D., Guglielminetti, P., 1998, External Costs And Ways of Internalisation, 24-27.

TCRP Report 40, 1998, Strategies to Attract Auto Users to Public Transportation, 19-30.

TCRP Report 95, 2004, Chapter 3 – Park and Ride and Park and Pool.

Temiz üretim – temiz ürün çevre dostu teknolojiler çalışma grubu, 2002, Tübitak – TTGV Bilim – Teknoloji – Sanayi Tartışmaları Platformu, Ulaştırma sektörü raporu.

The World Bank, 1994, Special Report on Emissions Scenarios.
<http://www.grida.no/climate/ipcc/emission/index.htm>

Tünay, O., Soruşbay, C., Alp, K., 1990. İstanbul da karayolu trafiğinden kaynaklanan hava kirlenmesi Cilt II.

Verhoef , E., 1994. External effect and social costs of road transport. Transportation Research,A. Vol 28 A., 273-287.

Wang, J.Y.,T., Yang, H., Lindrey, R., 2004, Locating and pricing park-and-ride facilities in a linear monocentric city with deterministic mode choice, Transportation Research Part B 38, 709–731.

Yollar Türk Milli Komitesi, 1994, Karayolları ve Çevre El Kitabı, KGM, Ankara.

Zeybek, H., 2003, Sürdürülebilir kalkınmanın geliştirilmesinde ulaştırma sektöründe fiyatlandırmanın önemi, TMMOB Ulaştırma Politikaları Kongresi, Ankara.

EKLER

Ek.1. Ekonomik Duyarlılık Analizleri

EK.1. EKONOMİK DUYARLILIK ANALİZLERİ

Park et ve Bin ile ilgili uygulamanın maliyetlerini ve faydalarını etkileyen bazı önemli parametrelerin ve / yada varsayımların değişmesi durumunda projenin ekonomik değerlendirme sonuçlarının nasıl değiştiğini belirlemek amacı ile duyarlılık analizleri yapılmıştır.

Duyarlılık analizinde aşağıdaki senaryolar göz önüne alınmıştır.

- Park et ve Bin uygulamasını tercih eden özel otomobil sayısının öngörülenden %20 daha az gerçekleşmesi
- Park et ve Bin uygulamasını tercih eden özel otomobil sayısının öngörülenden %50 daha az gerçekleşmesi
- Zamanın ekonomik değerinin %20 daha az alınması
- Çevresel maliyetlerin öngörülenden %50 daha az alınması

Park Et ve Bin Uygulamasını Tercih Edenlerin Öngörülenden %20 Az Olması Hali

Ek.1.1. Park et ve bin kullanıcılarının %20 az olması hali için satın alınması gereken ilave tramvay sayıları ve maliyetleri

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
2019	1	----
TOPLAM	9	3
MALİYET (USD)	13.500.000	4.500.000

Ek.1.2. Park et ve bin kullanıcılarının %20 az olması hali için ilave tramvay işletme ve bakım maliyetleri

Yıllar	Araç-Km Başına Ortalama İşletme ve Bakım Maliyetleri (USD)	Senaryo I Dahilinde (Hat I ve Hat II toplamı) İşletme ve Bakım Maliyeti (USD)	Senaryo II Dahilinde (Hat I ve Hat II toplamı) İşletme ve Bakım Maliyeti (USD)
2005	2.41	327107	118948
2006	2.50	339323	123390
2007	2.59	351538	127832
2008	2.69	365111	132768
2009	2.78	377327	137210
2010	2.87	424955	141652
2011	2.96	438281	182617
2012	3.05	451607	188170
2013	3.15	466414	194339
2014	3.24	479740	199892
2015	3.33	493066	205444
2016	3.33	493066	205444
2017	3.33	493066	205444
2018	3.33	493066	205444
2019	3.33	534155	205444
2020	3.33	534155	205444

Ek.1.3. Park et ve bin kullanıcılarının %20 az olması hali için özel otomobil işletme maliyetlerindeki yıllık azalmalar

Yıllar	Senaryo I İçin Özel Otomobil İşletme Maliyetlerindeki Yıllık Azalmalar (USD)	Senaryo II İçin Özel Otomobil İşletme Maliyetlerindeki Yıllık Azalmalar (USD)
2005	3194992	1879482
2006	3330243	1958591
2007	3452734	2031321
2008	3563743	2096394
2009	3663267	2155088
2010	3752584	2207402
2011	3832970	2254613
2012	3904423	2296719
2013	3968221	2333722
2014	4024362	2368173
2015	4075401	2397520
2016	4121335	2424315
2017	4162166	2448558
2018	4199169	2470250
2019	4233619	2490665
2020	4266794	2509804

Ek.1.4. Park et ve bin kullanıcılarının %20 az olması hali ve zamanın değeri (1,87 USD/Saat) için yıllık zaman kazançlarının ekonomik değerleri

Yıllar	Zaman Kazancı (Senaryo I) (Saat)	Zaman Kazancı (Senaryo II) (Saat)	Zaman Kazancının Ekonomik Değeri Senaryo I (USD)	Zaman Kazancının Ekonomik Değeri Senaryo II (USD)
2005	83750	49271	156613	92137
2006	110879	65226	207344	121973
2007	139412	81997	260700	153334
2008	169018	99430	316064	185934
2009	199688	117459	373417	219648
2010	231144	135965	432239	254255
2011	263213	154824	492208	289521
2012	295790	174011	553127	325401
2013	328600	193322	614482	361512
2014	361836	212878	676633	398082
2015	395266	232542	739147	434854
2016	428887	252298	802019	471797
2017	462591	272150	865045	508921
2018	496390	292056	928249	546145
2019	530505	312099	992044	583625
2020	564779	332262	1056137	621330

Ek.1.5. Park et ve bin kullanıcılarının %20 az olması hali için çevresel maliyetlerdeki azalmalar (otomobiller için araç-km başına çevresel maliyetler 0,1013 USD)

Yıllar	Senaryo I İçin Özel Otomobil Araç/Km Değerlerindeki Yıllık Azalmalar	Senaryo II İçin Özel Otomobil Araç/Km Değerlerindeki Yıllık Azalmalar	Çevresel Maliyetlerde Azalma (Senaryo I İçin) (USD)	Çevresel Maliyetlerde Azalma (Senaryo II İçin) (USD)
2005	8874978	5220783	899035	528865
2006	9250675	5440531	937093	551126
2007	9590930	5642558	971561	571591
2008	9899286	5823318	1002798	589902
2009	10175742	5986357	1030803	606418
2010	10423845	6131674	1055935	621139
2011	10647138	6262814	1078555	634423
2012	10845619	6379776	1098661	646271
2013	11022835	6482562	1116613	656684
2014	11178786	6578258	1132411	666378
2015	11320558	6659778	1146773	674636
2016	11448154	6734208	1159698	682175
2017	11561572	6801550	1171187	688997
2018	11664357	6861803	1181599	695101
2019	11760054	6918513	1191293	700845
2020	11852206	6971678	1200628	706231

Ek.1.6. Park et ve bin kullanıcılarının %20 az olması hali için beklenen yıllık yolcu gelirleri

Yıllar	Senaryo I Dahilinde Yıllık Yolcu Gelirleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)	Senaryo I Dahilinde Yıllık Yolcu Gelirleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)
2005	1890499	1112213
2006	1970506	1159166
2007	2043002	1201611
2008	2108359	1240300
2009	2167332	1274857
2010	2220294	1306034
2011	2267622	1333830
2012	2310068	1358996
2013	2347630	1381158
2014	2381436	1401066
2015	2411486	1418720
2016	2438530	1434496
2017	2462570	1448770
2018	2484731	1461916
2019	2505390	1473936
2020	2524547	1485205

Ek.1.7. Park et ve Bin kullanıcılarının %20 az olması hali için istimlak ve inşaat maliyetleri (Ekonomik değerlendirmede)

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (Senaryo I) (USD)	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (Senaryo II) (USD)
2005	9593980	5647554
2006	0	0
2007	0	0
2008	0	0
2009	0	0
2010	0	0
2011	0	0
2012	0	0
2013	0	0
2014	0	0
2015	1309255	767494
2016	0	0
2017	0	0
2018	0	0
2019	0	0
2020	0	0

Ek.1.8. Park et ve Bin kullanıcılarının %20 az olması hali için istimlak ve inşaat maliyetleri (Mali değerlendirmede)

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (Senaryo I) (USD)	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (Senaryo II) (USD)
2005	11992475	7059443
2006	0	0
2007	0	0
2008	0	0
2009	0	0
2010	0	0
2011	0	0
2012	0	0
2013	0	0
2014	0	0
2015	1636569	959368
2016	0	0
2017	0	0
2018	0	0
2019	0	0
2020	0	0

Ek.1.9. Ekonomik değerlendirme için maliyetler (Park et ve bin kullanıcılarının %20 az olması hali ve Senaryo I için)

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (USD)	İlave tramvay araçları yatırım maliyeti (USD)	İlave tramvay araçları işletme bakım maliyetleri (USD)	Toplam (USD)
2005	9593980	12000000	228975	21822955
2006	0	0	237526	237526
2007	0	0	246077	246077
2008	0	0	255578	255578
2009	0	0	264129	264129
2010	0	0	297469	297469
2011	0	0	306797	306797
2012	0	0	316125	316125
2013	0	0	326490	326490
2014	0	0	335818	335818
2015	1309255	0	345146	1654401
2016	0	0	345146	345146
2017	0	0	345146	345146
2018	0	0	345146	345146
2019	0	1500000	373909	1873909
2020	0	0	373909	373909

Ek.1.10. Ekonomik değerlendirme için faydalar (Park et ve bin kullanıcılarının %20 az olması hali ve Senaryo I için)

Yıllar	Özel araçların işletme ve bakım maliyetlerindeki azalma (USD)	Zaman Maliyetleri (USD)	Yıllık Yolcu Gelirleri (USD)	Çevresel Maliyetler (USD)	Toplam (USD)
2005	2236494	156613	1890499	899035	5182641
2006	2331170	207344	1970506	937093	5446113
2007	2416914	260700	2043002	971561	5692177
2008	2494620	316064	2108359	1002798	5921841
2009	2564287	373417	2167332	1030803	6135839
2010	2626809	432239	2220294	1055935	6335277
2011	2683079	492208	2267622	1078555	6521464
2012	2733096	553127	2310068	1098661	6694952
2013	2777755	614482	2347630	1116613	6856480
2014	2817053	676633	2381436	1132411	7007533
2015	2852781	739147	2411486	1146773	7150187
2016	2884935	802019	2438530	1159698	7285182
2017	2913516	865045	2462570	1171187	7412318
2018	2939418	928249	2484731	1181599	7533997
2019	2963533	992044	2505390	1191293	7652260
2020	2986756	1056137	2524547	1200628	7768068

Ek.1.11. Ekonomik değerlendirme için maliyetler (Park et ve bin kullanıcılarının %20 az olması hali ve Senaryo II için)

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (USD)	İlave tramvay araçları yatırım maliyeti (USD)	İlave tramvay araçları işletme bakım maliyetleri (USD)	Toplam (USD)
2005	5647554	4500000	83264	10230818
2006	0	0	86373	86373
2007	0	0	89482	89482
2008	0	0	92938	92938
2009	0	0	96047	96047
2010	0	0	99156	99156
2011	0	0	127832	127832
2012	0	0	131719	131719
2013	0	0	136037	136037
2014	0	0	139924	139924
2015	767494	0	143811	911305
2016	0	0	143811	143811
2017	0	0	143811	143811
2018	0	0	143811	143811
2019	0	0	143811	143811
2020	0	0	143811	143811

Ek.1.12. Ekonomik değerlendirme için faydalar (Park et ve bin kullanıcılarının %20 az olması hali ve Senaryo II için)

Yıllar	Özel araçların işletme ve bakım maliyetlerindeki azalma (USD)	Zaman Maliyetleri (USD)	Yıllık Yolcu Gelirleri (USD)	Çevresel Maliyetler (USD)	Toplam (USD)
2005	1315637	92137	1112213	528865	3048852
2006	1371014	121973	1159166	551126	3203279
2007	1421925	153334	1201611	571591	3348461
2008	1467476	185934	1240300	589902	3483612
2009	1508562	219648	1274857	606418	3609485
2010	1545181	254255	1306034	621139	3726609
2011	1578229	289521	1333830	634423	3836003
2012	1607703	325401	1358996	646271	3938371
2013	1633605	361512	1381158	656684	4032959
2014	1657721	398082	1401066	666378	4123247
2015	1678264	434854	1418720	674636	4206474
2016	1697021	471797	1434496	682175	4285489
2017	1713991	508921	1448770	688997	4360679
2018	1729175	546145	1461916	695101	4432337
2019	1743466	583625	1473936	700845	4501872
2020	1756863	621330	1485205	706231	4569629

Park Et ve Bin Uygulamasını Tercih Edenlerin Öngörülenden %50 Az Olması Hali

Ek.1.13. Park et ve bin kullanıcılarının %50 az olması hali için satın alınması gereken ilave tramvay sayıları ve maliyetleri

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
TOPLAM	8	3
MALİYET (USD)	12.000.000	4.500.000

Ek.1.14. Park et ve bin kullanıcılarının %50 az olması hali için ilave tramvay işletme ve bakım maliyetleri

Yıllar	Araç-Km Başına Ortalama İşletme ve Bakım Maliyetleri (USD)	Senaryo I Dahilinde (Hat I ve Hat II toplamı) İşletme ve Bakım Maliyeti (USD)	Senaryo II Dahilinde (Hat I ve Hat II toplamı) İşletme ve Bakım Maliyeti (USD)
2005	2.41	237896	59474
2006	2.50	246780	61695
2007	2.59	287622	63916
2008	2.69	298727	66384
2009	2.78	308722	68605
2010	2.87	318716	70826
2011	2.96	328711	73047
2012	3.05	338706	75268
2013	3.15	349811	77736
2014	3.24	359805	79957
2015	3.33	369800	82178
2016	3.33	369800	82178
2017	3.33	369800	82178
2018	3.33	369800	82178
2019	3.33	369800	123267
2020	3.33	410889	123267

Ek.1.15. Park et ve bin kullanıcılarının %50 az olması hali için özel otomobil işletme maliyetlerindeki yıllık azalmalar

Yıllar	Senaryo I İçin Özel Otomobil İşletme Maliyetlerindeki Yıllık Azalmalar (USD)	Senaryo II İçin Özel Otomobil İşletme Maliyetlerindeki Yıllık Azalmalar (USD)
2005	1996870	1174677
2006	2081402	1224120
2007	2157959	1269576
2008	2227340	1310247
2009	2289542	1346930
2010	2345365	1379627
2011	2395606	1409133
2012	2440265	1435450
2013	2480138	1458577
2014	2515227	1480108
2015	2547126	1498450
2016	2575835	1515197
2017	2601354	1530349
2018	2624481	1543906
2019	2646012	1556666
2020	2666747	1568628

Ek.1.16. Park et ve bin kullanıcılarının %50 az olması hali ve zamanın değeri (1,87 USD/Saat) için yıllık zaman kazançlarının ekonomik değerleri

Yıllar	Zaman Kazancı (Senaryo I) (Saat)	Zaman Kazancı (Senaryo II) (Saat)	Zaman Kazancının Ekonomik Değeri Senaryo I (USD)	Zaman Kazancının Ekonomik Değeri Senaryo II (USD)
2005	52344	30795	97883	57587
2006	69300	40766	129591	76232
2007	87133	51248	162939	95834
2008	105637	62144	197541	116209
2009	124805	73412	233385	137280
2010	144465	84978	270150	158909
2011	164508	96765	307630	180951
2012	184869	108757	345705	203376
2013	205375	120826	384051	225945
2014	226148	133049	422897	248802
2015	247042	145339	461969	271784
2016	268055	157687	501263	294875
2017	289120	170094	540654	318076
2018	310244	182535	580156	341340
2019	331566	195062	620028	364766
2020	352987	207664	660086	388332

Ek.1.17. Park et ve bin kullanıcılarının %50 az olması hali için çevresel maliyetlerdeki azalmalar (otomobiller için araç-km başına çevresel maliyetler 0,1013 USD)

Yıllar	Senaryo I İçin Özel Otomobil Araç/Km Değerlerindeki Yıllık Azalmalar	Senaryo II İçin Özel Otomobil Araç/Km Değerlerindeki Yıllık Azalmalar	Çevresel Maliyetlerde Azalma (Senaryo I İçin) (USD)	Çevresel Maliyetlerde Azalma (Senaryo II İçin) (USD)
2005	5546861	3262990	561897	330541
2006	5781672	3400332	585683	344454
2007	5994331	3526599	607226	357244
2008	6187054	3639574	626749	368689
2009	6359839	3741473	644252	379011
2010	6514903	3832296	659960	388212
2011	6654461	3914259	674097	396514
2012	6778512	3987360	686663	403920
2013	6889272	4051601	697883	410427
2014	6986741	4111411	707757	416486
2015	7075349	4162361	716733	421647
2016	7155096	4208880	724811	426360
2017	7225983	4250969	731992	430623
2018	7290223	4288627	738500	434438
2019	7350034	4324071	744558	438028
2020	7407629	4357299	750393	441394

Ek.1.18. Park et ve bin kullanıcılarının %50 az olması hali için beklenen yıllık yolcu gelirleri

Yıllar	Senaryo I Dahilinde Yıllık Yolcu Gelirleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)	Senaryo I Dahilinde Yıllık Yolcu Gelirleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)
2005	1181562	695133
2006	1231567	724479
2007	1276876	751007
2008	1317725	775188
2009	1354583	796786
2010	1387684	816271
2011	1417264	833644
2012	1443793	849373
2013	1467269	863224
2014	1488398	875666
2015	1507179	886700
2016	1524082	896560
2017	1539106	905481
2018	1552957	913698
2019	1565869	921210
2020	1577842	928253

Ek.1.19. Park et ve bin kullanıcılarının %50 az olması hali için istimlak ve inşaat maliyetleri (Ekonomik değerlendirmede)

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (Senaryo I) (USD)	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (Senaryo II) (USD)
2005	9593980	5647554
2006	0	0
2007	0	0
2008	0	0
2009	0	0
2010	0	0
2011	0	0
2012	0	0
2013	0	0
2014	0	0
2015	0	0
2016	0	0
2017	0	0
2018	0	0
2019	0	0
2020	0	0

Ek.1.20. Park et ve bin kullanıcılarının %50 az olması hali için istimlak ve inşaat maliyetleri (Mali değerlendirmede)

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (Senaryo I) (USD)	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (Senaryo II) (USD)
2005	11992475	7059443
2006	0	0
2007	0	0
2008	0	0
2009	0	0
2010	0	0
2011	0	0
2012	0	0
2013	0	0
2014	0	0
2015	0	0
2016	0	0
2017	0	0
2018	0	0
2019	0	0
2020	0	0

Ek.1.21. Ekonomik değerlendirme için maliyetler (Park et ve bin kullanıcılarının %50 az olması hali ve Senaryo I için)

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (USD)	İlave tramvay araçları yatırım maliyeti (USD)	İlave tramvay araçları işletme bakım maliyetleri (USD)	Toplam (USD)
2005	9593980	12000000	166527	21760507
2006	0	0	172746	172746
2007	0	0	201335	201335
2008	0	0	209109	209109
2009	0	0	216105	216105
2010	0	0	223101	223101
2011	0	0	230098	230098
2012	0	0	237094	237094
2013	0	0	244868	244868
2014	0	0	251864	251864
2015	0	0	258860	258860
2016	0	0	258860	258860
2017	0	0	258860	258860
2018	0	0	258860	258860
2019	0	0	258860	258860
2020	0	0	287622	287622

Ek.1.22. Ekonomik değerlendirme için faydalar (Park et ve bin kullanıcılarının %50 az olması hali ve Senaryo I için)

Yıllar	Özel araçların işletme ve bakım maliyetlerindeki azalma (USD)	Zaman Maliyetleri (USD)	Yıllık Yolcu Gelirleri (USD)	Çevresel Maliyetler (USD)	Toplam (USD)
2005	1397809	97883	1181562	561897	3239151
2006	1456981	129591	1231567	585683	3403822
2007	1510571	162939	1276876	607226	3557612
2008	1559138	197541	1317725	626749	3701153
2009	1602679	233385	1354583	644252	3834899
2010	1641756	270150	1387684	659960	3959550
2011	1676924	307630	1417264	674097	4075915
2012	1708186	345705	1443793	686663	4184347
2013	1736097	384051	1467269	697883	4285300
2014	1760659	422897	1488398	707757	4379711
2015	1782988	461969	1507179	716733	4468869
2016	1803085	501263	1524082	724811	4553241
2017	1820948	540654	1539106	731992	4632700
2018	1837137	580156	1552957	738500	4708750
2019	1852208	620028	1565869	744558	4782663
2020	1866723	660086	1577842	750393	4855044

Ek.1.23. Ekonomik değerlendirme için maliyetler (Park et ve bin kullanıcılarının %50 az olması hali ve Senaryo II için)

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (USD)	İlave tramvay araçları yatırım maliyeti (USD)	İlave tramvay araçları işletme bakım maliyetleri (USD)	Toplam (USD)
2005	5647554	4500000	41632	10189186
2006	0	0	43187	43187
2007	0	0	44741	44741
2008	0	0	46469	46469
2009	0	0	48024	48024
2010	0	0	49578	49578
2011	0	0	51133	51133
2012	0	0	52688	52688
2013	0	0	54415	54415
2014	0	0	55970	55970
2015	0	0	57525	57525
2016	0	0	57525	57525
2017	0	0	57525	57525
2018	0	0	57525	57525
2019	0	0	86287	86287
2020	0	0	86287	86287

Ek.1.24. Ekonomik değerlendirme için faydalar (Park et ve bin kullanıcılarının %50 az olması hali ve Senaryo II için)

Yıllar	Özel araçların işletme ve bakım maliyetlerindeki azalma (USD)	Zaman Maliyetleri (USD)	Yıllık Yolcu Gelirleri (USD)	Çevresel Maliyetler (USD)	Toplam (USD)
2005	822274	57587	695133	330541	1905535
2006	856884	76232	724479	344454	2002049
2007	888703	95834	751007	357244	2092788
2008	917173	116209	775188	368689	2177259
2009	942851	137280	796786	379011	2255928
2010	965739	158909	816271	388212	2329131
2011	986393	180951	833644	396514	2397502
2012	1004815	203376	849373	403920	2461484
2013	1021004	225945	863224	410427	2520600
2014	1036076	248802	875666	416486	2577030
2015	1048915	271784	886700	421647	2629046
2016	1060638	294875	896560	426360	2678433
2017	1071244	318076	905481	430623	2725424
2018	1080734	341340	913698	434438	2770210
2019	1089666	364766	921210	438028	2813670
2020	1098040	388332	928253	441394	2856019

Zamanın Değeri %20 Az (1,50 USD/Saat)

Ek.1.25. Ekonomik değerlendirme için maliyetler (Senaryo I)

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (USD)	İlave tramvay araçları yatırım maliyeti (USD)	İlave tramvay araçları işletme bakım maliyetleri (USD)	Toplam (USD)
2005	9593980	12000000	270607	21864587
2006	0	0	280713	280713
2007	0	1500000	313188	1813188
2008	0	0	325281	325281
2009	0	1500000	362699	1862699
2010	1309255	0	374441	1683696
2011	0	1500000	411750	1911750
2012	0	0	424269	424269
2013	0	0	438180	438180
2014	0	0	450699	450699
2015	767494	0	463219	1230713
2016	0	0	463219	463219
2017	0	0	463219	463219
2018	0	1500000	491981	1991981
2019	0	0	491981	491981
2020	451467	0	491981	943448

Ek.1.26. Ekonomik değerlendirme için faydalar (Senaryo I)

Yıllar	Özel araçların işletme ve bakım maliyetlerindeki azalma (USD)	Zaman Maliyetleri (USD)	Yıllık Yolcu Gelirleri (USD)	Çevresel Maliyetler (USD)	Toplam (USD)
2005	2795618	156612	2363124	1123794	6439148
2006	2913963	207344	2463133	1171367	6755807
2007	3021143	260701	2553752	1214451	7050047
2008	3118275	316065	2635449	1253497	7323286
2009	3205359	373417	2709165	1288503	7576444
2010	3283511	432239	2775368	1319919	7811037
2011	3353848	492208	2834528	1348194	8028778
2012	3416370	553128	2887585	1373327	8230410
2013	3472193	614482	2934537	1395767	8416979
2014	3521317	676634	2976795	1415514	8590260
2015	3565976	739148	3014357	1433466	8752947
2016	3606168	802019	3048163	1449622	8905972
2017	3641895	865046	3078212	1463984	9049137
2018	3674273	928249	3105914	1476999	9185435
2019	3704417	992044	3131738	1489117	9317316
2020	3733445	1056137	3155684	1500786	9446052

Ek.1.27. Ekonomik değerlendirme için maliyetler (Senaryo II)

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (USD)	İlave tramvay araçları yatırım maliyeti (USD)	İlave tramvay araçları işletme bakım maliyetleri (USD)	Toplam (USD)
2005	5647554	4500000	104080	10251634
2006	0	0	107967	107967
2007	0	0	111853	111853
2008	0	0	116172	116172
2009	0	0	120058	120058
2010	767494	0	123946	891440
2011	0	0	127832	127832
2012	0	0	131719	131719
2013	0	1500000	163245	1663245
2014	0	0	167909	167909
2015	451467	0	172573	624040
2016	0	0	172573	172573
2017	0	0	172573	172573
2018	0	0	172573	172573
2019	0	0	172573	172573
2020	255832	0	172573	428405

Ek.1.28. Ekonomik değerlendirme için faydalar (Senaryo II)

Yıllar	Özel araçların işletme ve bakım maliyetlerindeki azalma (USD)	Zaman Maliyetleri (USD)	Yıllık Yolcu Geliri (USD)	Çevresel Maliyetler (USD)	Toplam (USD)
2005	1644547	92137	1390266	661082	3788032
2006	1713767	121972	1448957	688907	3973603
2007	1777406	153334	1502014	714489	4147243
2008	1834345	185934	1550375	737378	4308032
2009	1885702	219649	1593571	758022	4456944
2010	1931477	254254	1632542	776423	4594696
2011	1972786	289521	1667287	793029	4722623
2012	2009629	325401	1698745	807839	4841614
2013	2042007	361511	1726447	820854	4950819
2014	2072151	398082	1751332	832972	5054537
2015	2097830	434854	1773400	843294	5149378
2016	2121276	471798	1793120	852719	5238913
2017	2142489	508920	1810962	861246	5323617
2018	2161468	546145	1827395	868876	5403884
2019	2179332	583626	1842420	876057	5481435
2020	2196079	621330	1856506	882789	5556704

Çevresel Maliyetler % 50 Az

Araç-km başına ekonomik maliyetler otomobiller için 0,050 USD olarak alınmıştır.

Ek.1.29. Ekonomik değerlendirme için maliyetler (Senaryo I)

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (USD)	İlave tramvay araçları yatırım maliyeti (USD)	İlave tramvay araçları işletme bakım maliyetleri (USD)	Toplam (USD)
2005	9593980	12000000	270607	21864587
2006	0	0	280713	280713
2007	0	1500000	313188	1813188
2008	0	0	325281	325281
2009	0	1500000	362699	1862699
2010	1309255	0	374441	1683696
2011	0	1500000	411750	1911750
2012	0	0	424269	424269
2013	0	0	438180	438180
2014	0	0	450699	450699
2015	767494	0	463219	1230713
2016	0	0	463219	463219
2017	0	0	463219	463219
2018	0	1500000	491981	1991981
2019	0	0	491981	491981
2020	451467	0	491981	943448

Ek.1.30. Ekonomik değerlendirme için faydalar (Senaryo I)

Yıllar	Özel araçların işletme ve bakım maliyetlerindeki azalma (USD)	Zaman Maliyetleri (USD)	Yıllık Yolcu Gelirleri (USD)	Çevresel Maliyetler (USD)	Toplam (USD)
2005	2795618	195765	2363124	561897	5916404
2006	2913963	259180	2463133	585684	6221960
2007	3021143	325876	2553752	607226	6507997
2008	3118275	395081	2635449	626749	6775554
2009	3205359	466771	2709165	644252	7025547
2010	3283511	540299	2775368	659960	7259138
2011	3353848	615260	2834528	674097	7477733
2012	3416370	691410	2887585	686664	7682029
2013	3472193	768103	2934537	697884	7872717
2014	3521317	845792	2976795	707757	8051661
2015	3565976	923935	3014357	716733	8221001
2016	3606168	1002524	3048163	724811	8381666
2017	3641895	1081307	3078212	731992	8533406
2018	3674273	1160311	3105914	738500	8678998
2019	3704417	1240055	3131738	744559	8820769
2020	3733445	1320171	3155684	750393	8959693

Ek.1.31. Ekonomik değerlendirme için maliyetler (Senaryo II)

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (USD)	İlave tramvay araçları yatırım maliyeti (USD)	İlave tramvay araçları işletme bakım maliyetleri (USD)	Toplam (USD)
2005	5647554	4500000	104080	10251634
2006	0	0	107967	107967
2007	0	0	111853	111853
2008	0	0	116172	116172
2009	0	0	120058	120058
2010	767494	0	123946	891440
2011	0	0	127832	127832
2012	0	0	131719	131719
2013	0	1500000	163245	1663245
2014	0	0	167909	167909
2015	451467	0	172573	624040
2016	0	0	172573	172573
2017	0	0	172573	172573
2018	0	0	172573	172573
2019	0	0	172573	172573
2020	255832	0	172573	428405

Ek.1.32. Ekonomik değerlendirme için faydalar (Senaryo II)

Yıllar	Özel araçların işletme ve bakım maliyetlerindeki azalma (USD)	Zaman Maliyetleri (USD)	Yıllık yolcu Geliri (USD)	Çevresel Maliyetler (USD)	Toplam (USD)
2005	1644547	115171	1390266	330541	3480525
2006	1713767	152465	1448957	344454	3659643
2007	1777406	191668	1502014	357245	3828333
2008	1834345	232417	1550375	368689	3985826
2009	1885702	274561	1593571	379011	4132845
2010	1931477	317818	1632542	388212	4270049
2011	1972786	361901	1667287	396515	4398489
2012	2009629	406751	1698745	403920	4519045
2013	2042007	451889	1726447	410427	4630770
2014	2072151	497603	1751332	416486	4737572
2015	2097830	543568	1773400	421647	4836445
2016	2121276	589748	1793120	426360	4930504
2017	2142489	636150	1810962	430623	5020224
2018	2161468	682681	1827395	434438	5105982
2019	2179332	729532	1842420	438029	5189313
2020	2196079	776663	1856506	441395	5270643

Ek.1.33. Uygulamanın Ekonomik Duyarlılık Analizi Sonuçları (Senaryo I)

	Zaman Değeri (USD/Saat/Kişi) : 1,87	
	Ekonomik İç Verimlilik Oranı (%)	Fayda/Maliyet Oranı
İncelenen Durum	11,97	1,00
Park Eden Özel Otomobil %20 Az	12,35	1,04
Park Eden Özel Otomobil %50 Az	11,37	0,95
Zaman Değeri %20 Az (1,50 USD/Saat)	11,83	0,98
Çevresel Maliyetler %50 Az (0,050 USD)	11,16	0,91

Ek.1.34. Uygulamanın Ekonomik Duyarlılık Analizi Sonuçları (Senaryo II)

	Zaman Değeri (USD/Saat/Kişi) : 1,87	
	Ekonomik İç Verimlilik Oranı (%)	Fayda/Maliyet Oranı
İncelenen Durum	15,67	1,46
Park Eden Özel Otomobil %20 Az	16,99	1,58
Park Eden Özel Otomobil %50 Az	16,86	1,41
Zaman Değeri %20 Az (1,50 USD/Saat)	15,54	1,43
Çevresel Maliyetler %50 Az (0,050 USD)	14,82	1,34

Ek.2. Mali Duyarlılık Analizleri

EK.2. MALİ DUYARLILIK ANALİZLERİ

Uygulamanın maliyetlerini ve gelirlerini etkileyen bazı önemli parametrelerin ve / yada varsayımların değişmesi durumunda uygulamanın mali iç verimlilik oranının nasıl değiştiğini belirlemek amacıyla duyarlılık analizleri yapılmıştır.

Duyarlılık analizinde aşağıdaki senaryolar göz önüne alınmıştır.

- Park et ve Bin uygulamasını tercih eden özel otomobil sayısının öngörülenden %20 daha az gerçekleşmesi
- Park et ve Bin uygulamasını tercih eden özel otomobil sayısının öngörülenden %30 daha az gerçekleşmesi
- İstimlak ve inşaat maliyetlerinin %20 azalması
- Yolcu gelirlerinin %20 artması

Park Et ve Bin Uygulamasını Tercih Edenlerin Öngörülenden %20 Az Olması Hali

Ek.2.1. Mali değerlendirme için toplam giderler. (Park et ve bin kullanıcılarının %20 az olması hali ve Senaryo I için)

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (USD)	İlave Tramvay araçları yatırım harcamaları (USD)	İşletme ve Bakım Giderleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)	Toplam (USD)
2005	11992475	12000000	327107	24319582
2006	0	0	339323	339323
2007	0	0	351538	351538
2008	0	0	365111	365111
2009	0	0	377327	377327
2010	0	0	424955	424955
2011	0	0	438281	438281
2012	0	0	451607	451607
2013	0	0	466414	466414
2014	0	0	479740	479740
2015	1636569	0	493066	2129635
2016	0	0	493066	493066
2017	0	0	493066	493066
2018	0	0	493066	493066
2019	0	1500000	534155	2034155
2020	0	0	534155	534155

Ek.2.2. Mali değerlendirme için toplam gelirler (Park et ve bin kullanıcılarının %20 az olması hali ve Senaryo I için)

Yıllar	Yıllık Yolcu Gelirleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)
2005	1890499
2006	1970506
2007	2043002
2008	2108359
2009	2167332
2010	2220294
2011	2267622
2012	2310068
2013	2347630
2014	2381436
2015	2411486
2016	2438530
2017	2462570
2018	2484731
2019	2505390
2020	2524547

Ek.2.3. Mali değerlendirme için toplam giderler. (Park et ve bin kullanıcılarının %20 az olması hali ve Senaryo II için)

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (USD)	İlave Tramvay araçları yatırım harcamaları (USD)	İşletme ve Bakım Giderleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)	Toplam (USD)
2005	7059443	4500000	118948	11678391
2006	0	0	123390	123390
2007	0	0	127832	127832
2008	0	0	132768	132768
2009	0	0	137210	137210
2010	0	0	141652	141652
2011	0	0	182617	182617
2012	0	0	188170	188170
2013	0	0	194339	194339
2014	0	0	199892	199892
2015	959368	0	205444	1164812
2016	0	0	205444	205444
2017	0	0	205444	205444
2018	0	0	205444	205444
2019	0	0	205444	205444
2020	0	0	205444	205444

Ek.2.4. Mali değerlendirme için toplam gelirler (Park et ve bin kullanıcılarının %20 az olması hali ve Senaryo II için)

Yıllar	Yıllık Yolcu Gelirleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)
2005	1112213
2006	1159166
2007	1201611
2008	1240300
2009	1274857
2010	1306034
2011	1333830
2012	1358996
2013	1381158
2014	1401066
2015	1418720
2016	1434496
2017	1448770
2018	1461916
2019	1473936
2020	1485205

Park Et ve Bin Uygulamasını Tercih Edenlerin Öngörülenden %30 Az Olması Hali

Ek.2.5. Mali değerlendirme için toplam giderler. (Park et ve bin kullanıcılarının %30 az olması hali ve Senaryo I için)

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (USD)	İlave Tramvay araçları yatırım harcamaları (USD)	İşletme ve Bakım Giderleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)	Toplam (USD)
2005	11992475	12000000	327107	24319582
2006	0	0	339323	339323
2007	0	0	351538	351538
2008	0	0	365111	365111
2009	0	0	411629	411629
2010	0	0	424955	424955
2011	0	0	438281	438281
2012	0	0	451607	451607
2013	0	0	466414	466414
2014	0	0	479740	479740
2015	0	0	493066	493066
2016	0	0	493066	493066
2017	0	0	493066	493066
2018	0	0	493066	493066
2019	0	0	534155	534155
2020	0	0	534155	534155

Ek.2.6. Mali değerlendirme için toplam gelirler (Park et ve bin kullanıcılarının %30 az olması hali ve Senaryo I için)

Yıllar	Yıllık Yolcu Gelirleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)
2005	1654187
2006	1724193
2007	1787626
2008	1844814
2009	1896416
2010	1942758
2011	1984170
2012	2021310
2013	2054176
2014	2083757
2015	2110050
2016	2133714
2017	2154748
2018	2174140
2019	2192217
2020	2208979

Ek.2.7. Mali değerlendirme için toplam giderler. (Park et ve bin kullanıcılarının %30 az olması hali ve Senaryo II için)

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (USD)	İlave Tramvay araçları yatırım harcamaları (USD)	İşletme ve Bakım Giderleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)	Toplam (USD)
2005	7059443	4500000	118948	11678391
2006	0	0	123390	123390
2007	0	0	127832	127832
2008	0	0	132768	132768
2009	0	0	137210	137210
2010	0	0	141652	141652
2011	0	0	146094	146094
2012	0	0	150536	150536
2013	0	0	155471	155471
2014	0	0	159913	159913
2015	0	0	164355	164355
2016	0	0	164355	164355
2017	0	0	164355	164355
2018	0	0	164355	164355
2019	0	0	164355	164355
2020	0	0	164355	164355

Ek.2.8. Mali değerlendirme için toplam gelirler (Park et ve bin kullanıcılarının %30 az olması hali ve Senaryo II için)

Yıllar	Yıllık Yolcu Gelirleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)
2005	973186
2006	1014270
2007	1051410
2008	1085263
2009	1115500
2010	1142779
2011	1167101
2012	1189122
2013	1208513
2014	1225932
2015	1241380
2016	1255184
2017	1267673
2018	1279177
2019	1289694
2020	1299554

İstimplak ve İnşaat Maliyetlerinin %20 Azalması

Ek.2.9. Mali değerlendirme için toplam giderler (Senaryo I)

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimplak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (USD)	İlave Tramvay araçları yatırım harcamaları (USD)	İşletme ve Bakım Giderleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)	Toplam (USD)
2005	9593980	12000000	386581	21980561
2006	0	0	401018	401018
2007	0	1500000	447412	1947412
2008	0	0	464687	464687
2009	0	1500000	518142	2018142
2010	1309255	0	534916	1844171
2011	0	1500000	588214	2088214
2012	0	0	606099	606099
2013	0	0	625971	625971
2014	0	0	643856	643856
2015	767494	0	661741	1429235
2016	0	0	661741	661741
2017	0	0	661741	661741
2018	0	1500000	702830	2202830
2019	0	0	702830	702830
2020	451467	0	702830	1154297

Ek.2.10. Mali değerlendirme toplam gelirler (Senaryo I)

Yıllar	Yıllık Yolcu Gelirleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)
2005	2363124
2006	2463133
2007	2553752
2008	2635449
2009	2709165
2010	2775368
2011	2834528
2012	2887585
2013	2934537
2014	2976795
2015	3014357
2016	3048163
2017	3078212
2018	3105914
2019	3131738
2020	3155684

Ek.2.11. Mali değerlendirme için toplam giderler (Senaryo II)

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (USD)	İlave Tramvay araçları yatırım harcamaları (USD)	İşletme ve Bakım Giderleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)	Toplam (USD)
2005	5647554	4500000	148685	10296239
2006	0	0	154238	154238
2007	0	0	159790	159790
2008	0	0	165960	165960
2009	0	0	171512	171512
2010	767494	0	177065	944559
2011	0	0	182617	182617
2012	0	0	188170	188170
2013	0	1500000	233207	1733207
2014	0	0	239870	239870
2015	451467	0	246533	698000
2016	0	0	246533	246533
2017	0	0	246533	246533
2018	0	0	246533	246533
2019	0	0	246533	246533
2020	255832	0	246533	502365

Ek.2.12. Mali değerlendirme için toplam gelirler (Senaryo II)

Yıllar	Yıllık Yolcu Gelirleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)
2005	1390266
2006	1448957
2007	1502014
2008	1550375
2009	1593571
2010	1632542
2011	1667287
2012	1698745
2013	1726447
2014	1751332
2015	1773400
2016	1793120
2017	1810962
2018	1827395
2019	1842420
2020	1856506

Yolcu Gelirlerinin %20 Fazla Olması Hali

Ek.2.13. Mali değerlendirme için toplam giderler (Senaryo I)

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (USD)	İlave Tramvay araçları yatırım harcamaları (USD)	İşletme ve Bakım Giderleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)	Toplam (USD)
2005	11992475	12000000	386581	24379056
2006	0	0	401018	401018
2007	0	1500000	447412	1947412
2008	0	0	464687	464687
2009	0	1500000	518142	2018142
2010	1636569	0	534916	2171485
2011	0	1500000	588214	2088214
2012	0	0	606099	606099
2013	0	0	625971	625971
2014	0	0	643856	643856
2015	959368	0	661741	1621109
2016	0	0	661741	661741
2017	0	0	661741	661741
2018	0	1500000	702830	2202830
2019	0	0	702830	702830
2020	564334	0	702830	1267164

Ek.2.14. Mali değerlendirme toplam gelirler (Senaryo I)

Yıllar	Yıllık Yolcu Gelirleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)
2005	2835749
2006	2955760
2007	3064502
2008	3162539
2009	3250998
2010	3330442
2011	3401434
2012	3465102
2013	3521444
2014	3572154
2015	3617228
2016	3657796
2017	3693854
2018	3727097
2019	3758086
2020	3786821

Ek.2.15. Mali değerlendirme için toplam giderler (Senaryo II)

Yıllar	Park et ve Bin alanlarının istimlak ve inşaat maliyetlerinin toplamı (USD)	İlave Tramvay araçları yatırım harcamaları (USD)	İşletme ve Bakım Giderleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)	Toplam (USD)
2005	7059443	4500000	148685	11708128
2006	0	0	154238	154238
2007	0	0	159790	159790
2008	0	0	165960	165960
2009	0	0	171512	171512
2010	959368	0	177065	1136433
2011	0	0	182617	182617
2012	0	0	188170	188170
2013	0	1500000	233207	1733207
2014	0	0	239870	239870
2015	564334	0	246533	810867
2016	0	0	246533	246533
2017	0	0	246533	246533
2018	0	0	246533	246533
2019	0	0	246533	246533
2020	319790	0	246533	566323

Ek.2.16. Mali değerlendirme için toplam gelirler (Senaryo II)

Yıllar	Yıllık Yolcu Gelirleri (Hat I ve Hat II toplamı) (USD)
2005	1668319
2006	1738748
2007	1802417
2008	1860450
2009	1912285
2010	1959050
2011	2000744
2012	2038494
2013	2071736
2014	2101598
2015	2128080
2016	2151744
2017	2173154
2018	2192874
2019	2210904
2020	2227807

Ek.2.17. Uygulamanın Mali Duyarlılık Analizi Sonuçları (Senaryo I)

	Mali İç Verimlilik Oranı (%)	Fayda/Maliyet Oranı
İncelenen Durum	0,65	0,29
Park Eden Özel Otomobil %20 Az	0,62	0,30
Park Eden Özel Otomobil %30 Az	0,29	0,34
İstimlak ve İnşaat Maliyeti %20 Az	1,30	0,31
Yolcu Gelirleri %20 Fazla	2,30	0,35

Ek.2.18. Uygulamanın Mali Duyarlılık Analizi Sonuçları (Senaryo II)

	Mali İç Verimlilik Oranı (%)	Fayda/Maliyet Oranı
İncelenen Durum	3,63	0,42
Park Eden Özel Otomobil %20 Az	3,46	0,44
Park Eden Özel Otomobil %30 Az	3,34	0,48
İstimlak ve İnşaat Maliyeti %20 Az	4,54	0,46
Yolcu Gelirleri %20 Fazla	5,36	0,50

ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında Eskişehir’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Eskişehir’de tamamladı. Lisans öğrenimini 1994 yılında Anadolu Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünde tamamladı. Ardından askerlik görevini yerine getirdi. 1997 yılında Dumlupınar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. 1999 yılında Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği ana bilim dalı Ulaştırma bilim dalında yüksek lisansını tamamladı. 2001 yılında Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği ana bilim dalı Ulaştırma bilim dalında doktora çalışmalarına başladı. 2002 yılında 35. madde gereği Osmangazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümünde araştırma görevlisi olarak görevine devam etti.