

KENTİÇİ OTOBÜS TAŞIMACILIĞINDA TALEP TAHMİNİ

Ahmet Bora YAŞAR

**Eylül, 2009
DENİZLİ**

KENTİÇİ OTOBÜS TAŞIMACILIĞINDA TALEP TAHMİNİ

**Pamukkale Üniversitesi
Fen Bilimler Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

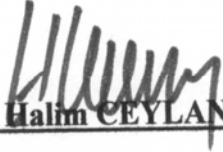
Ahmet Bora YAŞAR


Danışman: Doç. Dr. Halim CEYLAN


**Eylül, 2009
DENİZLİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

Ahmet Bora YAŞAR tarafından Doç. Dr. Halim CEYLAN yönetiminde hazırlanan “**Kentiçi Otobüs Taşımacılığında Talep Tahmini**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.


Doç. Dr. Halim CEYLAN
(Yönetici)


Doç. Dr. Soner HALDENBİLEN
(Jüri Üyesi)


Yrd. Doç. Dr. Abdülkadir YALDIR
(Jüri Üyesi)

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

Prof. Dr. Halil KARAHAN
Müdür

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

İmza :

Öğrenci Adı Soyadı : Ahmet Bora YAŞAR

TEŞEKKÜR

Bu yüksek lisans tez çalışmasındaki yardım ve katkıları nedeniyle çalışmayı yöneten danışmanım Doç. Dr. Halim CEYLAN'a, ayrıca tez süresi boyunca yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Soner HALDENBİLEN'e şükranlarımı sunarım.

Ayrıca tezin yazım aşamasındaki yardımlarından dolayı İnş. Yük. Müh. Cenk OZAN'a ve İnş. Yük. Müh. Mutlu YAŞAR'a, teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca gösterdikleri destek için de eşim Şükran YAŞAR'a annem Azime YAŞAR'a ve canım kızım Elif İpek YAŞAR'a en içten duygularla teşekkür ederim.

Ahmet Bora YAŞAR

ÖZET**KENTİÇİ OTOBÜS TAŞIMACILIĞINDA TALEP TAHMİNİ**

YAŞAR, Ahmet Bora
Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği ABD
Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Halim CEYLAN

Eylül 2009, 70 sayfa

Kentiçi ulaşım sistemlerindeki türel ayırım oranlarının ve özel araçlara olan talebin hızla değişmesinden dolayı gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki orta ve büyük ölçekli şehirlerde trafik sıkışıklığı ve tıkanıkları artmaktadır. Ayrıca, konfor ve erişebilirlik beklentilerinin de yükselmesi, özel araç kullanımını artırmış ve toplu taşıma kullanım oranının azalmasına neden olmaktadır. Toplu taşıma sistemleri, arzu edilen servis kalitesini sağlayabilmek için arz ve talep arasındaki dengeyi sağlamalıdır. Bu nedenle, bir toplu taşıma sistemi tasarlanırken diğer tüm sistemlere olan talep belirlenmeli ve bu talepler tasarımda hesaba katılmalıdır. Ayrıca, hızlı nüfus artışı ve köyden kente göçün artması nedeniyle artan toplu taşıma talebinin yönetilmesi gerekliliği açıktır. Bu sebeple değinilen konuların önemi doğrultusunda, toplu taşıma talebinin belirlenmesi, tahmin edilmesi ve geleceğe yönelik olarak toplu taşıma yönetim şekillerinin oluşturulması bu tezin önemini açıkça ortaya koymaktadır.

Tez kapsamında, ülkemiz kentiçlerinde yaygın olarak kullanılan şehiriçi toplu taşıma sistemlerinin gelişimi, kullanımı, talep analizi ve modellemesi ile birlikte yeni matematiksel metotlar kullanılarak talep tahmini yapılmıştır. Yapılan analizlerde otobüsle toplu taşıma talebi, talebe dayalı yıllık ortalama artış oranı, Kraft Talep Modeli, sabit mobilite faktörü kullanılarak tahmin edilmiştir. Yapılan tahminler kullanılarak değişik senaryolar altında arz-talep analizi yapılmıştır. Bu amaçla dört farklı senaryo oluşturulmuş en iyi senaryo belirlenmiştir. Geleceğe yönelik toplu taşıma yönetim politikaları ve bilet ücretleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toplu Taşıma, talep analizi, talep modellemesi

Doç. Dr. Halim CEYLAN
Doç. Dr. Soner HALDENBİLEN
Yrd. Doç. Dr. Abdülkadir YALDIR

ABSTRACT**ESTIMATION OF PUBLIC BUS TRANSPORT DEMAND IN URBAN AREAS**

YAŞAR, Ahmet Bora
Ms. Sc. Thesis in Civil Engineering
Supervisor: Assoc. Dr. Halim CEYLAN

September 2009, 70 pages

Traffic congestions have increased in large and medium size cities in developed and developing countries because of changes in mode choices and increase on demand for private vehicles. In addition, increase on expectations for comfort and access has led to frequent use of private vehicles and caused decrease on the use of urban mass transportation. Mass transportation systems should ensure equilibrium of demand and supply to provide desired level of service. Therefore, while mass transportation systems are being planned, demand for other systems should be determined and taken into consideration in planning. Furthermore, public transport demand should be managed because of rapid population growth and migration. The purpose of this study is to determine the current use of mass transportation and estimate the future demand for mass transportation accordingly and compose mass transportation management patterns for future.

In this study, the demand forecast was utilized based on new mathematical methods including demand analysis, modeling and improvement and the use of public transportation systems, which are widely used in urban areas. The demand analyses, including the Kraft Demand Model, fixed mobility factor and average annual growth rate based on demand, are performed. Under different scenarios using estimates supply demand analysis was conducted. For this purpose, four different scenarios were created and the best scenario was determined. The outcomes of these analyses indicated that predictions for urban bus transport demand can be made. Public transport management policies and bus fares for the future are developed under different scenarios.

Keywords: Public transport, demand analysis, demand modeling

**Assoc. Dr. Halim CEYLAN
Assoc. Dr. Soner HALDENBİLEN
Asst. Prof. Dr. Abdülkadir YALDIR**

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
Yüksek Lisans Tezi Onay Formu.....	I
Bilimsel Etik.....	II
Teşekkür	III
Özet.....	IV
Abstract.....	V
İçindekiler.....	VI
Şekiller Dizini.....	VIII
Tablolar Dizini.....	X
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Genel.....	1
1.2 Tezin Amacı.....	3
1.3 Tezin Önemi.....	3
1.4 Tezin Düzeni.....	4
2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI.....	5
3. KENTİÇİ ULAŞIM SİSTEMLERİ.....	9
3.1 Giriş.....	9
3.2 Kentiçi Toplu Taşıma Sistemleri.....	13
3.2.1 Kentiçi Toplu Taşıma Sisteminin Girdileri ve Çıktıları.....	14
3.2.2 Kentiçi Toplu Taşıma Sisteminde Karar Verme Süreci.....	19
3.2.3 Toplu Taşımada Kullanılan İşletme Şekilleri.....	24
3.2.4 Toplu Taşıma Sistemindeki Fiziksel Şebeke Türleri.....	26
3.2.5 Kentsel Toplu Taşıma Sistemlerinin Karakteristikleri.....	27
3.3 Ulaşım Talebi.....	31
3.3.1 Talep, Sunu ve Denge.....	33
3.3.2 Seyahat Talebinin Duyarlılığı.....	34
3.3.3 Elastikliği Etkileyen Faktörler.....	35
3.3.4 Ulaştırmada Talep Analizleri.....	36
3.3.5 Kraft Talep Modeli.....	38
4. VERİ DERLENMESİ VE ANALİZİ.....	40
4.1 Giriş.....	40
4.2 Veriler ve Analizi.....	43
5. SENARYOLAR.....	54
5.1 Giriş.....	54
5.2 Senaryolar.....	54
5.2.1 Senaryo 1.....	55

5.2.2 Senaryo 2.....	57
5.2.3 Senaryo 3.....	60
5.2.4 Senaryo 4.....	62
5.2.5 Senaryoların Değerlendirilmesi.....	64
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	66
KAYNAKLAR.....	68
ÖZGEÇMİŞ.....	70

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa
Şekil 3.1	Toplu taşıma sisteminin girdi ve çıktıları (Yardım 2002).....	14
Şekil 3.2	Toplu taşıma planlamasının aşamaları ve etkili faktörler.....	23
Şekil 3.3	Tipik Talep Fonksiyonu.....	32
Şekil 3.4	Ötelenmiş talep eğrileri.....	33
Şekil 3.5	Elastikliği gösteren doğrusal talep fonksiyonunun genel durumu.....	35
Şekil 4.1	Elde edilen toplam gelir.....	44
Şekil 4.2	Yolcu başına getiri.....	44
Şekil 4.3	Taşınan yolcu sayısı.....	45
Şekil 4.4	Taşınan yolcu sayıları ile yolcu başına getiri arasındaki ilişki.....	45
Şekil 4.5	Nisan 2008 ile Nisan 2009 ayları arasındaki yolcu başına getirilerin değişimi.....	46
Şekil 4.6	Kraft Talep Modeli sonuçları.....	48
Şekil 4.7	Nisan 2008 ile Haziran 2009 arasında km başına toplam ortalama maliyetin değişimi.....	50
Şekil 4.8	Kasım 2008 ile Haziran 2009 arasında yolcu başına toplam ortalama maliyetin değişimi.....	51
Şekil 4.9	Mart 2011'e kadar taşınabilecek yolcu sayısı, yolcu başına getiri ve toplam ortalama maliyet ilişkisi.....	52
Şekil 4.10	Mart 2011'e kadar yolcu başına getiri ve toplam ortalama maliyetin değişimi	53
Şekil 5.1	Senaryo 1'e göre Mart 2011'e kadar taşınabilecek yolcu sayısı, yolcu başına getiri ve yolcu başına ortalama maliyet ilişkisi.....	56
Şekil 5.2	Senaryo 1'e göre Mart 2011'e kadar yolcu başına getiriler ve yolcu başına ortalama maliyetin değişimi.....	57
Şekil 5.3	Senaryo 2'e göre Mart 2011'e kadar taşınabilecek yolcu sayısı, yolcu başına getiri ve yolcu başına ortalama maliyet ilişkisi.....	59
Şekil 5.4	Senaryo 2'ye göre Mart 2011'e kadar yolcu başına getiri ve yolcu başına ortalama maliyetin değişimi.....	59
Şekil 5.5	Senaryo 3'e göre Mart 2011'e kadar taşınabilecek yolcu sayısı, yolcu başına getiri ve yolcu başına ortalama maliyet ilişkisi.....	61
Şekil 5.6	Senaryo 3'e göre Mart 2011'e kadar yolcu başına getiri ve yolcu başına ortalama maliyetin değişimi.....	61

Şekil 5.7	Senaryo 4'e göre Mart 2011'e kadar taşınabilecek yolcu sayısı, yolcu başına getiri ve yolcu başına ortalama maliyet ilişkisi.....	63
Şekil 5.8	Senaryo 4'e göre Mart 2011'e kadar yolcu başına getiri ve yolcu başına ortalama maliyetin değişimi.....	63
Şekil 5.9	Senaryolara göre taşınabilecek yolcu sayıları	64
Şekil 5.10	Senaryolara göre yolcu başına getirilerin değişimi.....	65

TABLOLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1 Toplu taşıma Pazar payı eğilimleri (Urban Transport Fact Book, UTFB 2005).....	6
Tablo 3.1 Kent içi ulaşım sistemlerinin ticari hızları.....	11
Tablo 3.2 Kent içi ulaşım sistemlerinin genel işletme maliyetleri.....	11
Tablo 3.3 Kent içi ulaşım sistemlerinin enerji tüketimleri.....	11
Tablo 3.4 Kent içi ulaşım sistemlerinin yolcu-km başına ort. enerji tüketimleri (Tren için 100 kabul edilmiştir.).....	12
Tablo 3.5 İşletme ve türlere göre kentiçi toplu taşıma sistemleri.....	14
Tablo 3.6 Toplu taşıma türlerinin karşılaştırma ölçütleri (Erel 1995).....	29
Tablo 3.7 Kentsel toplu taşıma sistemlerinin karakteristikleri (Erel 1995).....	30
Tablo 4.1 Denizli’de türel ayırım (UAP 2002).....	41
Tablo 4.2 Otobüsle toplu taşımacılıktan elde edilen gelir, yolcu başına getiri ve taşınan yolcu sayısı.....	43
Tablo 4.3 Mayıs 2009 ile Mart 2011 arasındaki yolcu başına getirilerin tahmini	47
Tablo 4.4 Kasım 2008 ile Haziran 2009 arasındaki km başına maliyetler.....	49
Tablo 4.5 Kasım 2008 ile Haziran 2009 arasındaki yolcu başına maliyetler.....	50
Tablo 4.6 Haziran 2009 ile Mart 2011 arasındaki yolcu başına toplam ortalama maliyet tahmini.....	52
Tablo 5.1 Nisan 2009’daki yolcu başına getirinin her ay % 2 artışı ile oluşacak getiriler.....	55
Tablo 5.2 Yolcu başına maliyetin her ay % 2 artışı ile oluşabilecek maliyetler...	56
Tablo 5.3 Nisan 2008 Nisan 2009 arasındaki ortalama yolcu başına getirilerin ortalamasında her ay % 2 artışı ile oluşacak yolcu başına getiriler.....	58
Tablo 5.4 Yolcu başına ortalama maliyetin her ay % 2 artışı ile oluşabilecek maliyetler.....	58
Tablo 5.5 Nisan 2009’daki yolcu başına getirinin her ay enflasyon oranına göre % 0,85 artışı ile oluşacak yolcu başına getiriler.....	60
Tablo 5.6 Yolcu başına ortalama maliyetin enflasyon oranına göre her ay % 0,85 artışı ile oluşabilecek maliyetler.....	60
Tablo 5.7 Nisan 2008 Nisan 2009 arasındaki yolcu başına getirilerin ortalamasında her ay enflasyon oranına göre % 0,85 artışı ile oluşacak yolcu başına getiriler.....	62
Tablo 5.8 Yolcu başına ortalama maliyetin enflasyon oranına göre her ay % 0,85 artışı ile oluşabilecek maliyetler.....	62

1. GİRİŞ

1.1 Genel

İnsanlar, çok farklı olan gereksinimlerini buldukları yerden karşılamalarına olanak yoktur. Bu nedenle, zaman zaman yer değiştirmeye, kendileri için gerekli olan maddeleri elde etmek amacıyla hareket etmek zorundadırlar. Bu zorunluluktan ortaya çıkan *ulaştırma*, insanların ve eşyaların fayda yaratmak amacıyla bir yerden diğer bir yere güvenli, ekonomik ve konforlu bir şekilde yer değiştirmelerini sağlayan bir hizmet fonksiyonudur. Ulaşımı ise insanların ve eşyaların bir yerden diğer yere yer değiştirme amacıyla harekete geçmesi olarak tanımlanabilir.

Ulaştırma, ussal ve bilimsel yeteneklerin yanı sıra, sosyal, ekonomik ve politik çevrenin de farkında olunmasını gerektiren, oldukça karmaşık bir görevdir. Ulaştırma sektöründe kalitenin iyi anlaşılabilmesi için, konunun bir sistem analizi yaklaşımı ile ele alınması gerektiği açıktır.

Ulaştırma sistemi ise insan ve yüklerin bir yerden başka bir yere iletimlerinin, istenilen koşullara uygun, belirli ve iyi tanımlanmış bir şekilde sağlanması amacıyla bir araya getirilerek, işlevleri ve karşılıklı etkileşimleri organize edilen ilgili tüm fiziksel, sosyal, ekonomik ve kurumsal bileşenlerin kümesidir. Ulaştırma sistemi, çevresini önemli boyutlarda etkileyen ve denge sorunları yaratan sistemlerden birisidir.

Bir kentte yaşayan insanlar, gündüz ve gece boyunca, ihtiyaçları için hareket halindedirler. Çalışma, alışveriş, eğlenme, dinlenme vb. nedenlerle bazı mesafelere gitme zorunluluğu vardır ve bu da hareketliliği doğurur. Teknolojideki ilerleme insanların hareketliliğini de artırmaktadır. Böylece artan ulaşım isteği sonucu oluşan hareketliliğin planlanması gereği ortaya çıkmaktadır.

Kentsel gelişme, büyüme ve kentiçindeki toplu taşıma sistemlerindeki yenilikler sonucu mevcut toplu taşıma sistemleri ile yeni toplu taşıma sistemleri arasında geçişler olmuştur. Bu yeni ulaşım türlerine geçişler, kentlerdeki yenilenmeden daha hızlı olduğu için kentlerin büyük çoğunluğunda mevcut yapılaşmalar, yeni ulaşım türlerine cevap veremeyecek kapasitesi ile çözümü zor sorunlar doğurmuştur. Bu yüzden insanlar yollardaki artan trafik sıkışıklığı yanında, yeni yol inşası ve bunun da ortaya çıkardığı çevresel tehditlerle uğraşmaktadır. Bu sorunlar zamanla doğru orantılı olarak büyümektedir. Ulaşım politikasının en önemli amaçlarından birisi, kentsel ve kırsal yaşamdaki hız ve konforla, doğal çevreyi bozmadan hareketliliğin sağlanmasıdır.

Sanayileşen ülkelerdeki kırsal alanlardan kentlere olan göçün fazla olması sonucu, hızla büyüyen yaygınlaşan yerleşimlerde yol, su, kanalizasyon, teknik altyapı gibi ulaşım sorunlarının da çözümü zorlaşmaktadır. Bu durum ulaştırma planlamasının gerekliliğini daha da çarpıcı şekilde ortaya çıkarmaktadır.

Geçtiğimiz birkaç on yıllık süre içinde ulaşım talebindeki artış, dünya genelindeki gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki orta ve büyük ölçekli şehirlerde trafik sıkışıklık ve tıkanıklarını arttırmıştır. Bunun bir sonucu olarak ta, dünya genelinde birçok şehirde konfor ve erişebilirlik beklentilerinin yükselmesi, özel araç kullanımını artırmış ve toplu taşıma kullanımının azalmasına neden olmuştur.

Toplu taşıma sistemleri, arzu edilen servis kalitesini sağlayabilmek için arz ve talep arasındaki dengeyi sağlamalıdır. Bu nedenle, bir toplu taşıma sistemi tasarlanırken diğer tüm sistemlere olan talep belirlenmeli ve bu talepler tasarımda hesaba katılmalıdır. Türkiye'nin birçok şehrindeki toplu taşımacılık problemlerinin başında minibüs türünün kontrolündeki zorluklar, ya da minibüslerin şehir içinden kaldırılamaması gelmektedir. Bu sorunun nedeni, hızlı nüfus artışı ve köyden kente göçün artması nedeniyle artan toplu taşıma talep yönetiminin geleceğe yönelik planlama ve veri derleme çalışmalarının yetersizliği ile taşıma kapasiteleri ve trafikteki manevra kabiliyetleri nedeniyle minibüs servislerinin otobüs servislerine göre daha kolay hizmete sokulabilmesidir.

1.2 Tezin Amacı

Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye'deki örnek bir şehir için toplu taşıma sisteminin değerlendirilmesi ve geleceğe yönelik talebin tahmin edilerek, şehiriçi toplu taşıma sorunlarının çözümü için farklı senaryolar önerilerek çözümlerin araştırılmasıdır.

Tez kapsamında, ülkemiz kentlerinde yaygın olarak kullanılan şehiriçi toplu taşıma sistemlerinin gelişimi, kullanımı, talep analizi ve modellenmesi ile birlikte yeni matematiksel metotlar kullanılarak talep tahmini yapılmıştır. Ülkemizde oldukça yoğun olarak kullanılan toplu taşıma alt sistemlerinden otobüs sistemi ve diğer ulaşım türlerinin avantaj ve dezavantajlarının altı çizilmiştir. Yapılan analizlerde otobüsle toplu taşıma talebi, talebe dayalı yıllık ortalama artış oranı, Kraft Talep Modeli, sabit mobilite faktörü kullanılarak tahmin edilmiştir. Geleceğe yönelik toplu taşıma yönetim politikaları geliştirilmeye çalışılmıştır.

1.3 Tezin Önemi

Kentçi ulaşım sistemlerindeki türel ayırım oranlarının ve özel araçlara olan talebin hızla değişmesinden dolayı gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki orta ve büyük ölçekli şehirlerde trafik sıkışıklık ve tıkanıklıkları artmaktadır. Ayrıca, konfor ve erişebilirlik beklentilerinin de yükselmesi, özel araç kullanımını artırmış ve toplu taşıma kullanımının azalmasına neden olmuştur.

Toplu taşıma sistemleri, arzu edilen servis kalitesini sağlayabilmek için arz ve talep arasındaki dengeyi sağlamalıdır. Bu nedenle, bir toplu taşıma sistemi tasarlanırken diğer tüm sistemlere olan talep belirlenmeli ve bu talepler tasarımda hesaba katılmalıdır. Ayrıca, hızlı nüfus artışı ve köyden kente göçün artması nedeniyle artan toplu taşıma talebinin yönetilmesi gerekliliği açıktır. Bu sebeple değinilen konuların önemi doğrultusunda, toplu taşıma talebinin belirlenmesi, tahmin edilmesi ve geleceğe yönelik olarak toplu taşıma yönetim şekillerinin oluşturulması bu tezin önemini açıkça ortaya koymaktadır.

1.4 Tezin Düzeni

Çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde giriş yapılarak tezin amacı, önemi ve düzeninden bahsedilmiştir. İkinci bölümde daha önceki yapılan çalışmalar özetlenerek literatür çalışması yapılmıştır. Üçüncü bölümde kentiçi ulaşım sistemleri, kentiçi ulaşım sistemlerinin özellikleri, toplu taşıma sistemleri, ulaşımda kalite, ulaştırma talebi ve ulaştırmada talep analizi ile ilgili bilgiler verilmiştir. Dördüncü bölümde ise Denizli belediyesinin kontrolünde işletilen bir özel firmadan otobüsle toplu taşıma sistemi ile ilgili verilerin değerlendirilmesi ve analizi yapılmıştır. Özel otobüs firmasından elde edilen bu veriler Nisan 2008-Nisan 2009 arasını kapsamaktadır. Bu veriler; otobüsle taşımacılıktan elde edilen gelir, yolcu başına getiri, taşınan yolcu sayısı ve maliyetlerdir. Ayrıca bu verilerden yararlanılarak Nisan 2009'dan itibaren 24 aylık süreç için yolcu başına getirilerin ne olabileceği konusunda tahmin yapılmış, sonra da bu tahmine göre 24 ay boyunca taşınabilecek yolcu sayısını belirleyebilmek için bir model geliştirilmiştir. Beşinci bölümde, bir önceki bölümde geliştirilen model üzerine senaryolar üretilmiştir. Bu senaryolara göre taşınabilecek yolcu sayılarının tahmini yapılarak senaryoların değerlendirilmesi yapılmıştır. Son bölüm olan altıncı bölümde ise tezin genel olarak değerlendirilmesi yapılarak elde edilen sonuçlardan ve önerilerden söz edilmiştir.

2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Bu bölümde, kentiçi ulaşım sistemleri, kentiçi toplu taşıma sistemleri, kentiçi ulaşım sistemlerinin ve kentiçi toplu taşıma sistemlerinin değerlendirilmesi, kentiçi ulaşım sistemlerinde ve kentiçi toplu taşıma sistemlerinde talep analizi ve talep tahmini konularında daha önce yapılmış çalışmaların özetleri verilmiştir.

Ulaşım talebindeki artış, dünya genelindeki gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki orta ve büyük ölçekli şehirlerde trafik sıkışıklık ve tıkanıklarını artırmaya devam etmektedir. Bunun bir sonucu olarak ta, dünya genelinde birçok şehirde konfor ve erişebilirlik beklentilerinin yükselmesi, özel araç kullanımını artırmış ve toplu taşıma kullanımının azalmasına neden olmuştur. Tablo 2.1’de başlıca büyük şehirlerde toplu taşımanın toplam taşımacılıktan aldığı paylar görülmektedir. 1980’li yıllarda ortalama %19.5 olan toplu taşıma pazar payı, takip eden 10 yıllık süreçte ortalama %13.3 oranında azalmıştır. 1980 ile 2000 arasında en büyük azalma Kuala Lumpur’da, en küçük azalmalardan biri ise Londra’da gözlenmiştir. Londra’daki bu düşük azalma yüzdesi ise özel araç sahipleri için uygulanan yol kullanım ücretlendirilmesi ile ilgili yasal düzenlemelere bağlı olarak düşünülebilir (Urban Transport Fact Book, UTFB 2005).

Singh (2005) tarafından, Hindistan’daki toplu taşıma problemleri incelenmiş ve bireysel seyahat gereksinimini azaltıp, toplu taşıma sistemini destekleyici bir yöntem geliştirilerek yasal mevzuatın yeniden düzenlenmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Ceylan vd’ne (2007) göre, taşımacılık şartlarının bir ülkeden diğerine büyük farklılıklar gösterdiği göz önüne alınsa bile toplu taşımacılık sistemleri, gelişen ve gelişmekte olan ülkelerin hemen hemen tamamında birçok sorunla karşı karşıya kalmaktadır. Bunun başlıca nedenleri; teknik personel yetersizliği, toplu taşıma planlamasındaki bilgi yetersizliği ve var olan toplu taşıma sistemlerinin

iyileştirilememesi ya da yeni sistemlerin yapılması için gerekli finansal kaynağın sağlanamamasıdır.

Pucher ve Korattyswaroopam'a (2004) göre, üçüncü dünyada toplu taşıma sistemlerinin sağlıklı bir şekilde işlemlerini engelleyen başlıca faktörler ise bu alandaki yolsuzluklar ve bunun yol açtığı verimsizlik, servislerdeki kalabalık ve konforsuzluk, otobüslerin işletim hızlarını düşüren tıkanıklıklar, toplu taşıma hizmetinin verildiği çevresel ortamdaki düzensizlikler ve koordinasyon eksiklikleri olarak sayılabilir. Hava kirliliği, gürültü, tıkanıklık ve kazalardan kaynaklanan ölümlerin artışı da gelişmekte olan ülkelerin karşı karşıya oldukları toplu taşımadan kaynaklanan sorunların başında gelmektedir.

Tablo 2.1. Toplu taşıma Pazar payı eğilimleri (Urban Transport Fact Book, UTFB 2005)

Şehirler	1980 (%)	Sonraki Yıl (SY)	SY (%)	Değişim (%)	On yıllık Değişim (%)
Amsterdam	20.4	1995	16.9	-16.8	-11.6
Copenhagen	21.0	1995	17.4	-17.2	-11.8
Frankfurt	35.8	1995	14.2	-60.3	-46.0
Hamburg	23.1	1995	14.8	-35.9	-25.7
Hong Kong	80.5	1995	73.0	-9.3	-6.3
Jakarta	52.9	1995	44.8	-15.4	-10.6
Kuala Lumpur	30.2	1995	10.8	-64.3	-49.6
London	19.8	1995	17.1	-13.6	-9.3
Los Angeles	2.7	2001	1.5	-44.3	-24.3
Munich	35.2	1995	29.4	-16.6	-11.4
New York	14.1	2001	11.0	-21.8	-11.0
Paris	32.5	1995	24.1	-25.7	-18.0
Tokyo	68.5	1995	56.6	-17.4	-11.9
Toronto	25.7	1990	15.2	-40.8	-40.8
Washington	5.0	2001	4.0	-20.2	-10.2
Ortalama	19.5		14.6	-19.1	-13.3

Sohail vd (2005) çalışmalarında gelişmekte olan ülkelerde sürdürülebilir bir toplu taşıma sisteminin oluşturulabilmesi için uygun bir kanuni çerçevenin oluşturulmasındaki öneme değinmişlerdir. Ayrıca, toplu taşıma kullanıcıları, servis sağlayıcıları ve düzenleme mercileri arasındaki iletişim ve koordinasyonun önemini de vurgulamışlardır. Çalışmalarında, yapılacak düzenlemelerin açık, dürüst ve etkili olması ayrıca çok detaylı ve anlaşılması zor olmaması gerektiği önemle belirtilmiştir.

Ongkittikul ve Geerlings (2006) çalışmalarında toplu taşıma pazarı ve bu pazarın geliştirilmesi için gerekli yeniliklerin rolünü gözden geçirmişlerdir. Olası yenilikler,

teknik yenilikler ve servis yenilikleri olarak sınıflandırılmıştır. Toplu taşımada uygulanabilecek yenilik sınıflandırılması açıklanmış ve bunun altyapıya, araçlara ve servis operasyonlarına uygulanabilirliği tanımlanmıştır. Birbirinden farklı düzenleme reformlarının uygulanabilirliklerinin analizi için İngiltere ve Almanya örnekleri incelenmiştir. Sonuçta, hem teknolojik hem de işletimsel yeniliklerin toplu taşım sistemi içi önemi belirtilmiş ve ortaya konulan teorinin toplu taşım sektörüne detaylı olarak uygulanması sonraki çalışmalara bırakılmıştır.

Ceylan vd'ne (2007) göre, toplu taşım sistemleri, arzu edilen servis kalitesini sağlayabilmek için arz ve talep arasındaki dengeyi sağlamalıdır. Bu nedenle, bir toplu taşım sistemi tasarlanırken diğer tüm sistemlere olan talep belirlenmeli ve bu talepler tasarımda hesaba katılmalıdır. Türkiye'nin birçok şehrindeki toplu taşım acılık problemlerinin başında minibüs türünün kontrolündeki zorluklar ya da minibüslerin şehiriçinden kaldırılamaması gelmektedir. Bu sorunun nedeni, hızlı nüfus artışı ve köyden kente göçün artması nedeniyle artan toplu taşım talep yönetiminin, geleceğe yönelik planlama ve veri derleme çalışmalarının yetersizliği ile taşım kapasiteleri ve trafikteki manevra kabiliyetleri nedeniyle minibüs servislerinin otobüs servislerine göre daha kolay hizmete sokulabilmesidir.

Yardım (2002) yılında yaptığı çalışmada kentiçi otobüsle toplu taşım için işletmecilik şeklinin belirlenmesine yönelik bir matematik model geliştirmiştir. Bu model İstanbul'da İETT tarafından işletilen otobüsle toplu taşım sistemi verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

Yardım'a (2002) göre, kentiçi ulaşım sisteminin diğer bir parçası olan toplu taşım sistemine özel aracı olmayan kişilerle özel aracı olup da toplu taşım sistemini tercih edenler yönelirler.

Yardım'a (2002) göre, toplu taşım sistemi ideal bir çerçevede kurulup işletilemez. Günlük hayatın karmaşıklığı ile iç içedir. Bu yüzden bir takım kısıtlara maruzdur. Bu kısıtlar; yolcuya yönelik kısıtlar, işletmeciye yönelik kısıtlar, kaynak kısıtları, yönetim kısıtları, çevre kısıtları, şebekeye yönelik kısıtlar olarak sıralanabilir.

Camkesen'e (2004) göre, toplu taşımacılıkta hizmet belli bir amaca yönelik olarak yapılır. Bu amaçlar, sistem maliyetinin minimizasyonu, kar minimizasyonu, yolcu memnuyetinin maksimizasyonu gibi genel olabileceği gibi, taşıtların toplam seyahat sürelerinin minimizasyonu, duraklarda veya aktarmalardaki bekleme sürelerinin minimizasyonu, taşınan yolcu miktarının maksimizasyonu, hizmet frekansının maksimizasyonu, gibi daha özel ve alt alanlarda da olabilir.

Yardım'a (2002) göre, kentiçi ulaşım planlama çalışmalarında talep esas alınarak, durak yerleri ve durakları birleştiren hatların belirli kriterlere göre optimum seçimi, yani, ulaşım şebekesinin ve bu şebeke üzerindeki hatların belirlenmesi işi yapılır. Hangi noktalar arasına ne kadar sefer atanması gerektiği, bu seferlerle kaç kişi taşınacağı, taşıma eyleminin ne zaman yapılacağı sorularına cevap verebilmek için talep gereklidir. Bunun gibi işletme faaliyetleri içindeki görevlerin çizelgelenmesi, araçların zaman çizelgelerinin hazırlanması, sefer aralıklarının belirlenmesi, personel çizelgelerinin yapılması gibi işler için de talep bilgilerine ihtiyaç vardır.

3. KENTİÇİ ULAŞIM SİSTEMLERİ

3.1 Giriş

Kentiçi ulaşım sistemi, insanların kent içinde sosyal ve ekonomik aktivite istemleri arasında yer değiştirme gereksinimlerini karşılamak için kullandıkları bir hareket ortamıdır. Bu sistem en genel anlamda, ulaşım şebekesi, taşıtlar ve işletmeden oluşur. Kentiçi ulaşım sisteminde yük ve yolcu olarak iki tür taşımacılık yapılır.

Kentiçi ulaşım sisteminin üç temel fonksiyonu vardır:

- Hareketlilik fonksiyonu
- Erişim fonksiyonu
- Yaşam fonksiyonu

Hareket fonksiyonuyla, aktivite merkezleri arasında büyük yolcu kütlelerinin hızlı, güvenli ve ekonomik ulaşımı sağlanmaya çalışılır. En önemli ölçütü seyahat hızıdır.

Erişim fonksiyonu, bir ulaşım sisteminin aktivite merkezlerine erişilebilirliği kolay kılmasıdır. Bir yolun çevresindeki yapılaşma ne kadar yoğunsa, yani bu yol sayesinde erişilebilen yaşam mekânlarının, işletmelerin ya da hizmet veren merkezlerin sayısı ne kadar büyükse, erişim fonksiyonunun göstergeleri o ölçüde ön plana çıkar. Erişim fonksiyonunun diğer önemli belirtisi yol alanlarının motorize olmayan trafik tarafından kullanım yoğunludur.

Yolların iki kenarında sıralanmış olan kullanım alanlarının ilişkili düzeyleri, motorsuz trafik için bunlar arasında iyi ve güvenli bir karşıya geçiş talebini belirler. Akan trafik ile karşıya geçen trafik arasında önemli çatışmalar oluşur, bu nedenle erişim

fonksiyonu motorize trafiğin çevreyi göz önünde tutan hızların uygulanmasını gerektirir.

Yaşam fonksiyonu, salt erişimi aşan aktivitelerden oluşur. Bu aktiviteler yol mekânlarının yanlarındaki kullanım alanları ve yapılaşma ile ilişkilidir (Çocukların sokakta oynamaları, ön bahçelerden ve yol kenarlarındaki yeşil alanlardan yararlanmalar, alışveriş ve boş vakit gezintileri, yol kenarı kafelerinde oturma vb...).

Ulaşım sistemleri planlanırken bu fonksiyonlardan biri öne çıkar. Örneğin, normal zamanlarda araç trafiğine açık bir caddenin yayalaştırma çalışmalarında yaşam fonksiyonu bağlantı ve erişim fonksiyonunun önüne geçer. Yayalaştırılan alanın gece belli bir saatten sonra araç trafiğine açılması ise bu fonksiyonların birbiriyle çatışmasına yol açar. Kentiçi toplu taşıma sisteminden örnek verilecek olursa, mesela otobüsle toplu taşımacılık öncelikle erişim fonksiyonunun öne çıkarıldığı ikincil olarak bağlantı fonksiyonunun sağlandığı bir sistemdir.

İnsanlar, kentiçi ulaşımında seyahat taleplerini karşılamak üzere, özel ulaşım ve toplu taşıma sistemlerini kullanırlar. Kentiçi ulaşım sistemlerinin parçaları olan bu alt sistemleri, genellikle aynı fiziksel şebekeyi kullanmalarına rağmen, farklı amaçlara hizmet ettiklerinde planlamaları da farklıdır.

Genellikle özel ulaşım ile anlatılmak istenen özel araç sahiplerinin yaptıkları ulaşım aktiviteleridir. Bu sınıfta otomobil, motosiklet, bisiklet ve yaya ulaşımı alt türleri bulunur. Kendi kendine (self-service) bir hizmet anlayışı hâkimdir. Hatları ve zaman çizelgeleri esnektir. Yani kullanıcı istediği yere istediği zaman gidebilme imkânına sahiptir. Her an kullanıma hazır bulunmalarının yanında kapıdan kapıya seyahat için idealdir. Bireyselliği özendirilen bir taşımacılık türüdür. Bunun yanında diğer sistem ve türlerle karşılaştırıldığında maliyetleri tamamen araç sahipleri ve kullanıcılar üstlendiğinden pahalıdır. Çevreye verdiği zararlar ve ürettiği atıklar diğer sistemlere oranla yüksektir.

Kentiçi ulaşım sistemlerinin karşılaştırılmasında kullanıcı maliyetleri açısından ulaşım süresi (ticari hız), işletmeci maliyetleri açısından genel işletme maliyeti (bakım, amortisman, personel, enerji tüketimi) dikkate alınmıştır. Tablo 3.1'de kentiçi ulaşım

sistemlerinin ticari hızları, Tablo 3.2’de kentiçi ulaşım sistemlerinin genel işletme maliyetleri, Tablo 3.3’de kentiçi ulaşım sistemlerinin enerji tüketimleri, Tablo 3.4’de kentiçi ulaşım sistemlerinin yolcu-km başına ortalama enerji tüketimleri görülmektedir (İstanbul 1. Kentiçi Ulaşım Şurası 2002).

Tablo 3.1 Kent içi ulaşım sistemlerinin ticari hızları

Kent içi ulaşım sistemi	Ticari hız (km/sa.)
Yaya	3 – 5
Bisiklet	15 – 20
Özel oto	20 – 50
Otobüs	10 – 30
Tramvay	20
Hafif raylı sistem	30
Metro	40
Banliyö	50

Tablo 3.2 Kent içi ulaşım sistemlerinin genel işletme maliyetleri

Kent içi ulaşım sistemi	İşletme maliyeti (Yolcu-km başına US cent,1993)
Otobüs (normal yolda)	3 – 8
Otobüs (özel otobüs yolunda)	8 – 12
Tramvay	3 – 12
Hafif raylı sistem	12 – 15
Metro	15 – 23

Tablo 3.3 Kent içi ulaşım sistemlerinin enerji tüketimleri

Kent içi ulaşım sistemi	Enerji tüketimi (Mj/yolcu-km)
Özel oto	4,2 – 5,7
Otobüs	0,6 – 1,6
Metro	1,3 – 1,6
Tramvay/Hafif raylı sistem	1,6 – 1,9
Banliyö	1,9 – 2,3

Tablo 3.4 Kent içi ulaşım sistemlerinin yolcu-km başına ort. enerji tüketimleri
(Tren için 100 kabul edilmiştir.)

Kent içi ulaşım sistemleri	Yolcu-km başına ort.enerji tüketimleri
Otomobil	515
Dolmuş	241
Minibüs	134
Otobüs	96
Tramvay	112
Metro	97
Tren	100

Kentiçi Ulaşım Sistemlerinde Kalite

Ulaşımında talebi belirleyen ve etkileyen en önemli sunu bileşenleri, ulaşım maliyeti ve kalitesidir. Ulaşım maliyeti, özel araç sahipleri ve işletmeciler için, bir yolcu ya da birim ağırlıktaki bir yükün, birim uzaklıktaki yer değişiminin sağlanması (birim ulaştırma işi) için gereken toplam maliyet, yolcu ve yük sahipleri için ise, ulaştırma işi karşılığında ödenen ücrettir. Ulaşım maliyetinin de kalitenin bir fonksiyonu olacağı açıktır.

Ulaştırmada kalite, genellikle hizmet düzeyi olarak adlandırılır. Bilindiği gibi kalite ölçütleri mutlak büyükler olmayıp, kullananların sosyo ekonomik koşullarından etkilenen gereksinimlerine, teknolojik gelişmelere, üretim stratejilerine ve pazarlamaya bağlı olarak değişir. Kalite, kullananların ödedikleri ücret karşılığındaki beklentileri ile, kendilerine sunulan mal ya da hizmetin nitelikleri arasındaki farklarla değerlendirilebilir.

Ulaştırmada kalite, özel araçları ile yolculuk ya da taşımacılık yapanlar, yolcu ve yük taşımacılığı yapan işletmeler, yolcular, yük gönderenler ve alanlar için, genel olarak şu alt bileşenlerle tanımlanabilir: mekansal ve bilgi ile erişebilirlik, sıklık, ulaşım süresi (hız), dakiklik, güvenlik, konfor, güvenilirlik, kapasite, kullanıcı maliyeti ve çevre etkileri. Bu bileşenler, sistemi kullananların özellikleri ile, yolcu ve yüklerin özelliklerine bağlı olarak, farklı şekillerde algılanıp, değerlendirilebilirler. Üstelik bunların bazılarını parasal birimlerle değerlendirmek çok zor, hatta olanaksızdır. Üstelik bu ölçütlerin değerleri, değişik sosyo-ekonomik gruplar tarafından farklı şekillerde

algılanmaktadır. Bu durum, ulaştırma planlamasının zorlaşmasına yol açan ‘‘seçeneğe bağımlılık’’ ve ‘‘rasgelelik’’ özelliklerinin en önemli kaynağıdır (Black 1997).

3.2 Kentiçi Toplu Taşıma Sistemleri

Toplu taşıma sistemi, insanların ulaşım taleplerini karşılamak üzere zaman ve mekan içinde toplu olarak yer değiştirmelerini sağlayan öğeleri, bunların özelliklerini ve aralarındaki ilişkileri içeren bir bütün olarak tanımlanabilir.

Günümüzde kentiçi ulaşımın önemli bir kısmı toplu taşımacılıkla yapılmaktadır. Çeşitli alt sistemleri ve öğeleri bünyesinde barındıran toplu taşıma sisteminin kullanılması birçok yönden yarar sağlamaktadır. Bunlardan bazıları sıralanacak olursa:

- Kent içinde ekonomik bir kullanım alanı yaratmaktadır.
- Yolların sadece otomobil taşımacılığı yapmasının önüne geçerek, esas olarak insanların taşınması amacına hizmet etmektedir.
- Yol ve şebeke açısından kapasite kullanımı özel araçlara göre düşüktür.
- Her kesimden insanlara hizmet vermektedir. Bu yönüyle bir kamu hizmeti sunmaktadır.
- Enerji tasarrufu açısından çok etkili bir sistemdir.
- Çevreye olumsuz etkileri özel otolara göre bir hayli azdır. Sistemin ürettiği atıklar düşük yüzeyde olduğu için dengeli bir evre oluşumuna katkı sağlar.
- Toplu taşıma sisteminde kullanılan araç sayısı, özel araçlara göre az olduğu için yedek parça ve yan sanayi açısından ülke ekonomisine katkıları büyüktür.

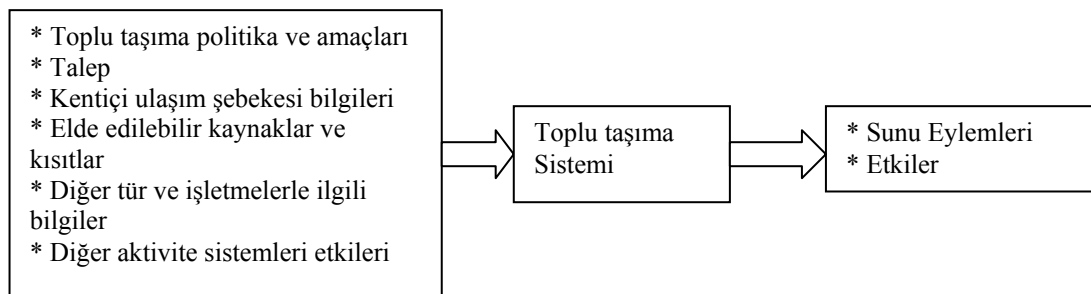
Toplu taşıma sistemi çeşitli türleri bünyesinde barındırır. Bunlar Tablo 3.5’de görüldüğü gibi genelde karayolu, raylı sistemler ve denizyolu olarak üç gruptur. Ayrıca askılı sistemler (mesela teleferik gibi) de ilave edilebilir. Sağlıklı bir ulaşım sistemi için bu türlerin kent içinde birbiriyle koordineli ve dengeli bir şekilde hizmet vermesi istenir (Camkesen 2004).

Tablo 3.5 İşletme ve türlere göre kentiçi toplu taşıma sistemleri

Taşıma Türü	Araç Türü
Karayolu Sistemleri	<u>Otobüs:</u> Belediye otobüsü Özelleştirilmiş otobüs Servis otobüsleri
	<u>Minibüs:</u> Hatlı minibüsler Servis minibüsleri
	Taksi
	Dolmuş Taksi
Raylı Sistemler	Demiryolu
	Metro
	LRT (Hafif Metro)
	Tramvay
Denizyolu Sistemleri	Vapur
	Deniz Otobüsü
	Dolmuş Motoru
Askılı Sistemler	Teleferik
	Diğer Kabinliler

3.2.1 Kentiçi Toplu Taşıma Sisteminin Girdileri ve Çıktıları

Kentiçi toplu taşıma sisteminin planlanıp işler hale getirilmesi için birçok girdiye ihtiyacı vardır. Sistem bu girdiler sayesinde hayatiyet kazanır. Girdiler, kullanılıp birtakım işlemlerden geçirildikten sonra sistem çıktılar üretir. Çıktılar ise sunu eylemleri ve bunların çeşitli etkileridir. Toplu taşıma sisteminin girdi ve çıktıları Şekil 3.1’de görülmektedir.



Şekil 3.1 Toplu taşıma sisteminin girdi ve çıktıları (Yardım 2002)

Sistemin girdileri şu şekilde sıralanabilir:

- Toplu taşıma politika ve amaçları
- Talep
- Kentiçi ulaşım şebekesi bilgileri
- Elde edilebilir kaynaklar ve kısıtlar
- Diğer tür ve işletmelerle ilgili bilgiler
- Diğer aktivite sistemleri etkileri

Toplu taşıma politika ve amaçları:

Toplu taşıma politikası kentiçi toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesi için belirlenmiş eylemler demetidir. Kentiçi toplu taşıma politikaları yardımıyla, toplu taşıma programlarının uygulanması, toplu taşıma yatırımları için gerekçelerin hazırlanması, toplu taşıma için gerekli yasal önerilerin ve gerekçelerin belirlenmesi gibi faaliyetler sürdürülür.

Talep:

Kentiçi ulaşım talebinin belirlenmesi, planlama ve işletme faaliyetlerinin başında, bunlara gerekli veriyi sağlayan temel bir ön çalışmadır. Talebin O-D (Başlangıç-son) matrisi şeklinde belirlenmesi kullanım açısından oldukça yaygındır. O-D matrisi, ihtiyaç gereği seyahat amaçlarına göre veya talebin zaman içindeki değişimi dikkate alınarak hazırlanabilir.

Talep, aktivitelerin mekân içindeki dağılımları ve boyutları, toplumun sosyo-ekonomik özellikleri ve sistemin performansının bir fonksiyonudur. En önemli performans ölçütlerinin hizmet düzeyi, sistemi kullananların ödedikleri ücret ve sistemin pratik kapasitesi olduğu düşünülürse bunların da talebi etkiledikleri görülür.

Kentiçi ulaşım şebekesi bilgileri:

Kentiçi ulaşım şebekesi bilgileri sistemin fiziksel olarak tanımlanmasına yardımcı olur. Burada iki türlü şebeke ile söz konusudur. Birincisi şimdiki (hali hazır) şebeke, diğeri planlanması düşünülen şebeke. Şimdiki şebeke, üzerinde değişiklikler veya bazı ilaveler yapılmak üzere ele alınır. Bunun için girdi olarak değerlendirilen unsurlar şu

şekilde sıralanabilir; Şebekenin coğrafik konumu ve yapısı, Şebeke biçimi (radyal, ızgara, ağaç gövdesi, kompozit), Şebekedeki düğümler ve bağlar (Duraklar, terminaller, aktarma imkânları, bağ tipleri, bağ uzunlukları), Hizmet verilecek bölgenin boyutu, Bağlardaki hacimler, bağ maliyetleri, Şebekedeki ulaştırma alt sistemlerinin özellikleri.

Elde edilebilir kaynaklar ve kısıtlar:

Bir sistemin kurulması ve işletilmesi kaynak girdisiyle mümkündür (Manheim 1979). Kaynaklar, değişik şekillerde sınıflandırılabilir. Toplu taşıma sisteminde tüketilmeye müsait birçok şey kaynak olarak değerlendirilebilir. Bazı kaynaklar, arazinin başka kullanıcılardan alınması veya yakıt ve iş gücü tüketimi olarak kullanılır. Diğer tüketim şekillerinden biri de var olan kalitenin düşürülmesiyle ortaya çıkar. Hava kirliliği ve gürültü de bir taraftan sistemin çıktısı iken diğer taraftan bir kaynak tüketim şeklidir. Bunun gibi, çevresel zararlar, ekolojik, sosyal ve estetik etkiler de hem kaynak tüketimi hem sistemin çıktısı konumundadırlar. Toplu taşıma sisteminin kurulması ve işletilmesi kullanılan tipik kaynaklar şu şekilde sıralanabilir; sermaye (nakit, menkul ve gayri menkuller, gelirler, kredi ve borçlanma imkânları), işgücü (taşıtların ve sabit tesislerin üretimi, işletilmesi ve bakımında, yönetim sisteminde), teknoloji, malzemeler (taşıt üretimi ve sabit tesislerin yapımında kullanılanlar, işletme sırasında enerji dışında kullanılanlar), arazi (fiziksel şebeke oluşumu için, sabit tesisler için), enerji (sistemin işletilmesi için, taşıt ve sabit tesislerin üretimi için), çevresel zararlar (hava ve su kalitesi, gürültü düzeyi, kokular), ekolojik, sosyal ve estetik etkiler.

Diğer tür ve işletmelerle ilgili bilgiler:

Diğer işletme ve türlerle ilgili bilgiler rekabet ortamında özellikle önemlidir. Diğer taraftan tek bir otorite altında hizmet verilen toplu taşıma sistemlerinde koordineli ve bütünlük bir sistem yapısı için yine bu ilgilere gereklidir. Kısaca bu bileşenlerden oluşur; pazardaki işletme sayısı ve işletmelerin payları, bu işletme ve türlerin hat bilgileri (hat uzunlukları, hat yapıları), filo kompozisyonları ve pratik kapasiteleri, zaman çizelgesi bilgileri (sefer sıklıkları, takip aralıkları, sefer süreleri), doluluk oranları, durak yerleri, hizmet verilen yolcuların profilleri.

Diğer aktivite sistemleri etkileri:

Diğer aktivite sistemlerinin etkileri toplu taşıma sistemin fonksiyonlarıyla ilgilidir. Bağlantı ve erişim fonksiyonlarını yüklenen sistem, faaliyetlerini, sosyo-ekonomik ve

politik bir ortamda gerçekleştirmektedir. Bunun gereği olarak örneğin, nüfus hareketleri, ticari faaliyetler, kültür ve eğitim faaliyetleri, endüstriyel faaliyetler, turistik faaliyetler, alış-veriş faaliyetlerinin çıktıları, toplu taşıma sistemine girdi üretmektedir. Çünkü tüm bu sistemler, kişilerin seyahat kararlarını, nereye, ne zaman, nasıl, hangi ulaşım türüyle, hangi hattan seyahat edeceklerine yani bir bakıma toplu taşıma sistemine ne şekilde gireceklerine teşkil eder .

Sistemin çıktıları, sunu eylemleri ve etkiler olarak ikiye ayrılabilir. Sunu eylemleri de şu şekilde sıralanabilir:

- Toplu taşıma şebekesi boyunca ulaşım imkânları (hatlar, duraklar, çizelgeler vb.)
- İşletme tarafından sunulacak hizmet düzeyi
- Tüketilen kaynaklar
- Maliyetler

Toplu taşıma şebekesi boyunca ulaşım imkânları (Hatlar, duraklar, çizelgeler vb.):

Toplu taşıma şebekesi, çeşitli girdiler ve işletme faaliyetleri altında yeni bir yüzle hizmet verir. Şebeke boyunca yeni ulaşım imkânları doğar. Bunlar aşağıdaki gibi sıralanabilir; hatlar, hat uzunlukları, durak sayısı, tipler, yerleri ve aktarma imkânları, zaman çizelgeleri (sefer sıklığı, takip aralığı, sefer süresi), taşıt çizelgeleri, taşıt filosu (taşıt özellikleri ve sayıları), personel çizelgeleri, diğer sabit tesisler, depolar ve bakım istasyonlarının yerleri.

İşletme tarafından sunulacak hizmet düzeyi:

Ulaşım imkânlarını sunanlar tarafından verilen kararlarla belirlenen ulaşım şebekesi, zaman çizelgeleri, taşıt hatları ve çizelgeleri, taşıt filosu, ücretler, hizmet kalitesi ve denetim gibi konuların kullanıcılar tarafından algılanma ve değerlendirme şekliyle, hizmet düzeyleri tanımlanır.

Tüketilen kaynaklar:

Kaynak tüketimi konusuyla toplu taşıma döngüsü içinde her aşamada karşılaşılır. Sistemin girdisi olan kaynaklar, tüketim biçimleri, tüketim biçimlerinin neden olduğu değişimlerle ve bu değişimlerin etkileriyle de sistemin çıktısıdır. Aynı zamanda sunu

eylemlerini icra edebilmek, yani sistemin var olan hizmetine devam edebilmesi için kaynaklara ve bunların tüketimine ihtiyaç duyulur.

Maliyetler

Bir sistemin çıktı elemanı olarak maliyetler, kullanıcı, işletmeci ve diğer aktörler için ele alınabilir. Maliyet konusu kent içi ulaşımda geniş bir yer kaplar. Bilinen belli başlı maliyetler şu şekilde sıralanabilir (Erel 1995):

Kullanıcı maliyetleri:

- Ulaşım ücretleri
- Ulaşım süresi
- Kullanıcıların ulaşım sisteminde harcadıkları zamanın parasal değeri (erişim, bekleme, taşıt içi seyahat, aktarma ve mola sürelerinin değeri)

İşletmeci maliyetleri:

- Araç giderleri (bakım, onarım, amortisman, yedek parça)
- Enerji giderleri
- Tüketilen diğer kaynak maliyetleri
- Personel giderleri
- Tanıtım ve pazarlama giderleri
- Sigortalar vb.

Diğer aktörlerin maliyetleri:

- Çevrede ve diğer kişilerde olumsuz değişim yaratan etkiler

Sunu etkilerinin temelinde diğer aktivite sistemlerindeki değişimler yatmaktadır. Bunların bir kısmı olumlu, bir kısmı önlem almayı gerektiren olumsuz değişimlerdir. Olumsuzluklar bir bakıma toplu taşıma sistemini kullanmanın bedelidir. Bazı etkiler şu şekilde sıralanabilir; erişilebilirlikteki zamansal ve mekânsal değişimler, aktivitelerdeki mekân ve boyut değişimleri, hareketliliğin değişimi, taşınır ve taşınmazların

değerlerindeki değişimler, bölgesel, sosyal ve ekonomik değişimler, arazi kullanımındaki değişimler, gürültü düzeyinin değişmesi, hava, toprak ve su kirliliği, ekolojik dengenin değişimi, kent görünümünün değişmesi, yaşam koşullarındaki değişimler.

3.2.2 Kentiçi Toplu Taşıma Sisteminde Karar Verme Süreci

Toplu taşıma sistemini etkin, çekici ve kullanılabilir hale getirmek için planlama faaliyetlerini de en üst düzeyde ele alıp değerlendirmek gerekir. Bu konuda günümüze kadar birçok araştırma ve bilimsel çalışma yapılmıştır.

Bu çalışmaların hemen hepsi sistemin temel karar problemlerine çözüm getirmek için yapılmaktadır. Toplu taşıma sisteminde karar verme süreci yukarıda bahsedilen konulara karar verilmesini içerir. Bu konulardaki problemleri çözmeye yönelik planlama faaliyetleri iki aşamadan oluşur; Kuruluş (tesis) planlaması ve İşletme planlaması.

Bu sistemde belirli hedef ve amaçlara yönelik olarak karar verme karmaşık bir yapıdadır. Çünkü;

- Olası kararların çokluğu ve değişik şekiller alabilmesi,
- Birbirlerinden farklı ve bazen birbirlerine ters düşen amaçları ve farklı planlama yönetim süreçleri ile değişik düzeylerdeki karar verme ve değişik aktörlerin varlığı,
- Tüm düzeyler, tüm aktörler ve bunların tüm kararları arasında, yüksek düzeydeki bağımlılık ve etkileşim,
- Karmaşık ve değişken bir çevre ile bağımlılık mecburiyeti,

söz konusudur.

Ulaştırma planlamasındaki problemlerin her biri, gerek ulaşım sistemi gerek çevre ile ilgili çok sayıda değişken içermektedir. Her problemde çok sayıda değişkenin bir arada ele alınması, problemin yapısını karmaşık kılarak çözümünü zorlaştırdığı gibi, aynı zamanda gereksiz bir işlemdir. Mesela, bir işletmecinin, gelecekteki stratejilerini

belirlerken, demografik değişimi dikkate alması doğaldır, ancak kısa vadeli aktivitelerini organize ederken, bu değişimi hesaba katması beklenilmez. Duruma, içeriğe ve bakış açısına bağlı olarak, planlamada farklı düzeyler oluşturması, problemlerin daha anlaşılır duruma getirilmesine, etkili faktörlerden nelerin belirli, nelerin değişken olarak kabul edileceği konusunda karar verilmesine ve bir problemin planlamadaki konumunun belirlenmesine yardımcı olacaktır (Erel 1995).

Ulaşım sistemlerinde planlama için karar verme aşamalarını birbiriyle etkileşim içinde olan u ayır düzey olarak tanımlamaktadır:

- Stratejik düzey
- Taktik düzey
- İşletme düzeyi.

Stratejik düzeyde karar verme, genellikle sunu politikasının belirlenmesi, kaynak temini, büyük (temel) yatırım tahsisleri konularında uygulanır. Bu en yüksek düzeydeki kararların, sistem boyutunda ve uzun vadeli etkileri vardır. Bu karar problemleri genellikle,

- Pazar seçimi,
- şebeke konfigürasyonu,
- Filo ve insan kaynağının planlanması,
- Pazarlama stratejileri,
- Sabit tesislerin (Durak, işletme tesisleri, depolar gibi) planlanması,
- Sabit tesis yerlerinin saptanması,
- Bütçe planlaması vb.

ile ilgilidirler.

Taktik kararlar orta vadeli planlamaları içerirler. Bunlar, yeni büyük kaynaklar elde etmekten çok, organizasyonun verimliliğini ve rekabet gücünü artırmak için, var olan insan ve malzeme kaynaklarının tahsisi ile ilgilidir. Bu düzeydeki bazı konular şunlardır:

- Taşıt frekansı ve taşıma ücretlerinin belirlenmesi,
- Taşıt ve personel çizelgelerinin planlaması,
- Bakım politikaları vb.

Bunlar, servis düzeyleri ile maliyetler arasında bazı değişimlere neden olan kararlardır.

Son olarak, en ayırık ve en dar bakış açısına sahip olan işletme düzeyi gelmektedir. Burada, problemler kısa vadeli ve pratik olarak çözümlenip günlük-haftalık etkinlikleri ayrıntılı bir şekilde değerlendirilir. Bu düzeydeki işlere örnek olarak,

- Taşıtların ve personelin ayrıntılı rotalanması ve çizelgelenmesi,
- Güncel trafik kontrolü vb.

verilebilir.

Bu düzeylerden anlaşılacağı üzere ulaştırma sistemlerinin planlanması hiyerarşik bir karar verme sürecidir. Bu süreçte problemler ihtiyaca göre tanımlanmalı ve çözüm yaklaşımları buna göre özgün olmalıdır.

Toplu taşıma, bir sistem olarak ele alındığında öncelikle planlanmak, üzerinde bir takım tasarım eylemleri gerçekleştirmek ve kurulan çatıyı ihtiyaçlara göre geliştirmek zorunluluğu vardır. Bütün bu faaliyetler, sistemin karar değişkenlerine çözüm getirmek düşüncesiyle yapılmak durumundadır.

Kuruluş planlamasında karşılaşılan problemler, genel hatlarıyla, toplu taşıma sisteminin hangi amaç ve hedeflere yönelik olarak kurulması gerektiği, bu amaç ve hedefler çerçevesinde ne tür eylemlere gereksinim duyulduğu, seçenek eylemler arasında hangilerinin öne çıkarılacağı, seçeneklerin kullanıcılar ve sistem üzerinde meydana getireceği etkilerin tahmini ve değerlendirme sonucunda hangi seçeneğin en uygun (optimum) olduğunun belirlenmesine yönelik bir sorgulama sürecinin adımlarında ortaya çıkar. Özellikleri itibariyle stratejik ve bir miktar da taktik düzeyde tanımlanabilirler.

Genel taşıma planlamasında aşamaları ve etkili karar değişkenleri toplu taşımacılıkta da pek farklı değildir. Burada karar verilmesi gereken konular şu şekilde ana başlıklar altında ifade edilebilir (Erel 1995):

- Taşımacılık yapılacak şebekenin belirlenmesi,
- Hizmet düzeyi (yolculuk süresi, konfor vb. Yolculuk özellikleri) ve taşıma ücretlerinin belirlenmesi
- Zaman çizelgelemesi (ulaştırma hizmetinin verileceği bölgede taşıtların kalkış ve dolayısıyla varış zamanlarının belirlenmesi),
- Taşıt rotalaması ve çizelgelemesi (taşıt hareketlerinin zaman ve mekan içinde sınırlandırılması),
- Taşıt personelinin rotalaması ve çizelgelemesi (hangi taşıtlara hangi personelin atanacağını belirlenmesi).

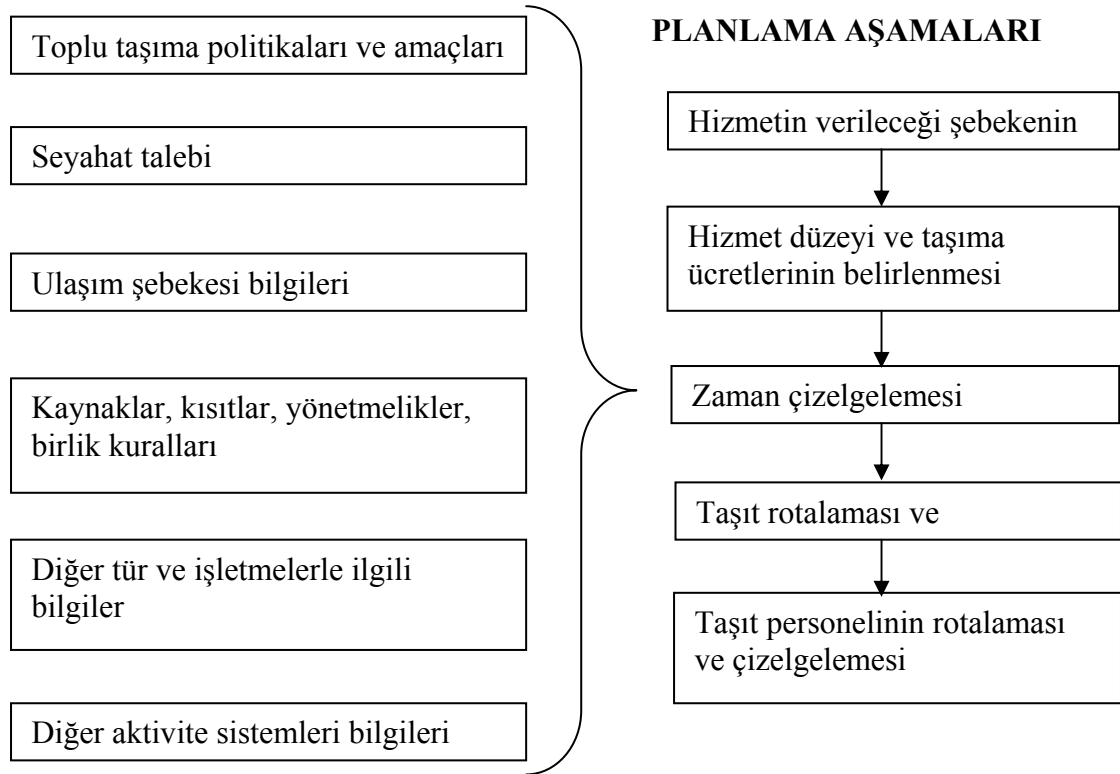
Yukarıda sıralanan aşamalar ve etkilendikleri faktörler Şekil 3.2’de gösterilmiştir (Yardım 2002).

Toplu taşıma sisteminin kurulması ve işletilmesi hakkında Yardım (2002) şöyle demektedir.

“Toplu taşıma sisteminin kurulması ile beraber işletilmesine yönelik problemlerle karşılaşılması doğaldır. Bu problemler nitelikleri bakımından kısa vadeli ve çözümlerin değiştirilmesi halinde en azından altyapının değişmesinde büyük ölçüde bağımsızdır”.

İşletme planlaması problemleri daha çok önceden öngörülme-yen kaza, taşıt arızası gibi sistemin işleyişini aksatan olaylara karşı önlem alınması ve hizmetin sürdürülmesini sağlayacak yeni düzenlemeler getirilmesi ile ilgilidir. İşletmeci öncelikle, hizmetin gerçekleştirilmesini dikkate almaktadır (Erel 1995). Bununla beraber bu alanda da taşıt ve personelin çizelgelemesi, rotalama, hizmet düzeyinin yeniden değerlendirilmesi, yeni ücret ayarlamaları, durak yeri düzenlemesi ile ilgili kararlar belirli bir düzeye kadar verilebilmektedir. İşletmecilik alanındaki problemler kuruluş aşamasından sonra oraya çıkmaktadır. Bir kentiçi toplu taşıma sistemi için verilen işletme planında, sistemin işletilmesi yukarıda değindiğimiz aşamalardan sonra

gelmektedir. Sistem işletilmeye başladıktan sonra, değerlendirmeye alınan performans ölçütlerine göre, geri dönüşler yapılabilmekte ve problemler tekrar ele alınabilmektedir.



Şekil 3.2 Toplu taşıma planlamasının aşamaları ve etkili faktörler

Diğer yandan işletme alanının konusunda toplu taşıma sisteminde kullanılan işletme yöntemlerinin girdiği de unutulmamalıdır. Toplu taşımadaki işletme yöntemleri; amaçlar, şebeke yapısı, hizmet düzeyi, diğer işletmelerin durumu, yasal ve idari yapı, birlik kuralları, eldeki kaynaklar, işletmeciliğin yapıldığı zaman periyotları gibi kuruluş planlaması elemanlarından etkilenir. Bu açıdan bu problemler birbirinden kesin sınırlarla ayrılmazlar. Hatta kuruluş planının birtakım çıktıları işletme planının girdileridir. İşletme problemleri toplu taşıma sisteminin teknolojisine, altyapısına ve niteliklerine göre farklı yapılarda olabilir. Mesela, otobüs çizelgelemesi ile hızlı tren çizelgelemesi arasında yapısal farklar vardır. Raylı sistemlerin istasyon yerlerinin düzenlenmesi ile otobüs duraklarının düzenlenmesi de farklı farklıdır.

Ayrıca, sistemi oluşturan öğeler, teknolojileri ve nitelikleri bakımından farklılıklar arz ettiklerinden dolayı problemlerin çözümü için belirlenebilecek çok sayıda seçenek eylem bulunmaktadır. Bu seçenekleri değerlendirmek için kullanılan ölçütleri

belirlemek de bir başka problem yaratmaktadır. Bütün bunlara ek olarak sistem çeşitli kısıtlar altında faaliyetlerini sürdürmek durumundadır.

3.2.3 Toplu Taşımada Kullanılan İşletme Şekilleri

Toplu taşımadaki işletmecilik şekilleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Duruş türlerine göre (Duruş: Hat boyunca yolcu indirmek ve/veya bindirmek için taşıtların duraklarda belirli bir süre durması.)

- Her durakta duruş
- Yolculu durakta duruş
- Yolcu isteğiyle duruş

Servis sıklığına göre

- Talebe bağlı kalkış
 - ◆ Minimum yolcu ile kalkış
 - ◆ Sınırlı bekleme süresi ile kalkış
- Düzenli kalkış
 - ◆ Periyodik kalkış (araç takip aralıkları sabit)
 - ◆ Periyodik olmayan planlı kalkış

Hat boyunca durak dağılımına göre (Durak: Bir hatta yolcu indirme-bindirme amacıyla duruş yapılacak yerler)

- Çoktan-Çoka (Many to Many)
- Çoktan-Aza (Azdan-Çoka) (Many to Few)
- Çoktan-Teke (Tekten-Çoka) (Many to One)
- Azdan-Aza (Few to Few)
- Azdan-Teke (Tekten-Aza) (Few to One)
- Tekten-Teke (One to One; 1-1)

Rota (Güzergah) seçimine göre

- Sabit rotalı işletme
- Esnek rotalı işletme
- Dinamik rotalı işletme

Zaman çizelgesine göre

- Sabit çizelgeli işletme
- Esnek çizelgeli işletme
- Zaman çizelgesiz işletme

Ücret uygulamasına göre

- Ücretsiz işletme
- Tek tip ücret (nakit, bilet veya kart)
- Entegre ücret (bilet, kart ve elektronik bilet ile birlikte)
- Aşamalı ücret

Günümüz toplu taşıma işletmecilik sorunlarının karmaşıklığı ve zorluğu iki noktada düğümlenmektedir:

- Kentlerin günlük yaşamında seyahat taleplerinin zaman içindeki değişkenliği
- Seyahat taleplerinin yerleşim bölgelerinde farklılıklar göstermesi

Sorunun kaynağını, talebin zaman ve mekân içindeki değişiminin uygun bir biçimde belirlenebilme zorluğu oluşturmaktadır. Esasen, talep tahmini sorunu, pazarlamadan tanıdığımız tüketici davranışının tahmininden farklı bir şey değildir. Mesela, sabah ve akşam zirve saatleri dışında azalan yolculuk talepleri yanında bu taleplerin olduğu bölgelerde yerleşme yoğunlukları açısından farklı yolculuk talepleri işletmecilikte yeni uygun çözümler aranmasını gerektirmektedir.

3.2.4 Toplu Taşımada Sistemindeki Fiziksel Şebeke Türleri

Toplu taşıma sisteminde üç ana şebeke türü ile karşılaşılır:

- Radyal şebeke
- Izgara şebeke
- Ağaç gövdesi; dallanmış şebeke

Bunlar yalnız başlarına bulunabilecekleri gibi sistem içinde beraber veya birleşik olarak bulunabilir. Fiziksel şebeke genel anlamda düğümler ve bağlardan oluşur. Düğümler, kavşak, durak (istasyon), aktarma yeri ve terminal gibi elemanları; bağlar da yolları temsil eder. Şebeke türü kentin yerleşim yapısıyla da ilgilidir. Şebekeyi kullanan hatların şekillenmesinde etkilidirler.

Radyal şebekenin göbeğinde bir aktivite merkezi bulunur. Burası hem trafik üretir, hem de trafik çeker. Yollar merkeze ışın şeklinde yönelmiştir ve ışın şeklinde merkezden ayrılır. Bazen bu şebekenin merkeze uzak olmayan bölgelerinde tıpkı genel yapı gibi fakat daha küçük radyal şebececikler bulunabilir. Alt-radyal parçalar denilebilecek bu kısımlar merkezi iş alanı veya büyük aktivite bölgesi olmamakla beraber ikincil önemi olan merkezlerdir.

Izgara şebekede de göbekte bir aktivite merkezi vardır. Bu merkez etrafında yollar, bir ızgara gibi birbirini dik olarak keser. Şebekedeki hatların şekillerini de bu ızgaranın parçaları belirler (I, U ve L şeklindeki hatlar). Daha çok düzenli ve planlı yerleşimlerde kullanılan bir şebeke türüdür.

Ağaç gövdesi şebekeler ise genelde topografik zorunluluklardan meydana gelmiştir. Şebekenin başı veya sonu bir aktivite merkezidir. Şebeke ortalarında da daha küçük merkezler bulunabilir. Ağaç gövdesi gibi doğrusala yakın bir gövde hatta belirli bir talep noktalarında ikincil önemi olan yollar bağlanır ya da gövdeden bu yollar ayrılır. Topografik engelin yapısına göre ağacın dal yapısı değişim gösterir (Tek taraftan veya iki taraftan dallanma). Bu tip şebekelerde, besleyici hatların öne çıktığı sistemler başarıyla uygulanmaktadır.

3.2.5 Kentsel Toplu Taşıma Sistemlerinin Karakteristikleri

Bir toplu taşıma sistemi üç karakteristiği ile tanımlanır:

- Yol Hakkı
- Teknoloji
- Servis tipi

Yol Hakkı

Yol hakkı, üzerinde toplu taşıma araçlarının işletildiği arazi şerididir. Diğer trafikten ayrılma derecesine göre üç temel yol hakkı kategorisi vardır (Erel 1995):

- *C Sınıfı*: Karma trafiğin kullanıldığı yüzeysel karayollarıdır. Toplu taşıma sistemlerine özel ve kavşaklarda geçiş önceliği gibi bazı avantajlar sağlanabilir.
- *B Sınıfı*: Bariyer, bordür gibi fiziksel engellerle boyuna doğrultuda diğer trafikten ayrılmış olan, ancak diğer taşıtlar ve yay trafiği için hemzemin kesişmeleri olan yol hakkıdır. Yüksek doluluklu araçlar (HOV: High-Occupancy Vehicle) için ayrılan şeritler, “B” sınıfının düşük düzeydeki uygulamalarıdır. Bunlarda diğer şeritlere göre daha hızlı trafik akışı sağlanırsa da taşıtları fiziksel olarak birbirlerinden ayırmazlar.
- *A Sınıfı*: Tamamen kontrollü yol hakkı olup, diğer yasal olarak trafiğin girişine izin verilmez ve diğer trafikle eşdüzey kesişmeler yapmaz.

Teknoloji

Toplu taşıma sistemlerinin teknolojisi ile yol özellikleri ve taşıtların mekanik özellikleri tanımlanır (Erel 1995):

- *Taşıma Sistemi*: Taşıt ile hareket yüzeyi arasında düşey doğrultudaki bağlantı olup, taşıt ağırlığını aktarır. En bilinen tipleri beton, asfalt ya da başka kaplamalı yüzey üzerinde lastik tekerlek ve çelik ray üzerinde çelik tekerlektir. Diğer tipleri, su üzerinde taşıt gövdesi (normal ve kızaklı tekneler), hava yastığı (hovercraft) ve manyetik yastıktır.

- Kılavuzlama Sistemi: Taşıtların yanal yöndeki kılavuzlanmasını sağlar. Karayolu taşıtları sürücüler tarafından yönlendirilirler ve bunların yanal stabiliteleri tekerlek ile taşıma sistemi arasındaki sürtünme ile sağlanır. Raylı taşıtlar tekerlek bandajlarına konik şekil verilerek ve bu den adı verilen çıkıntılar yardımıyla kılavuzlandırılır. Lastik tekerlekli taşıtların kılavuzlandırılması için yanalarda düşey yüzeyler ve yatay tekerlekler kullanılır.
- Çekim (Hareket) Sistemi: Taşıta itici gücü sağlayan birimin tipini ve hızlanma-yavaşlama kuvvetlerinin aktarılma yöntemini tanımlar. En yaygın kullanılan itici güç birimleri içten yanmalı dizel ve benzin motorları (otobüs ve bazı bölgesel demiryolu taşıtları). Çekici gücün aktarılması için ise en yaygın olarak sürtünme, manyetik kuvvetler, kablo ve pervane kullanılır.
- Kontrol Sistemi: Bir taşıtın ya da tüm taşıtların bir sistem içindeki hareketlerinin düzenlenmesi işidir. En önemli kontrol, taşıtlar arasında boyuna doğrultudaki aralık kontrolü olup, manuel/görsel, manuel/sinyal, tam otomatik ya da bunların değişik kombinasyonları ile gerçekleştirilir.

Servis Tipi

Toplu taşıma servislerinin değişik tipleri vardır. Bunlar üç farklı türde sınıflandırılabilir (Erel 1995).

- Rota ve Seyahat Tiplerine Göre:
 - ❖ Kısa Mesafeli Toplu Taşıma: Merkezi iş alanları, kampüsler, hava limanları ve fuar alanları gibi trafik yoğunluğu yüksek olan küçük alanlardaki düşük hızlı servislerdir.
 - ❖ Kent Boyutunda Toplu Taşıma: En yaygın servis tipi olup, kent boyutunda hizmet eden taşımacılıktır. Yol hakkının her düzeyinde işletilebilir.
 - ❖ Bölgesel Toplu Taşıma: metropoliten bölge içinde uzun mesafeli yolculuklara yönelik, uzun ve yüksek hızlı, az duraklı rotalardan oluşan taşımacılıktır (Bölgesel raylı sistem, ekspres otobüs gibi).
- Ara Durak Sıklığına Göre:

- ❖ Lokal Servis: Taşıtların her ara durakta (hatta yolcuların istediği yerlerde) durdukları taşıma şekli.
 - ❖ Hızlandırılmış Servis: Ardişik taşıtların, önceden belirlenen bir çizelgeye göre, değişik istasyon kümelerini atlayarak hizmet yaptığı taşımacılık (Örneğin, skip-stop ve bölgesel servis).
 - ❖ Ekspres Servis: Tüm taşıtların bir rota boyunca yalnızca büyük aralıklı duraklarda durdukları servis şeklidir. Bu rotalar genellikle lokal servislere paraleldir ve lokal servis duraklarının birkaçında ara duruş yaparlar.
- İşletme Zamanına Göre:
 - ❖ *Tümgün servis*: Toplu taşıma sistemi günün uzun bir süresine hizmet verirler.
 - ❖ *Zirve Saat Servisi*: Yalnızca zirve saatlerde hizmet verirler. Genellikle çevre bölgelerde kent merkezine doğru radyal servislerdir (Okul, işyeri servisler gibi).
 - ❖ *Düzensiz Servisler*: Spor, fuar, gezi, bayram gibi özel etkinlik ve günlerde hizmet verirler.

Toplu taşıma türlerinin karşılaştırma ölçütleri Tablo 3.6'da verilmektedir.

Tablo 3.6 Toplu taşıma türlerinin karşılaştırma ölçütleri (Erel 1995)

<i>Sistem Performansı</i>	Servis Sıklığı İşletme Hızı Güvenilirlik Güvenlik Hat Kapasitesi Üretken Kapasite Üretkenlik Kullanım	Taşıtlar/Saat (Kullanıcı gözüyle) Gecikmeli kalkış-varışların oranı Kaza, ölü, yaralı, hasar/10 Yolcu-Km Yer-Yolcu sayısı/Saat-Kesit İşletme Hızı*Hat Kapasitesi (Taşıtlar-, Yer-, Yolcu-) Km/Tüketilen Kaynak Yolcu-Km/Yer-Km
<i>Hizmet Düzeyi (Kullanıcıyı etkileyen ve yolcu çeken nitelikler)</i>	Kull. Etk. Perf. Elem. Servis Kalitesi Ücret	İşletme hızı, güvenilirlik, güvenlik Kolaylık, konfor, estetik, temizlik, yolcu davranışları
<i>Etkiler</i>	Kısa Süreli Etkiler Uzun Süreli Etkiler	Tıkanıklık, hava kirliliği, gürültü, estetik Arazi değerleri, ekonomik aktiviteler, fiziksel yapı, sosyal yaşam
<i>Maliyetler</i>	Yatırım Maliyeti İşletme Maliyeti	

Kentsel toplu taşıma sistemlerinin karakteristikleri Tablo 3.7’de verilmektedir.

Tablo 3.7 Kentsel toplu taşıma sistemlerinin karakteristikleri (Erel 1995)

<i>Yol Hakkı</i>	<u>C Sınıfı:</u>	Karma trafiğin kullanıldığı yüzeyssel karayolu	TTS için bazı öncelikler tanınabilir: otobüs, tramvay
	<u>B Sınıfı:</u>	Fiziksel engellerle diğer trafikten ayrılmış	Eşdüzey kesişmeler olabilir: Hafif Raylı Sistem, HOV
	<u>A Sınıfı:</u>	Tamamen kontrollü yol hakkı	Diğer trafiğin girişine izin verilmez, eşdüzey kesişme yok: Metro
<i>Teknoloji</i>	Taşıma Sistemi	Taşıt ile hareket yüzeyi arasında düşey doğrultudaki bağlantı olup, taşıt ağırlığını aktarır.	Asfalt-Lastik Tel., <u>çelik ray- çelik tekerlek</u> , manyetik yastık vb.
	Kılavuzlama Sistemi	Taşıtların yanal yöndeki hareketlerinin kontrolü	Sürücü ve tekerlik-yol sürtünmesi, <u>budenli konik bandaj</u> , yatay tekerlek vb.
	Çekim Sistemi	Taşıta itici gücü sağlayan birimin tipini ve hızlanma-yavaşlama kuvvetlerinin aktarılma yöntemi	İçten yanmalı ve <u>elektrik motorları</u> -sürtünme, manyetik kuvvetler, kablo, pervane vb...
	Kontrol Sistemi	Taşıtların sistem içindeki hareketlerinin düzenlenmesi	Manuel/görsel, manuel/sinyal, yarı ve <u>tam otomatik</u>
<i>Servis Tipi</i>	<u>Rota ve Seyahat Tiplerine Göre:</u>	Kısa Mesafeli Toplu Taşıma	MİA, kanpüsler, hava limanları ve fuar alanı içinde düşük hızlı servisler
		Kent Boyutunda Toplu Taşıma	Otobüs, Tramvay, Metro
		Bölgesel Toplu Taşıma	Uzun mesafeli, yüksek hızlı, az duraklı taşımacılık; Bölgesel raylı sistem ve ekspres otobüs
	<u>Ara Durak Sıklığına Göre:</u>	Lokal Servis	Her ara durakta, hatta yolcuların istediği yerlerde duruş
	Hızlandırılmış Servis	Ardışık taşıtlarla, çizelgeye göre, değişik durak kümeleri atlanarak	
	Ekspres Servis	Rota boyunca büyük aralıklı duraklarda duruş	
<u>İşletme Zamanına Göre</u>	Tümgün servis	Gün boyu servis	Okul, işyeri servisleri gibi
	Zirve Saat Servis		Spor, fuar, gezi, bayram gibi özel etkinlik ve
	Düzensiz Servisler		günlerde hizmet verirler

3.3 Ulaşım Talebi

Talep, bir malı ya da hizmeti hem satın alma isteği hem de alacak parasal güce sahip olma durumudur. Bir malın veya hizmetin talebini belirleyen etmenler ise;

- Malın ve hizmetin fiyatı
- Piyasadaki diğer eşdeğer mal veya hizmetlerin fiyatları
- Alıcıların toplam gelirleri
- Zevkler ve alışkanlıklar

Talebi fonksiyon şeklinde ifade edecek olursak aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$D = f(P_A, P_1, P_2, \dots, Y, T)$$

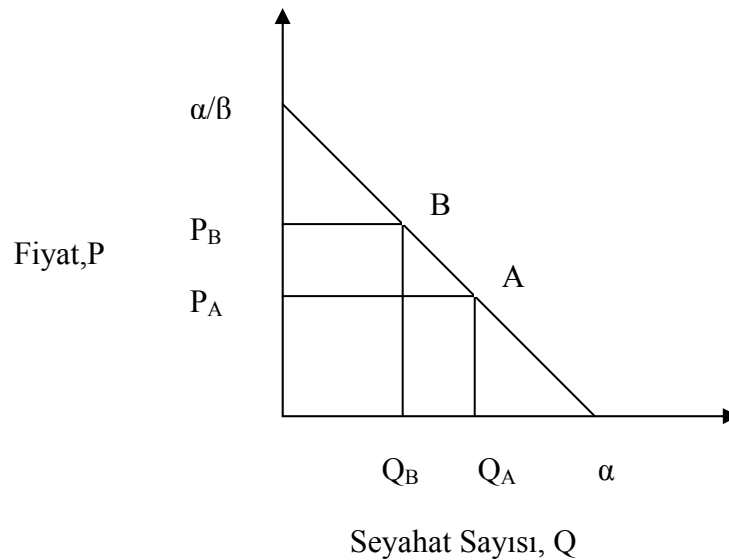
Burada, P_A A malının veya hizmetinin fiyatı, P_1, P_2 piyasadaki diğer eşdeğer mal veya hizmetlerin fiyatlarını, Y alıcıların toplam gelirlerini, T zevkler ve alışkanlıkları temsil etmektedir. Buna örnek vermek gerekirse, seyahat talebi seyahat edenin gelirine göre değişir. Seyahat türü seçimi, seyahatin amacı, seyahatin uzunluğu ve seyahat edenin geliri gibi çeşitli faktörlere bağlıdır.

Belirli bir ürün için bir talep fonksiyonu, alternatif fiyatlı ürünü almak için tüketicinin gönüllülüğünü yansıtmaktadır. Örnek olarak, bir talep fonksiyonu, bir başlangıç ve son çifti arasında, özel bir seyahat için verilen zaman periyodu süresince farklı ücret seviyelerindeki banliyö trenini kullanmaya gönüllü yolcuların sayılarını göstermektedir. Ücret terimi, bir seyahat için seyahat amacıyla algılanan tüm giderler (maliyetler) anlamına gelmektedir. Örneğin, seyahat için ücret, cepten çıkan para (bilet ücreti), seyahat süresi (ilk noktadan durağa erişim süresi, durakta bekleme süresi, taşıt içindeki süre, duraktan son noktaya erişim süresi), konfor, güvenlik, uygunluk, güvenilirlik ve diğer somut olmayan faktörler olabilir. Seyahat için algılanan ücretin bileşenlerinin çoğu ölçülebilir ve parasal birimlerde ifade edilebilir. Bu sentetik ücret, bazen genelleştirilmiş maliyet olarak adlandırılır (Khisty ve Lall 1998).

Şekil 3.3’de, belirli bir amaç için günün belirli bir zamanında bir başlangıç-son nokta çifti için doğrusal bir seyahat talep fonksiyonu gösterilmektedir. Böyle bir talep fonksiyonu, çok çeşitli şartlar altında seyahat tahmini için yararlıdır. Bu talep fonksiyonu, belirli bir gelir, nüfus ve sosyoekonomik karakteristiklerin dağılımı ve seviyesini varsaymaktadır. Ayrıca, farklı ücret seviyelerinde seyahat eden gruplar tarafından talep edilen seyahatlerin sayılarını gösteren birleştirilmiş bir talep eğrisidir. Bu denklem aşağıda verilmiştir.

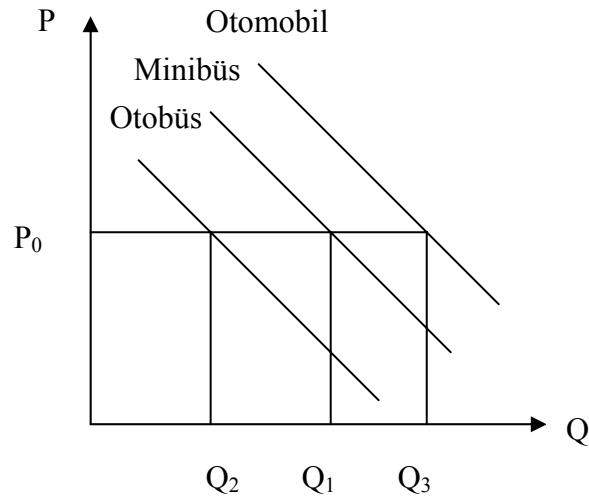
$$Q = \alpha - \beta * P$$

Burada Q seyahat sayısını, α ve β sabit talep parametrelerini, P ücreti temsil etmektedir. Her zaman doğru olmamasına rağmen, talep fonksiyonu, algılanan ücretin azalmasının seyahat sayısında bir artışla sonuçlandığını tanımlayan bir negatif eğim ile çizilmektedir (Khisty ve Lall 1998).



Şekil 3.3 Tipik Talep Fonksiyonu

Talep kayması ise bir malın fiyatı değişmediği halde o malın talep edilen miktarında değişme olması olarak tanımlanır. Talep kayması Şekil 3.4’de görülmektedir.



Şekil 3.4 Ötelenmiş talep eğrileri

Şekil 3.4’de algılanan ücretten başka değişkenler sayesinde seyahat miktarındaki değişiklikleri gösteren ötelenmiş talep eğrileri görülmektedir. Doğal olarak, talep eğrileri D_1 ’den D_2 ve D_3 ’e doğru değişirken, P_0 ücretinde Q_1 , Q_2 ve Q_3 ’ün farklı miktarlarda olacağı görülebilmektedir. Eğer eğri yukarı doğru ötelenirse (D_1 ’den D_3 ’e doğru), seyahatlerde artış olacağı görülmektedir. Şekil 3.3’de görüldüğü gibi tek bir talep eğrisi boyunca hareketle tanımlanan ücret değişiklikleri sayesinde kısa dönemde seyahat miktarındaki değişim ile Şekil 3.4’de görüldüğü gibi talep fonksiyonlarındaki ötelemeler ile ifade edilen ve aktivite veya davranış değişikliklerinden kaynaklanan uzun dönemli değişiklikleri ayırmak önemlidir.

3.3.1 Talep, Sunu ve Denge

Talep fonksiyonu talep edilmiş malın miktarı ile onun fiyatı arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Bu bağlamda sunu fonksiyonu (ya da hizmet fonksiyonu), üreticinin belirli bir ücretten teklif etmeye gönüllü olduğu malın miktarını ifade etmektedir. Belirli ücretten otobüs koltukları, belirli ücretten buğdayın tonu buna örnek verilebilir. Bir ulaştırma tesisi için talep ve sunu fonksiyonları bilinirse, denge içeriği ile ilgilenmek olasıdır. Talep edilmiş miktarı etkileyen ve sunulan miktarı belirleyen faktörler statik olarak bir eşitlikle (veya dengeye doğru yakınsadığında) sonuçlandığında dengenin elde edildiği söylenmektedir.

3.3.2 Seyahat Talebinin Duyarlılığı

Seyahat talebinin fonksiyonel formu, kısa dönem içindeki ücret değişimleri nedeniyle seyahat miktarındaki değişiklikleri tahmin etmek için kullanılabilir. Ücretteki değişim; duyarlılık derecesini açıklayan ulaşım talebinin elastikliği olarak aşağıdaki denklem ile ifade edilebilir.

$$e_p = \frac{\delta Q/Q}{\delta P/P} = \frac{\delta Q}{\delta P} * \frac{P}{Q}$$

Burada e_p elastiklik, δQ ücretteki değişim, δP ise seyahat miktarındaki değişimdir.

$$\text{Ücret eğri elastikliği} = \frac{\delta Q}{\delta P} \frac{P}{Q} = \frac{Q_1 - Q_0}{P_1 - P_0} \frac{(P_1 + P_0)/2}{(Q_1 + Q_0)/2}$$

Burada Q_0 ve Q_1 , sırasıyla P_0 ve P_1 ücretleri ile ilgili talep edilmiş seyahat miktarını ifade etmektedir.

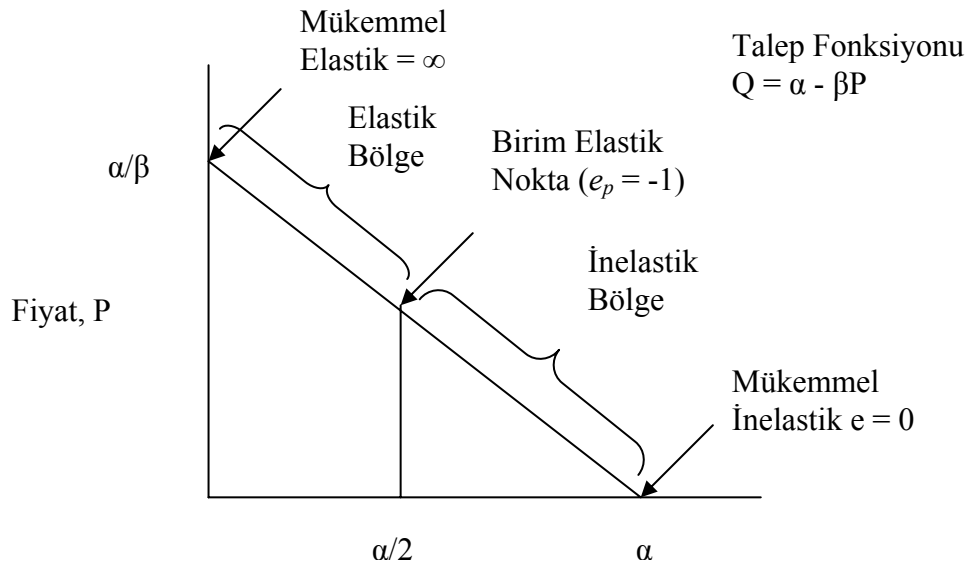
Doğrusal bir talep fonksiyonu için ücrete göre türev olarak elastikliği aşağıdaki şekilde belirleyebiliriz.

$$e_p = \frac{\delta P}{\delta Q} \frac{P}{Q} = \frac{-\beta P}{Q}$$

veya eşitliği kullanarak P için yerine koyduktan sonra

$$e_p = 1 - \frac{\alpha}{Q}$$

haline gelir (Khisty ve Lall 1998).



Şekil 3.5 Elastikliği gösteren doğrusal talep fonksiyonunun genel durumu

Şekil 3.5'den görülebileceği gibi doğrusal bir talep eğrisi çeşitli ilginç özelliklere sahiptir. Eğri üzerinde aşağı doğru ilerlersek talebin ücret elastikliği inelastik olur. Gerçekte, verilen noktadaki elastiklik, o noktanın talep çizgisi üzerinde böldüğü kısmın uzunluğuna eşittir. Diğer bir önemli nokta ise, eğrinin eğimi sabittir, fakat elastiklik tepe noktasında (talep eğrisinin düşey eksenle kesiştiği noktada) ∞ 'dan son noktasında 0'a (talep eğrisinin yatay eksenle kesiştiği noktada) kadar değişmektedir. Çünkü elastiklik, talep eğrisi boyunca değişir ve ücretlerin hangi çeşitlilik veya ölçülmüş elastikliğin miktarı üzerinde özelleştirmek önemlidir (Khisty ve Lall 1998).

3.3.3 Elastikliği Etkileyen Faktörler

Talep ile ilgili üç elastiklik vardır:

- Talebin fiyat elastikliği
- Talebin çapraz elastikliği
- Talebin gelir elastikliği

Talebin fiyat elastikliği

Bir malın veya hizmetin fiyatında meydana gelen değişmelerin, bu malın veya hizmetin talep edilen miktarlarına ne oranda yansıdığını, talebin fiyat elastikliği ile anlaşılmaktadır.

Talebin çapraz elastikliği

Talebin çapraz elastikliğinde, bir mala veya hizmete olan talep miktarındaki değişme o mala veya hizmete rakip veya tamamlayıcı nitelikteki mal veya hizmetlerin fiyatlarındaki değişme açısından ele alınır.

Talebin gelir elastikliği

Gelir elastikliği, gelirdeki değişmeler ile talepdeki artış arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır.

3.3.4 Ulaştırma Talep Analizleri

Ulaştırma talebinin en belirgin özelliği zaman içinde dalgalanma göstermesidir. Kentsel alanlarda özel ya da kamu ulaştırma hizmetlerine olan talep sabah erken saatlerde ve akşamları günün geri kalanına nazaran daha yüksek olur. Kentlerarasında ise yolculuk talebi sezonluk olarak değişim gösterebilir. Oysa yük taşımacılığında talepte uzun dönemli döngüler görülür. Ulaştırma talebindeki bu zirveler ve dipler ulaşım hizmetleri ile erişilebilir olan ürünlere olan talebin dalgalanmasını da yansıtır. Bu düzenli dalgalanmalara karşın, seyahat talebinde, yine de, zaman içerisinde bir istikrar söz konusudur. Örneğin ufak tefek sapmalar olsa da normal günlerde bir hane halkı, başka amaçlar ve türlerle de olsa, kabaca, eşit sayıda yolculuk yaparlar.

Günümüzde ortalama yolculuk mesafeleri ve buna bağlı olarak yolculuk süreleri, yolculuk maliyetleri artmaktadır. Tüm bunların neticesi olarak yolculuk talebi analizleri yapılırken, zaman maliyetinin talep üzerindeki etkisi üzerinde çok önemle durulmaktadır.

Bir malın talebinin, o malın fiyatı, piyasadaki diğer eşdeğer malların fiyatları, alıcıların gelir düzeyleri ve alıcıların zevk ve alışkanlıkları ile bağlantılı olduğu düşünülür. Oysa bu durum her ne kadar ulaştırma için de geçerli olsa da ulaştırma

sektörüne has bazı farklılıklar da vardır. Örneğin, ücret, yalnız cepten çıkan para olarak düşünülmemelidir. Ayrıca; talep edilenin gerçekte tam olarak ne olduğunun da açık olarak belirlenmesi gereklidir. Örneğin, “yalnızca bir yerden bir yere gitmek mi yoksa bundan daha farklı bir şey mi?”, “otobüsle gitmek mi ya da belirli bir güzergah üzerinden gitmek mi?” gibi sorularının araştırılması gerekir.

Ulaştırma ücreti, bir hizmet için cepten çıkan paradan daha fazlasını içerir. Ulaştırma modellemesinde; ücretin/fiyatın diğer bileşenleri (zaman, bekleme, güvenlik) genelleştirilmiş maliyet indeksi oluşturabilecek bir şekilde bir araya getirilirler. Bu çalışmada parasal ücret üzerinde durulacak, özellikle kullanıcıların sunulan hizmetin ücretine duyarlılıklarına odaklanılacaktır. Ulaştırmanın tüm modlarını kapsayan genelleştirmeler yapmak zordur, ancak, çoğu durumlarda, belirli sınırlar arasında kalmak koşuluyla, ücret değişimleri, talep edilen taşıma hizmetinin büyüklüğü/boyutu üzerinde sınırlı bir etkiye sahip olurlar. Örneğin, kargo taşımacılığı talebi oldukça inelastiktir. Bunun çeşitli nedenleri arasında; taşıma hizmetinin yakın bir ikamesinin olmaması, taşınan hammaddelere olan talebin yapısının da inelastik olması ve de taşıma ücretlerinin, kargonun son kullanıcıya satış fiyatı üzerinde nispeten küçük ağırlığı olmasındandır.

Kentiçi ulaşım için yapılan çalışmalarda -0.3 gibi düşük fiyat elastikliklerine rastlanmış ve bunlar normal düzeyde olarak kabul edilmişlerdir. Kısa dönemli fiyat elastiklikleri uzun dönem (beş yıllık süreçleri kapsayan) fiyat elastikliklerinin 1/3'ü civarında bulunmuşlardır. Bu da kullanıcıların kısa dönemde ulaşım tercihlerini kolaylıkla değiştirmediklerini ancak uzun dönemde tercihlerin daha büyük miktarda farklılaştığını ifade etmektedir. Ulaşım hizmetinin fiyatının değişiminde olduğu gibi gelir düzeyindeki değişimler de taşıma talebi üzerinde kısa ve uzun vadede farklı etkiler oluşturur.

Bu çalışmada, özel firmadan sağlanan verilerin elde edilen toplam gelir, taşınan yolcu sayısı olduğundan, bu verilerden yararlanarak otobüsle toplu taşıma talep tahmini yapılmaya çalışılacaktır. Sağlanan veriler ile yolcu başına getiri hesaplanabilecektir. Ulaştırmada talep tahmini yapılırken bilet ücreti veya başka bir deyişle yolcu başına getiri ile gelecekteki toplu taşıma talebi belirlenebilir. Bu amaçla kullanılacak model

olarak Kraft Talep Modeli seçilmiştir. Kraft Talep Modeli ile ilgili bilgi aşağıda verilmiştir.

3.3.5 Kraft Talep Modeli

Seyahat fiyatının esasen sabit olduğu seyahat talep elastikliğini barındıran talep fonksiyonlarına ara sıra rastlanmaktadır. Böyle durumlar için talep fonksiyonu aşağıdaki denklemden gibidir (Khisty ve Lall 1998).

$$Q = \alpha(P)^\beta$$

burada α ve β talep fonksiyonunun sabit parametreleridir. Bu fonksiyonun sabit elastikliğe sahip olduğunu kanıtlamak için, bu fonksiyonun fiyata göre türevi alınırsa

$$\frac{dQ}{dP} = \alpha\beta P^{(\beta-1)} \quad \text{eşitliği bulunur.}$$

Daha sonra aşağıdaki Standard elastiklik denklemini yukarıdaki eşitlikte yerine koyarsak

$$\text{Standard elastiklik denklemini: } e_p = \frac{dQ}{dP} \frac{P}{Q}$$

$$Q = \alpha\beta P^{(\beta-1)} \frac{P}{Q}$$

$$Q = \alpha\beta P^{(\beta-1)} PQ^{-1}$$

Burada Q denklemini yerine koyarsak

$$Q = \beta$$

Sonuç olarak, β fiyat elastikliğidir.

Kısaca Kraft talep modelini özetlemek gerekirse, talep, P bilet ücretinin, α ve β sabit parametrelerinin bir fonksiyonudur. Bilet ücreti ile talep bulunmaya çalışılmaktadır. Bu çalışmada Kraft Talep modeli kullanılarak Denizli kentiçi otobüsle toplu taşıma talebi tahmin edilmiştir. Modelde, bilet ücreti yerine firmadan sağlanan veriler kullanılarak elde edilen yolcu başına getiri kullanılmıştır. Bunun nedeni firmadan bilet ücretleri ile ilgili net ve sağlıklı veri elde edilememiş olmasıdır. Dolayısıyla firmadan sağladığımız elde edilen gelir ve toplam taşınan yolcu sayısı verilerinden yararlanarak yolcu başına getiri hesaplanmış ve geleceğe yönelik otobüsle toplu taşıma talebi tahmin edilmiştir.

4. VERİ DERLENMESİ VE ANALİZİ

4.1 Giriş

Toplu taşıma servisleri bir ülkeden diğerine, şehir içi ve şehirlerarası bölgelerde farklılıklar göstermektedir. Örnek olarak Türkiye’de alışlagelmiş başlıca iki şehir içi toplu taşıma sistemi mevcuttur. Bunlar; otobüs ve minibüs servisleridir. Bunlardan ikincisi, “*yerel yönetim kontrollü özel girişim taşımacılığı*” olarak düşünülebilir. Otobüs ve minibüs taşımacılıklarının yönetim birimleri sırasıyla il belediye meclisi ve özel ortaklıklardır. Türkiye’de minibüs taşımacılığı genellikle 14 yolcu kapasiteli minibüsler ile yapılmaktadır. Bu değer izin verilen en fazla yolcu taşıma değeri olmasına rağmen, daha fazla yolcunun taşınması ve yolcu indirip bindirmek için güvenlik kurallarını ihlal ederek yol ortalarında durmalar sıklıkla gözlenmektedir.

Minibüsler, otobüslerin kullandığı yol kesimleri üzerinde işletilmektedir. Bu durum, otobüs işletmelerinin gelir kaybetmesine ve ekonomik sıkıntı içine girmelerine neden olmaktadır. Bu nedenle her iki sistemin de daha koordineli çalıştırılması, kontrol edilmesi ve verimliliklerinin artırılması gerekmektedir. Buna ek olarak minibüs sürücüleri, anlamsız rekabet anlayışları ve trafik ihlalleri nedeni ile şehir içi trafiğinde karmaşıklığa yol açmaktadırlar. Bu karmaşıklık sadece yol kapasite problemlerinin doğmasına neden olmayıp aynı zamanda trafik güvenliğinin de tehlikeye girmesine neden olmaktadır.

Minibüs taşımacılığına duyulan talebin hızla artmasından dolayı otobüs taşımacılığı geride kalan birkaç on yıl içinde beklenen talep artışını yakalayamamıştır. Bunun yanı sıra seyahat edenlerin özel araç kullanımına yönelmeleri nedeniyle otobüs taşımacılığına olan talep azalmakta ve servis sağlayıcılarının elde ettiği gelir düşmektedir.

İstatistiki verilere göre 2008 yılı itibariyle ülkemiz karayollarında toplam 13 milyon motorlu taşıt kullanılmaktadır (Karayolları Genel Müdürlüğü, KGM 2008). Son 10 yıl için Türkiye'deki yıllık toplam motorlu taşıt sayısındaki artış ortalama %7 civarındadır. Türkiye'nin batısında yer alan ve büyük çapta endüstriyel yapıya sahip olan Denizli ili için kişi başına araç sahipliği oranı %22 civarında olup %10'luk ülke ortalamasının iki katından daha fazladır. Şehir nüfusunun %44'ü ortalama 0-3 km değerleri arasındaki uzaklıkları yaya olarak kat etmektedir. 3 km'nin üzerindeki uzaklıklar için özel araç ve toplu taşıma türleri baskındır. 5-12,5 km arasındaki yolculukların %67'si toplu taşıma araçları ile yapılmaktadır. Şehir için türel ayırım değerleri Tablo 3.1'de verilmiştir. (Denizli Belediyesi Ulaşım Ana Planı, UAP 2002).

Tablo 4.1 Denizli'de türel ayırım (UAP 2002)

Türel Ayırım	%
Yürüme	44
Servis araçları	16
Minibüs	15
Özel araba	14
Otobüs	9
Motosiklet	2

Şehirde minibüs kullanımının payı %15 iken bu pay otobüs için %9 ve servis araçları için %14'tür. Tablo 3.1'den görüleceği üzere özel araç kullanımı %14 ve toplu taşıma araçlarının kullanımı ise toplamda %40 civarındadır. Şehir içi trafik yönetimi açısından değerlendirildiğinde her iki değer de, gelecekte korunması gereken mertebededir. Toplu taşıma için daha düşük bir değer ya da özel araç kullanımı için daha yüksek bir değer, önceki bölümlerde bahsedilen olumsuz etkilerin oluşmasında önemli bir pay sahibi olacaktır.

Türkiye'deki şehir içi yolcu hareketliliğinin neredeyse tamamı karayolu ulaşım sistemi üzerinde gerçekleşmektedir. İstanbul, Ankara, İzmir, Adana, Antalya, Bursa, Eskişehir ve Konya gibi demiryolu altyapısı ile şehir içi toplu taşıma hizmeti verilen birkaç büyükşehir dışındaki kentlerde toplu taşıma talebinin tamamı karayolu ile karşılanmaktadır. Ülke ekonomisi ve yerel yönetimlere aktarılan mali kaynaklar ve demiryolu hatlarının geliştirilmesi ya da yeniden inşa edilmesi için gerekli yatırımların

büyüklüğü göz önüne alındığında, şehiriçi toplu taşımacılığında otobüs kullanımının gelecekte de büyük rol oynayacağı açıkça görülmektedir (Ceylan vd 2007).

Değişik türdeki karayolu tabanlı toplu taşımacılık türleri arasında otobüslerin daha küçük yol alanları işgal ettikleri ve yolcu-km başına daha az çevre kirliliğine yol açtıkları oldukça açıktır (Singh 2005). Bu nedenle kentiçi toplu taşımacılığında otobüs türü üzerinde durulmalıdır.

Denizli ilinde 2001 yılında otobüsler ile 15 milyonun üzerinde yolcu taşınmıştır. Yine 2001 yılında otobüs filosunun toplam gideri 240.000 \$, toplam geliri 80.000 \$ ve bütçe açığı 160.000 \$ olarak gerçekleşmiştir. 31 otobüsten oluşan filonun günlük 3430 lt yakıt tükettiği ve buna karşılık şehiriçi yollarında 7556 km mesafe katettiği kaydedilmiştir (UAP 2002).

Gelişmiş ülkelerde minibüslerin toplu taşıma amaçlı kullanımı genellikle tercih edilmemektedir. Gelişmekte olan ülkelerde kullanımı yaygın olan bu toplu taşıma türüne olan talebin hızlı bir şekilde artması, özellikle şehir merkezlerinde trafik problemlerinin artmasına ya da yeni problemlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Türkiye’de bu türün kullanımının bazı avantajları vardır. Bunlardan en belirginini; otobüslere göre daha düşük yolcu kapasiteli (1/5) olmaları nedeniyle yüksek sıklık ve esneklikte hizmet verebilmeleridir. Bu nedenle kısıtlı zaman dilimlerinde ev-okul, ev-iş gibi yolculuklar yapmaları gereken kişiler tarafından sıklıkla tercih edilmektedir. Bu durumda da yolcu kapasiteleri minibüslerin yaklaşık 5 katı olan otobüsler, gerekli talebin olmamasından dolayı şehrin ancak kısıtlı bölgelerinde ve oldukça seyrek zamanlama ile hizmet verebilmektedirler (Ceylan vd 2007).

Yerel yönetimlerin toplu taşıma politikaları açısından minibüs taşımacılığı şehir için bir istihdam kaynağı oluşturmaktadır, ancak bu sistemin de bazı önemli dezavantajları vardır. Hizmet veren taşıt sayısının çok olmasından dolayı denetlenmelerindeki zorluklar ve sürücülerin daha fazla yolcu taşımak için gösterdikleri bencilce davranışlar nedeniyle trafik güvenliğinin azalmasına, sıkışıklıkların artmasına ve trafik kazalarında artışa neden olmaktadır.

4.2 Veriler ve Analizi

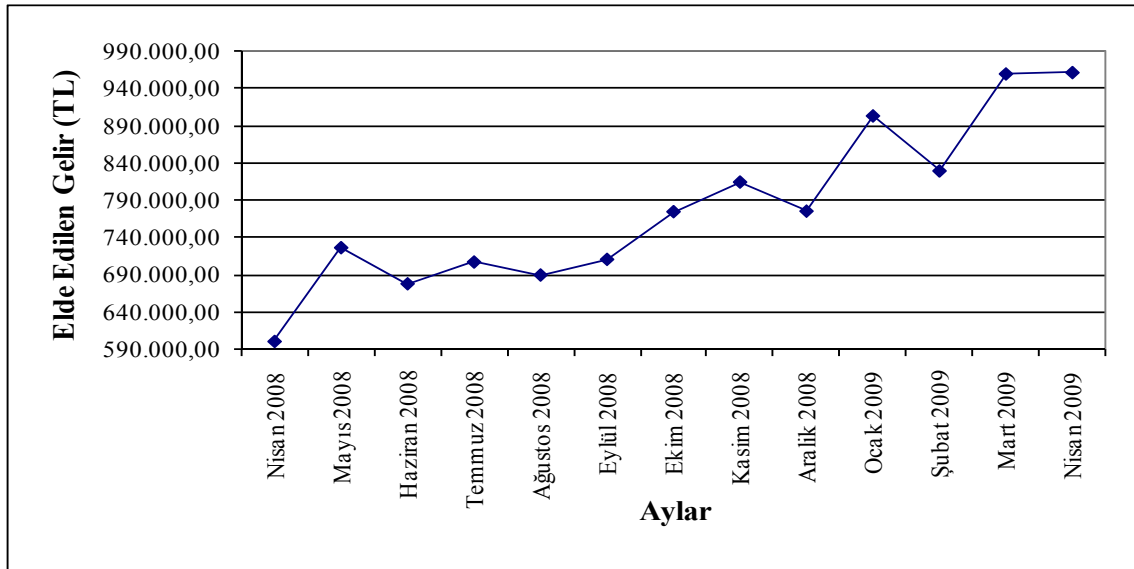
Denizli ilinde belediye tarafından ihale edilerek işletmesi özel bir kuruluş tarafından sağlanan bazı veriler ile kentiçi otobüs taşımacılığı sistemi ile ilgili analizler yapılmıştır. Elde edilen veriler 2008 yılının Nisan ayı ile 2009 yılı Nisan ayları arasındadır. Bu veriler; otobüsle taşımacılıktan elde edilen toplam gelir, yolcu başına getiri ve taşınan yolcu sayısıdır. Elde edilen gelir, yolcu başına getiri ve taşınan yolcu sayısı Tablo 4.2’de ve sırasıyla Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3’de verilmektedir. Ayrıca, Kasım 2008 ile Haziran 2009 arasında otobüsle toplu taşımacılığın maliyet verileri de elde edilmiştir.

Tablo 4.2 Otobüsle toplu taşımacılıktan elde edilen gelir, yolcu başına getiri ve taşınan yolcu sayısı

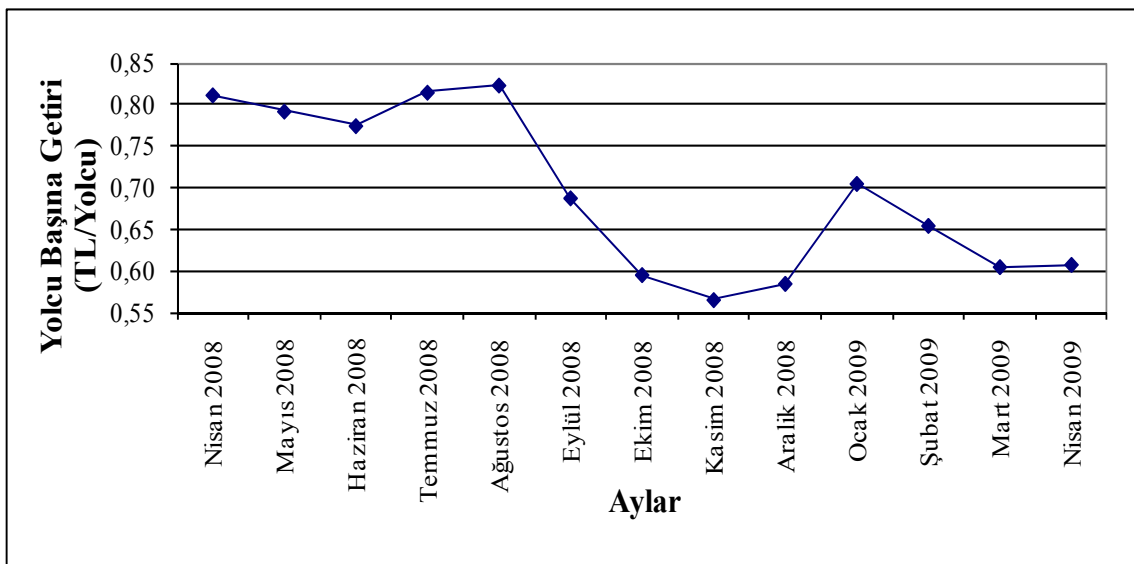
	Gelir (TL)	Yolcu Başına Getiri (TL/Yolcu)	Taşınan Yolcu Sayısı
Nisan 2008	600.871,58	0,81	739.874
Mayıs 2008	726.581,13	0,79	916.855
Haziran 2008	678.278,34	0,77	875.198
Temmuz 2008	707.421,00	0,82	867.649
Ağustos 2008	689.968,95	0,82	837.398
Eylül 2008	710.913,38	0,69	1.033.426
Ekim 2008	774.871,12	0,60	1.301.599
Kasım 2008	814.508,58	0,57	1.441.227
Aralık 2008	775.542,61	0,58	1.326.356
Ocak 2009	903.153,43	0,71	1.280.530
Şubat 2009	829.443,35	0,65	1.267.036
Mart 2009	959.408,83	0,60	1.585.965
Nisan 2009	961.258,79	0,61	1.581.949

Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’ye bakıldığında Nisan 2008 ile Mayıs 2008 arasında yolcu başına getiri azaldığı için taşınan yolcu sayısı artmıştır. Mayıs 2008 ile Ağustos 2008 arasında taşınan yolcu sayısı ve yolcu başına getiri çok önemli değişiklik göstermediği söylenebilir. Ağustos 2008’den sonra ise yolcu başına getiri azaldığı için taşınan yolcu sayısı artmıştır. Bunda ilköğretim ve orta öğretim okullarının açılması ile öğrencilerin otobüsle toplu taşımacılık sistemini kullanmaya başlamasının önemli bir etkisi vardır. Kasım 2008’den sonra taşınan yolcu sayısında dalgalı bir değişim görülmektedir. Diğer bir önemli nokta ise Şubat 2009’daki yolcu başına getirinin bir önceki ay olan Ocak

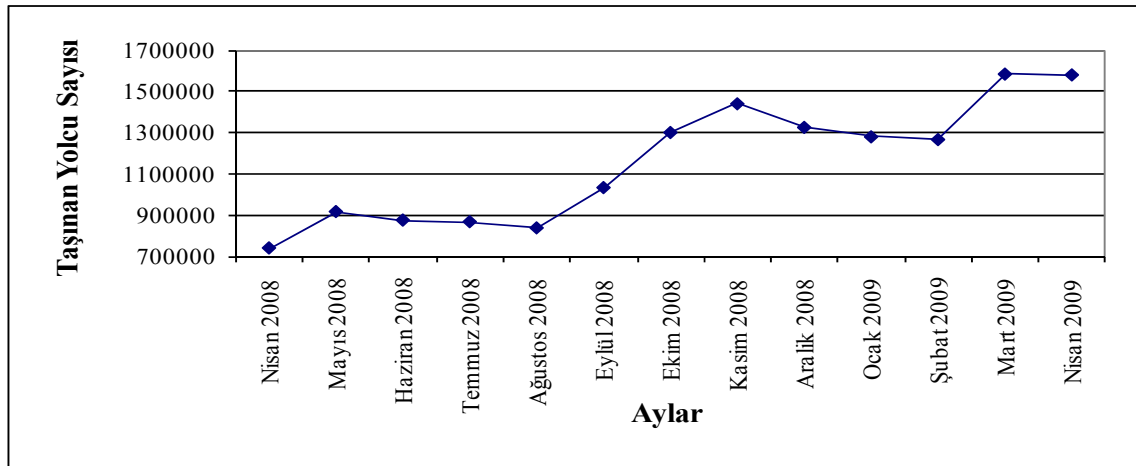
2009'daki getiriden az olmasına rağmen taşınan yolcu sayısı azalmasındır. Bunun sebebi olarak kış aylarında şehirde yaşayan insanların kentiçi ulaşımında otobüsle toplu taşıma sistemini kullanmadıkları, insanların kentiçi ulaşımında diğer ulaşım türlerini (özel oto, minibüs veya yaya) tercih ettikleri sonucu çıkarılabilir.



Şekil 4.1 Elde edilen toplam gelir



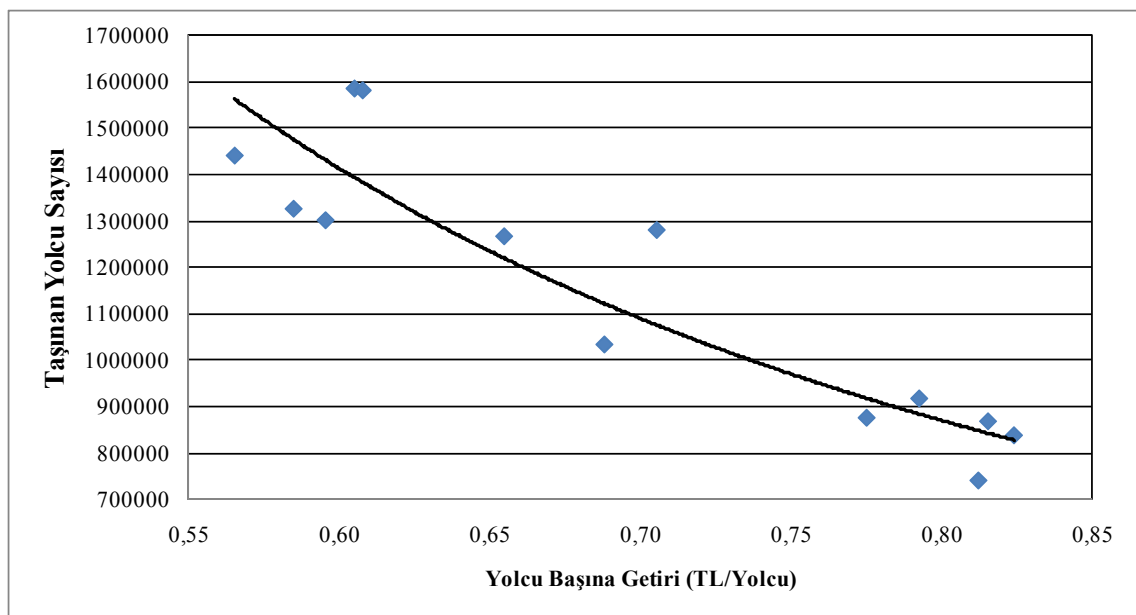
Şekil 4.2 Yolcu başına getiri



Şekil 4.3 Taşınan yolcu sayısı

Şekil 4.3'e bakıldığında taşınan yolcu sayılarında Mayıs 2008 ile Ağustos 2008 ayları arasında çok fazla değişiklik göstermediği görülebilmektedir. Bunu kentteki ilköğretim ve orta öğretim okullarının kapanıp yaz tatiline başlamasına bağlanabilir. Şekil 4.3'den Kasım 2008 ile Ocak 2009 ayları arasında da taşınan yolcu sayısında azalma görülebilmektedir. Bu aylar arasında yolcu başına getirilerin diğer aylara göre düşük olmasına rağmen yolcu sayılarındaki azalma kış aylarına bağlanabilir.

Elde edilen verilerden yararlanarak Nisan 2008 ile Nisan 2009 ayları arasında otobüsle toplu taşımacılıkta yolcu başına getiri ile taşınan yolcu sayıları arasındaki ilişki Şekil 4.4'de görülebilmektedir.



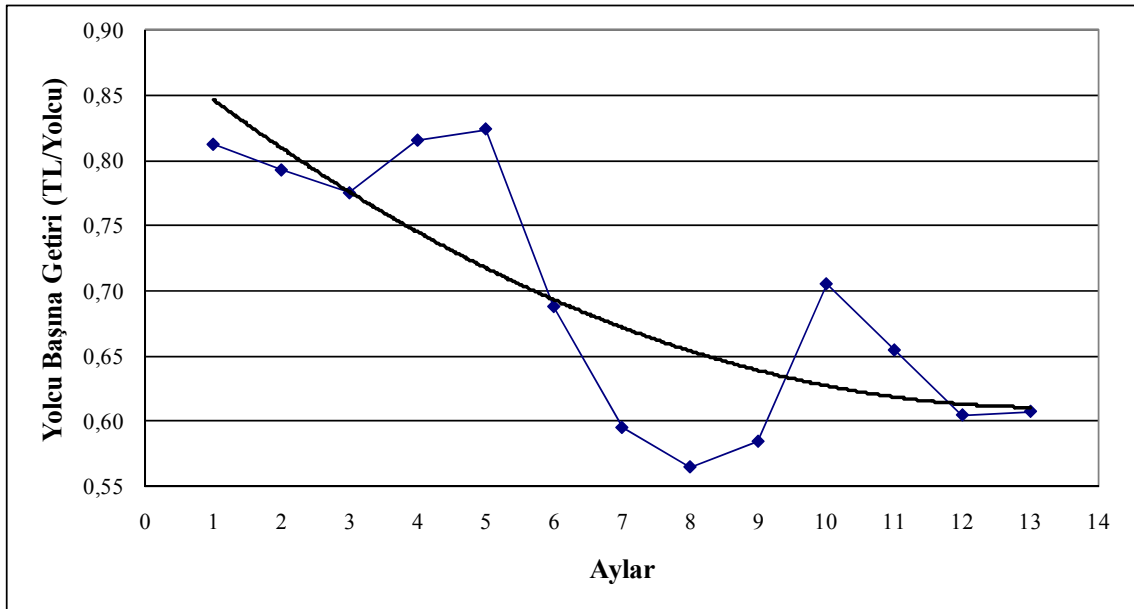
Şekil 4.4 Taşınan yolcu sayıları ile yolcu başına getiri arasındaki ilişki

Taşınan yolcu sayıları ile yolcu başına getiri arasındaki ilişki aşağıda verilmiştir. Burada, X yolcu başına getiri, Y taşınan yolcu sayılarını temsil etmektedir.

$$Y = 597507 * X^{-1,6853}$$

$$R^2 = 0,8487$$

Önümüzdeki aylarda yolcu başına getirinin nasıl değişeceği ve bu değişimle birlikte taşınan yolcu sayısının ne olacağını görebilmek için bir model geliştirilmiştir. Öncelikle gözlem verilerinden yolcu başına getirilerin nasıl bir değişim gösterdiği belirlenmiş ve bu değişime göre yolcu başına getirilerin Nisan 2009'dan itibaren 24 ay süreyle ne olabileceği tahmin edilmiştir. Aşağıdaki Şekil 4.5'de Nisan 2008 ile Nisan 2009 ayları arasındaki yolcu başına getirilerin değişimi görülebilmektedir.



Şekil 4.5 Nisan 2008 ile Nisan 2009 ayları arasındaki yolcu başına getirilerin değişimi

Yolcu başına getirilerin değişimi ile ilgili ilişki aşağıda verilmiştir.

$$Y = 0,0016 * X^2 - 0,0417 * X + 0,8869$$

$$R^2 = 0,6423$$

Burada Y yolcu başına getiri, X zaman serisini yani ayları temsil etmektedir; Nisan 2008 = 1, Mayıs 2008 = 2,, Nisan 2009 = 13.

Yukarıda verilen ilişkiye göre Nisan 2009'dan başlayarak 24 ay daha yani Mart 2011'e kadar yolcu başına getirilerin ne olabileceği konusunda tahmin yapılmıştır. Bu tahmin Tablo 4.3'de görülebilmektedir.

Tablo 4.3 Mayıs 2009 ile Mart 2011 arasındaki yolcu başına getirilerin tahmini

Ay	Yolcu Başına Getiri (TL/Yolcu)	Ay	Yolcu Başına Getiri (TL/Yolcu)
Mayıs 2009	0,62	Mayıs 2010	0,88
Haziran 2009	0,62	Haziran 2010	0,93
Temmuz 2009	0,63	Temmuz 2010	0,97
Ağustos 2009	0,64	Ağustos 2010	1,02
Eylül 2009	0,65	Eylül 2010	1,08
Ekim 2009	0,67	Ekim 2010	1,13
Kasım 2009	0,69	Kasım 2010	1,19
Aralık2009	0,72	Aralık2010	1,25
Ocak 2010	0,74	Ocak 2011	1,32
Şubat 2010	0,77	Şubat 2011	1,39
Mart 2010	0,81	Mart 2011	1,46
Nisan 2010	0,84		

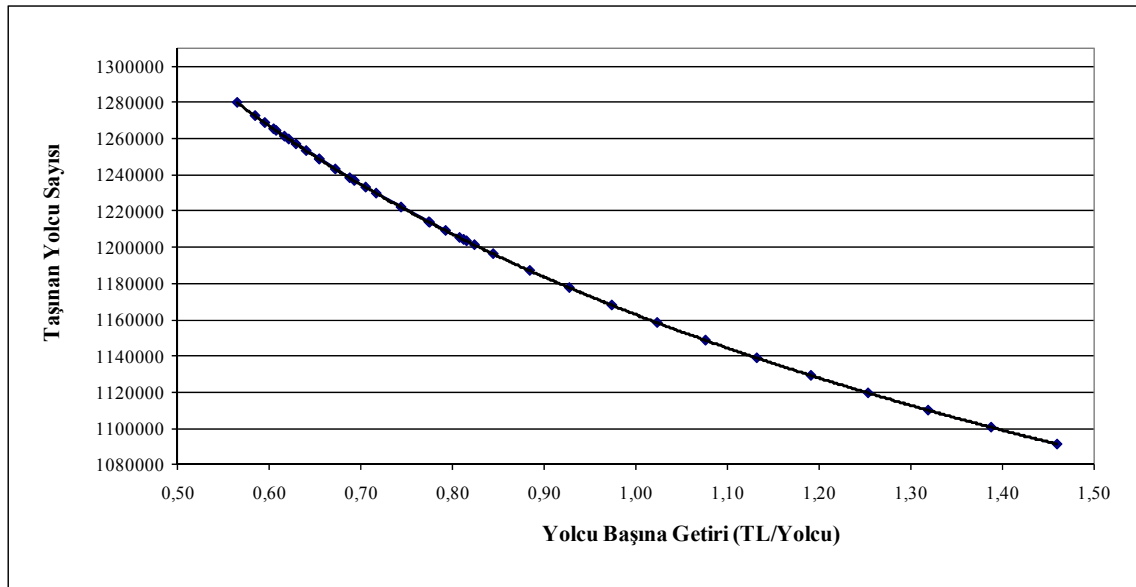
Yukarıda belirtilen yolcu başına getiriler ile taşınabilecek yolcu sayıları Kraft Talep Modeli ile tahmin edilmiştir. Bu tahmini yaparken Nisan 2008 ile Nisan 2009 ayları arasındaki yolcu başına getiriler ve taşınan yolcu sayıları gözlem verisi olarak alınmıştır. Modelin katsayıları belirlenirken En Küçük Kareler (EKK) yöntemi kullanılmıştır. Oluşturulan model sonucu bulunan yolcu başına getiriler ile taşınan yolcu sayıları aşağıdaki Şekil 4.6'da görülebilmektedir.

Hesap tabloları araçları, araştırmacılar için son yıllarda artarak popüler hale gelmektedirler. Bunun nedeni olarak hem lineer hem de lineer olmayan modellerin bu hesap tabloları araçları ile hızlı ve kolayca çözülebilmesidir. Tüm hesap tabloları programları, “Çözücü” olarak bilinen optimizasyon programına sahiptirler. Çözücü, hedef hücreyi etkileyen diğer hücrelerdeki değerlerin değişmesiyle hedef hücredeki değeri maksimize veya minimize etmek için kullanılmaktadır. Ayrıca Çözücü, herhangi bir hücredeki değer üzerine kısıt koymaya da izin vermektedir.

Kraft Talep Modeli ile oluşturulan model aşağıdaki gibidir. Kraft Talep Modelinin katsayıları bulunurken “Çözücü” programı kullanılmıştır. Burada X yolcu başına getiri, Y taşınan yolcu sayılarını temsil etmektedir.

$$Y = 1162847,91 * X^{-0,168}$$

$$R^2 = 1$$



Şekil 4.6 Kraft Talep Modeli sonuçları

Model sonucu bulunan değerlere bakıldığında yolcu başına getiriler ile taşınan yolcu sayıları arasındaki ilişkinin ulaşırmadaki ters talep ilişkisine uyduğu söylenebilmektedir. Yani yolcu başına getirinin artması ile taşınan yolcu sayısı azalacaktır. Modelden anlaşılacağı gibi yolcu başına getirilerdeki artışın taşınan yolcu sayısı üzerinde negatif üssel bir etkisi olduğu açıktır. Oluşturulan model yardımıyla Denizli kentindeki hareketliliğin değişmediği varsayımıyla kentiçi otobüs işletmeciliğinde ileride uygulanabilecek yolcu başına getiri politikaları belirlenerek taşınacak yolcu sayısının tahmini rahatlıkla yapılabilecektir. Dahası yolcu başına getiri politikalarında değişik senaryolar üreterek kentiçi otobüsle toplu taşımının daha cazip hale gelmesi sağlanabilir. Böylelikle Denizli kentiçindeki özel taşıt yoğunluğunun neden olduğu trafik sıkışıklığına çözüm getirilebilir.

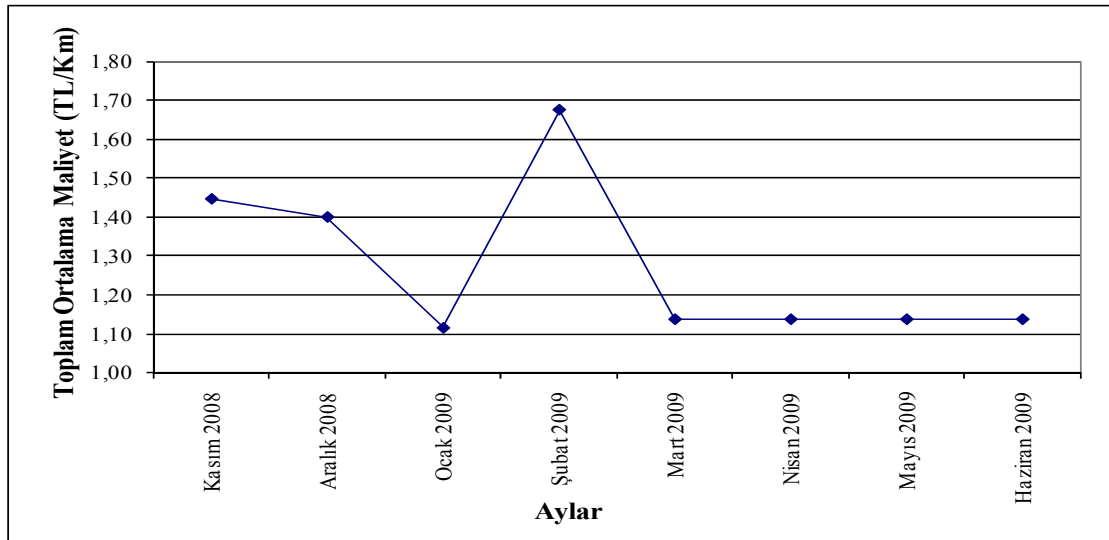
Elde edilen verilerin içinde maliyet verilerinin de bulunduğu daha önce bahsedilmişti. Bu maliyet verilerini yakıt maliyeti ve işçilik maliyeti olarak sıralayabiliriz. Kasım 2008 ile Haziran 2009 arasındaki maliyet verilerinin değişimi

aşağıdaki Tablo 4.4 ve Tablo 4.5’de görülebilmektedir. Tablo 4.4 km başına maliyetleri Tablo 4.5 ise yolcu başına maliyetleri göstermektedir. Bu verilere bakım, onarım ve amortisman maliyeti de diğer yakıt ve işçilik maliyetlerin % 10’u olarak ilave edilmiştir. Denizli’deki otobüsle toplu taşımacılıkta 250 kişi çalışmaktadır ve çalışanların ortalama maliyeti aylık bazda 1000 TL’dir.

Tablo 4.4 Kasım 2008 ile Haziran 2009 arasındaki km başına maliyetler

Aylar	Ort. Yakıt Tüketimi (lt/km)	Ort. Yakıt Maliyeti (TL/km)	İşçilik Maliyeti (TL)	Yapılan Km	Ort. İşçilik Maliyeti (TL/km)	Bakım Onarım Amortisman Maliyeti (TL/km)	Toplam Maliyet (TL/km)
Kasım 2008	0,34	0,92	250000	629425	0,40	0,13	1,45
Aralık 2008	0,33	0,88	250000	628553	0,40	0,13	1,40
Ocak 2009	0,33	0,65	250000	678530	0,37	0,10	1,12
Şubat 2009	0,33	0,95	250000	432752	0,58	0,15	1,68
Mart 2009	0,34	0,68	250000	696181	0,36	0,10	1,14
Nisan 2009	0,34	0,68	250000	696181	0,36	0,10	1,14
Mayıs 2009	0,34	0,68	250000	696181	0,36	0,10	1,14
Haziran 2009	0,34	0,68	250000	696181	0,36	0,10	1,14

Denizli kentiçi toplu taşımacılık sisteminin 1 km başına ortalama toplam maliyeti yukarıdaki Tablo 4.4 kullanılarak bulunmuştur. Kasım 2008 ile Haziran 2009 arasında 1 km başına ortalama toplam maliyet 1,27 TL’dir. Aşağıdaki Şekil 4.7’de km başına ortalama toplam maliyetin değişimi görülebilmektedir.

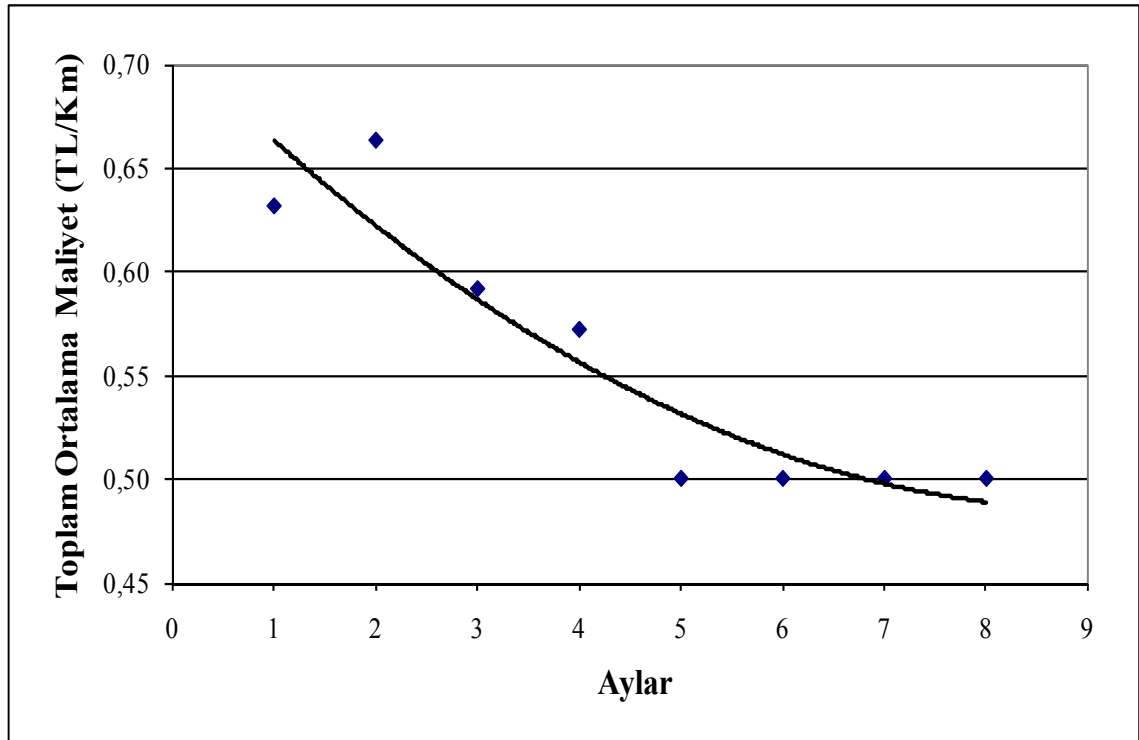


Şekil 4.7 Nisan 2008 ile Haziran 2009 arasında km başına toplam ortalama maliyetin değişimi

Tablo 4.5 Kasım 2008 ile Haziran 2009 arasındaki yolcu başına maliyetler

Aylar	Ort. Yakıt Tüketimi (lt/Yolcu)	Ort. Yakıt Maliyeti (TL/Yolcu)	İşçilik Maliyeti (TL)	Taşınan Yolcu	Ort. İşçilik Maliyeti (TL/Yolcu)	Bakım Onarım Amortisman Maliyeti (TL/Yolcu)	Toplam Maliyet (TL/Yolcu)
Kasım 2008	0,15	0,40	250000	1441227	0,17	0,06	0,63
Aralık 2008	0,15	0,41	250000	1326356	0,19	0,06	0,66
Ocak 2009	0,11	0,34	250000	1280530	0,20	0,05	0,59
Şubat 2009	0,17	0,32	250000	1267036	0,20	0,05	0,57
Mart 2009	0,15	0,30	250000	1585965	0,16	0,05	0,50
Nisan 2009	0,15	0,30	250000	1585965	0,16	0,05	0,50
Mayıs 2009	0,15	0,30	250000	1585965	0,16	0,05	0,50
Haziran 2009	0,15	0,30	250000	1585965	0,16	0,05	0,50

Denizli kentiçi toplu taşımacılık sisteminin yolcu başına ortalama toplam maliyeti yukarıdaki Tablo 4.5 kullanılarak bulunmuştur. Kasım 2008 ile Haziran 2009 arasında yolcu başına ortalama toplam maliyet 0,56 TL'dir. Aşağıdaki Şekil 4.8'de yolcu başına toplam ortalama maliyetin değişimi görülebilmektedir.



Şekil 4.8 Kasım 2008 ile Haziran 2009 arasında yolcu başına toplam ortalama maliyetin değişimi

Yolcu başına toplam ortalama maliyetin değişimi ile ilgili ilişki aşağıda verilmiştir.

$$Y = 0,0027 * X^2 - 0,0491 * X + 0,7097 \quad R^2 = 0,87$$

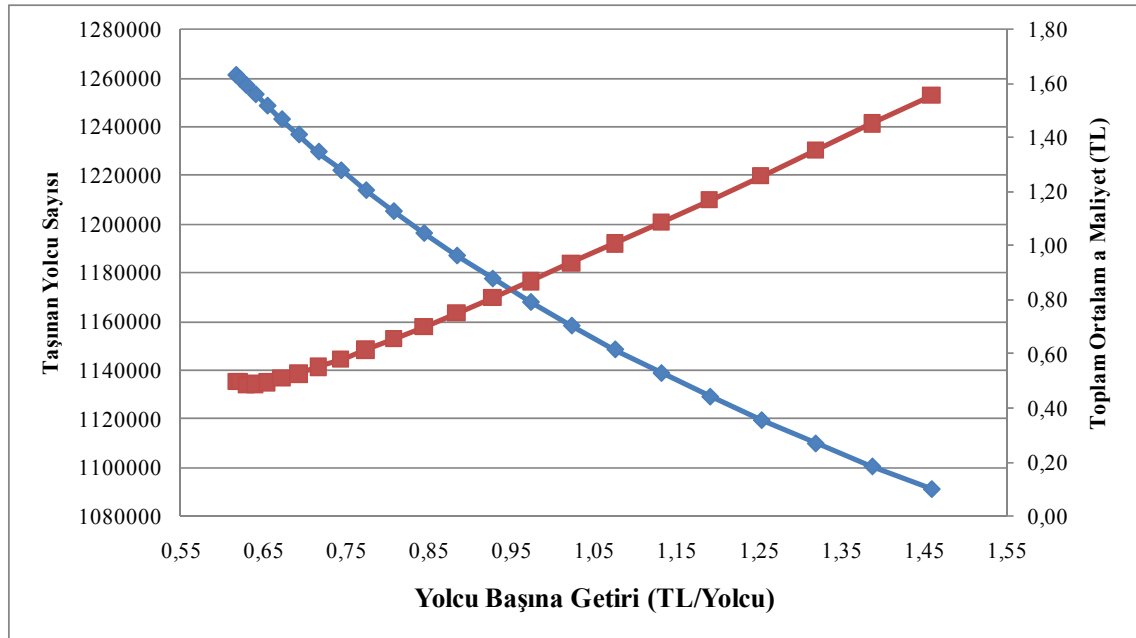
Burada Y yolcu başına toplam ortalama maliyeti, X zaman serisini yani ayları temsil etmektedir; Kasım 2008 = 1, Aralık 2008 = 2,, Haziran 2009 = 8.

Yukarıda verilen ilişkiye göre Haziran 2009'dan başlayarak Mart 2001'e kadar yolcu başına toplam ortalama maliyetin ne olabileceği konusunda tahmin yapılmıştır. Bu tahmin Tablo 4.6'da görülebilmektedir.

Tablo 4.6 Haziran 2009 ile Mart 2011 arasındaki yolcu başına toplam ortalama maliyet tahmini

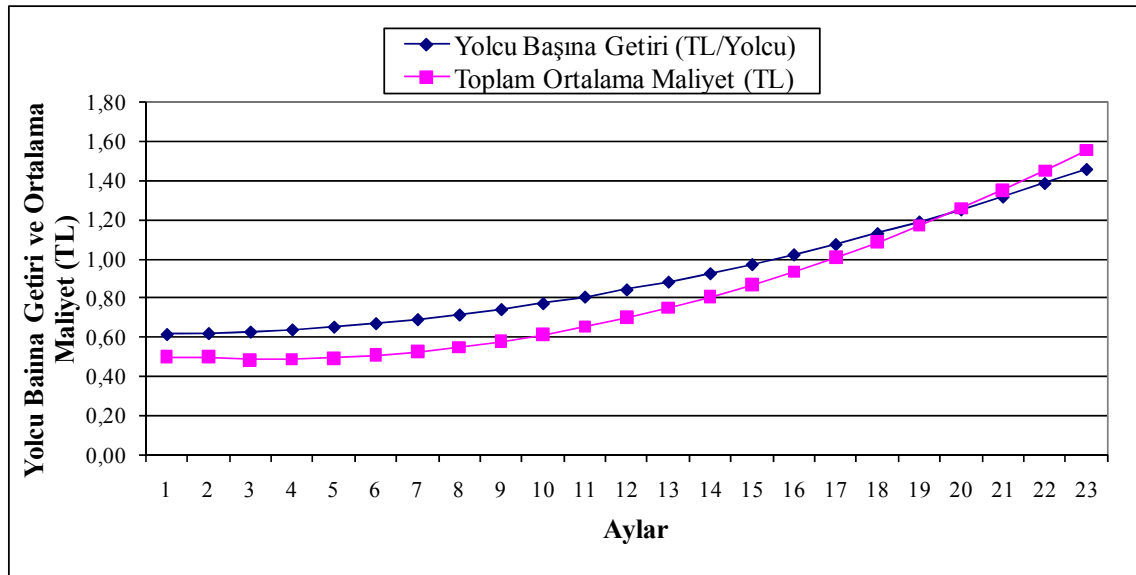
Ay	Toplam Ortalama Maliyet (TL/Yolcu)	Ay	Toplam Ortalama Maliyet (TL/Yolcu)
Temmuz 2009	0,49	Haziran 2010	0,81
Ağustos 2009	0,49	Temmuz 2010	0,87
Eylül 2009	0,50	Ağustos 2010	0,94
Ekim 2009	0,51	Eylül 2010	1,01
Kasım 2009	0,53	Ekim 2010	1,09
Aralık 2009	0,55	Kasım 2010	1,17
Ocak 2010	0,58	Aralık 2010	1,26
Şubat 2010	0,62	Ocak 2011	1,35
Mart 2010	0,66	Şubat 2011	1,45
Nisan 2010	0,70	Mart 2011	1,56
Mayıs 2010	0,75		

Mart 2011'e kadar tahmin edilen yolcu başına getiri ve buna bağlı olarak oluşturulan Kraft talep modeli sonucu taşınabilecek yolcu sayısı ile Mart 2011'e kadar tahmin edilen yolcu başına toplam ortalama maliyetin değişimi aşağıdaki Şekil 4.9'da görülebilmektedir.



Şekil 4.9 Mart 2011'e kadar taşınabilecek yolcu sayısı, yolcu başına getiri ve toplam ortalama maliyet ilişkisi

Şekil 4.9'dan, Denizli kentindeki otobüsle toplu taşımacılık sistemi için Mart 2011'e kadar denge noktasına yolcu başına getirinin 0,95 TL, ortalama toplam maliyetin 0,85 TL ve 1175000 yolcu taşınması durumunda ulaşılacağı görülebilmektedir. Ayrıca, Mayıs 2009'dan itibaren yolcu başına getiri ile toplam ortalama maliyetin 23 ay boyunca yani mart 2011'e kadar olan değişimi aşağıdaki Şekil 4.10'da verilmektedir.



Şekil 4.10 Mart 2011'e kadar yolcu başına getiri ve toplam ortalama maliyetin değişimi

5. SENARYOLAR

5.1 Giriş

Bu bölümde, elde edilen gözlem verilerden (yolcu başına getiri, taşınan yolcu sayıları ve ortalama maliyet) yararlanarak ve üçüncü bölümde Kraft Talep Modeli ile oluşturulan model kullanılarak çeşitli senaryolar üretilmiştir.

5.2 Senaryolar

Üçüncü bölümde Kraft Talep Modeli ile oluşturulan model aşağıdaki gibidir.

$$Y = 1162847,91 * X^{-0,168}$$

Burada X yolcu başına getiriyi, Y taşınan yolcu sayılarını temsil etmektedir.

Oluşturulan senaryolar şu şekilde sıralanabilir:

Senaryo 1: Nisan 2009'dan itibaren Nisan 2009'daki yolcu başına getirilerde her ay % 2 artış olması durumunda Mart 2011'e kadar taşınabilecek yolcu sayılarının bulunması,

Senaryo 2: Nisan 2009'dan itibaren Nisan 2009'a kadar olan ortalama yolcu başına getirilerin ortalamasında her ay % 2 artış olması durumunda Mart 2011'e kadar taşınabilecek yolcu sayılarının bulunması,

Senaryo 3: Nisan 2009'dan itibaren Nisan 2009'daki yolcu başına getirilerde enflasyon oranlarına göre aylık % 0,85 yani yıllık % 11 artış olması durumunda Mart 2011'e kadar taşınabilecek yolcu sayılarının bulunması.

Senaryo 4: Nisan 2009'dan itibaren Nisan 2009'a kadar olan ortalama yolcu başına getirilerin ortalamasında enflasyon oranına göre aylık % 0,85 yani yıllık % 11 artış olması durumunda Mart 2011'e kadar taşınabilecek yolcu sayılarının bulunması.

5.2.1 Senaryo 1

Nisan 2009'daki yolcu başına getiri 0,61 TL'dir. Bu fiyatın her ay % 2 artarak Mart 2011'e kadar oluşacak yolcu başına getiri Tablo 5.1'de gösterilmektedir.

Tablo 5.1 Nisan 2009'daki yolcu başına getirinin her ay % 2 artışı ile oluşacak getiriler

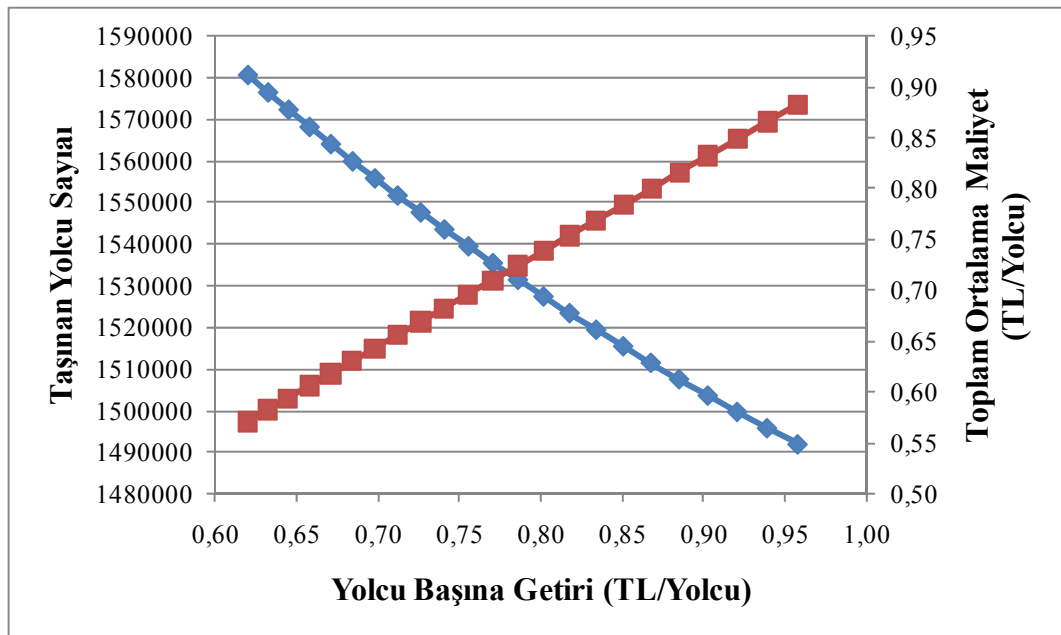
Ay	Yolcu Başına Getiri (TL/Yolcu)	Ay	Yolcu Başına Getiri (TL/Yolcu)
Mayıs 2009	0,62	Mayıs 2010	0,79
Haziran 2009	0,63	Haziran 2010	0,80
Temmuz 2009	0,64	Temmuz 2010	0,82
Ağustos 2009	0,66	Ağustos 2010	0,83
Eylül 2009	0,67	Eylül 2010	0,85
Ekim 2009	0,68	Ekim 2010	0,87
Kasım 2009	0,70	Kasım 2010	0,89
Aralık2009	0,71	Aralık2010	0,90
Ocak 2010	0,73	Ocak 2011	0,92
Şubat 2010	0,74	Şubat 2011	0,94
Mart 2010	0,76	Mart 2011	0,96
Nisan 2010	0,77		

Yolcu başına ortalama maliyet 0,56 TL'dir. Aşağıdaki Tablo 5.2'de yolcu başına ortalama maliyetin her ay % 2 artarak Mart 2011'e kadar gelebileceği değerler görülebilmektedir.

Tablo 5.2 Yolcu başına maliyetin her ay % 2 artışı ile oluşabilecek maliyetler

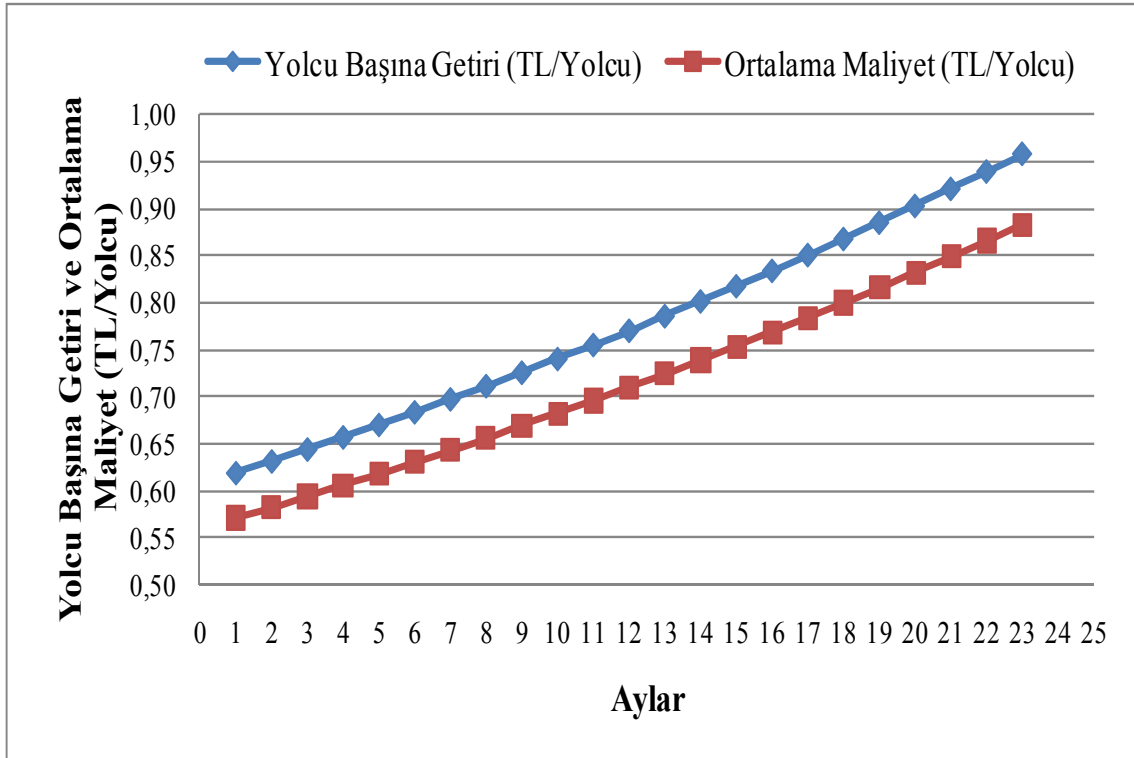
Ay	Ortalama Maliyet (TL/Yolcu)	Ay	Ortalama Maliyet (TL/Yolcu)
Mayıs 2009	0,57	Mayıs 2010	0,72
Haziran 2009	0,58	Haziran 2010	0,74
Temmuz 2009	0,59	Temmuz 2010	0,75
Ağustos 2009	0,61	Ağustos 2010	0,77
Eylül 2009	0,62	Eylül 2010	0,78
Ekim 2009	0,63	Ekim 2010	0,80
Kasım 2009	0,64	Kasım 2010	0,82
Aralık2009	0,66	Aralık2010	0,83
Ocak 2010	0,67	Ocak 2011	0,85
Şubat 2010	0,68	Şubat 2011	0,87
Mart 2010	0,70	Mart 2011	0,88
Nisan 2010	0,71		

Tablo 5.1'deki yolcu başına getirileri ile buna bağlı olarak oluşturulan Kraft Talep modeli sonucu taşınabilecek yolcu sayısı ve Tablo 5.2'deki Mart 2011'e kadar tahmin edilen yolcu başına ortalama maliyetin değişimi aşağıdaki Şekil 5.1'de görülebilmektedir.



Şekil 5.1 Senaryo 1'e göre Mart 2011'e kadar taşınabilecek yolcu sayısı, yolcu başına getiri ve yolcu başına ortalama maliyet ilişkisi

Şekil 5.1'den, Senaryo 1'e göre Denizli kentindeki otobüsle toplu taşımacılık sistemi için Mart 2011'e kadar denge noktasına yolcu başına getirinin 0,78 TL, yolcu başına ortalama maliyetin 0,72 TL ve 1532000 yolcu taşınması durumunda ulaşılabileceği görülebilmektedir. Ayrıca, Mayıs 2009'dan itibaren yolcu başına getiriler ile yolcu başına ortalama maliyetlerin 23 ay boyunca yani Mart 2011'e kadar olan değişimi aşağıdaki Şekil 5.2'de verilmektedir.



Şekil 5.2 Senaryo 1'e göre Mart 2011'e kadar yolcu başına getiriler ve yolcu başına ortalama maliyetin değişimi

5.2.2 Senaryo 2

Nisan 2008 ile Nisan 2009 arasındaki ortalama yolcu başına getirilerin ortalaması 0,69 TL'dir. Bu fiyatın her ay % 2 artarak Mart 2011'e kadar oluşacak yolcu başına getiriler Tablo 5.3'de gösterilmektedir.

Yolcu başına ortalama maliyet 0,56 TL'dir. Aşağıdaki Tablo 5.4'de yolcu başına ortalama maliyetin her ay % 2 artarak Mart 2011'e kadar gelebileceği değerler görülebilmektedir.

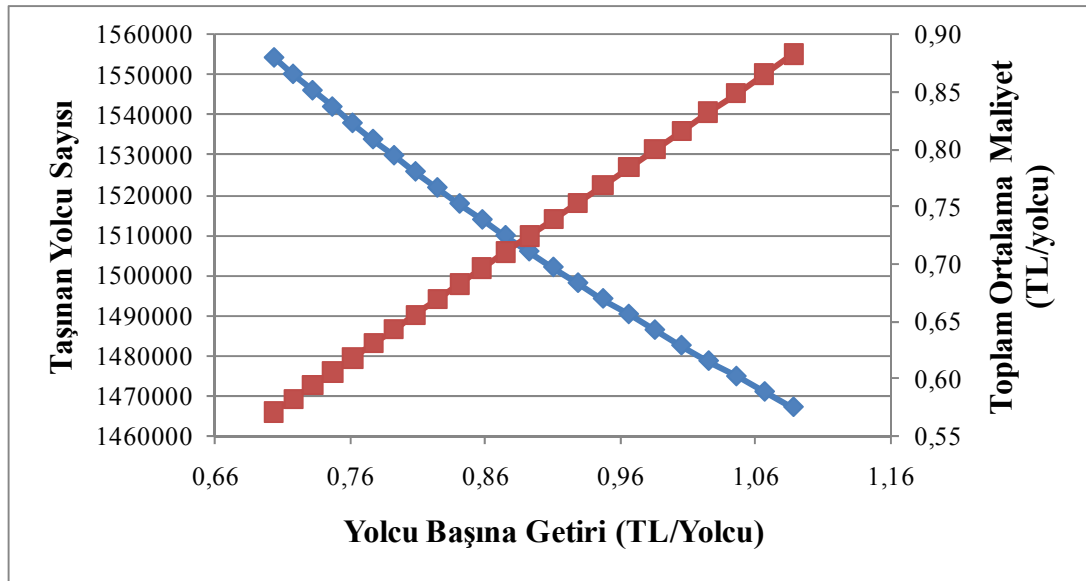
Tablo 5.3 Nisan 2008 Nisan 2009 arasındaki ortalama yolcu başına getirilerin ortalamasında her ay % 2 artışı ile oluşacak yolcu başına getiriler

Ay	Yolcu Başına Getiri (TL/Yolcu)	Ay	Yolcu Başına Getiri (TL/Yolcu)
Mayıs 2009	0,70	Mayıs 2010	0,90
Haziran 2009	0,72	Haziran 2010	0,92
Temmuz 2009	0,74	Temmuz 2010	0,93
Ağustos 2009	0,75	Ağustos 2010	0,95
Eylül 2009	0,77	Eylül 2010	0,97
Ekim 2009	0,78	Ekim 2010	0,99
Kasım 2009	0,80	Kasım 2010	1,01
Aralık2009	0,81	Aralık2010	1,03
Ocak 2010	0,83	Ocak 2011	1,05
Şubat 2010	0,85	Şubat 2011	1,07
Mart 2010	0,86	Mart 2011	1,09
Nisan 2010	0,88		

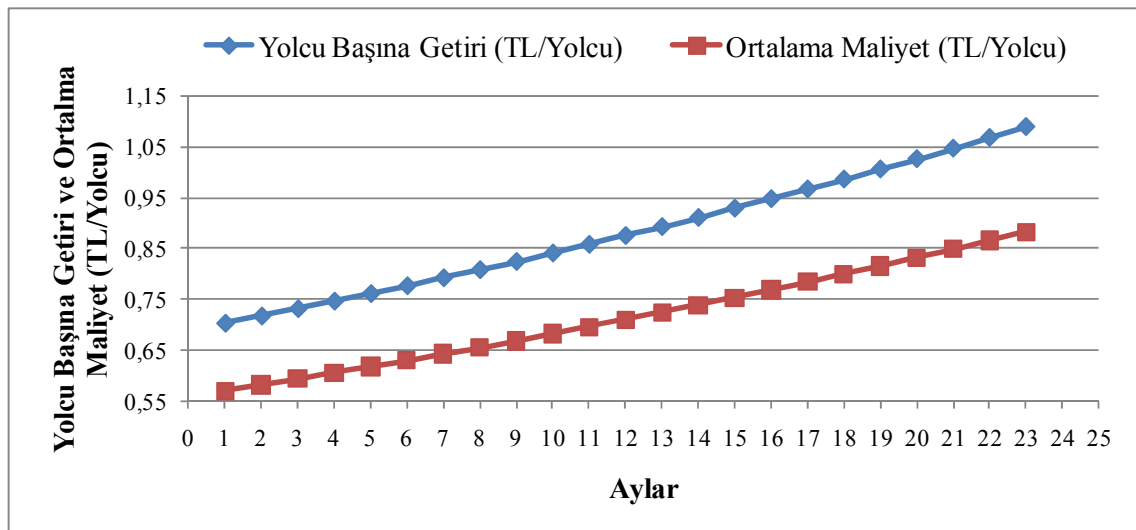
Tablo 5.4 Yolcu başına ortalama maliyetin her ay % 2 artışı ile oluşabilecek maliyetler

Ay	Ortalama Maliyet (TL/Yolcu)	Ay	Ortalama Maliyet (TL/Yolcu)
Mayıs 2009	0,57	Mayıs 2010	0,72
Haziran 2009	0,58	Haziran 2010	0,74
Temmuz 2009	0,59	Temmuz 2010	0,75
Ağustos 2009	0,61	Ağustos 2010	0,77
Eylül 2009	0,62	Eylül 2010	0,78
Ekim 2009	0,63	Ekim 2010	0,80
Kasım 2009	0,64	Kasım 2010	0,82
Aralık2009	0,66	Aralık2010	0,83
Ocak 2010	0,67	Ocak 2011	0,85
Şubat 2010	0,68	Şubat 2011	0,87
Mart 2010	0,70	Mart 2011	0,88
Nisan 2010	0,71		

Tablo 5.3'deki yolcu başına getiriler ile buna bağlı olarak oluşturulan Kraft Talep modeli sonucu taşınabilecek yolcu sayısı ve Tablo 5.4'deki Mart 2011'e kadar tahmin edilen yolcu başına ortalama maliyetin değişimi aşağıdaki Şekil 5.3'de görülebilmektedir.



Şekil 5.3 Senaryo 2'ye göre Mart 2011'e kadar taşınabilecek yolcu sayısı, yolcu başına getiri ve yolcu başına ortalama maliyet ilişkisi



Şekil 5.4 Senaryo 2'ye göre Mart 2011'e kadar yolcu başına getiri ve yolcu başına ortalama maliyetin değişimi

Şekil 5.3'den, Senaryo 2'ye göre Denizli kentindeki otobüsle toplu taşımacılık sistemi için Mart 2011'e kadar denge noktasına yolcu başına getirinin 0,89 TL, yolcu başına ortalama maliyetin 0,72 TL ve 1508000 yolcu taşınması durumunda ulaşılabileceği görülebilmektedir. Ayrıca, Mayıs 2009'dan itibaren yolcu başına getiriler ile yolcu başına ortalama maliyetin 23 ay boyunca yani Mart 2011'e kadar olan değişimi aşağıdaki Şekil 5.4'de verilmektedir.

5.2.3 Senaryo 3

Nisan 2009'daki yolcu başına getiri 0,61 TL'dir. Bu fiyatın enflasyon oranına göre her ay % 0,85 artarak Mart 2011'e kadar oluşacak yolcu başına getiriler Tablo 5.5'de gösterilmektedir.

Yolcu başına toplam ortalama maliyet 0,56 TL'dir. Aşağıdaki Tablo 5.6'da yolcu başına ortalama maliyetin enflasyon oranına göre her ay % 0,85 artarak Mart 2011'e kadar gelebileceği değerler görülebilmektedir.

Tablo 5.5 Nisan 2009'daki yolcu başına getirinin her ay enflasyon oranına göre % 0,85 artışı ile oluşacak yolcu başına getiriler

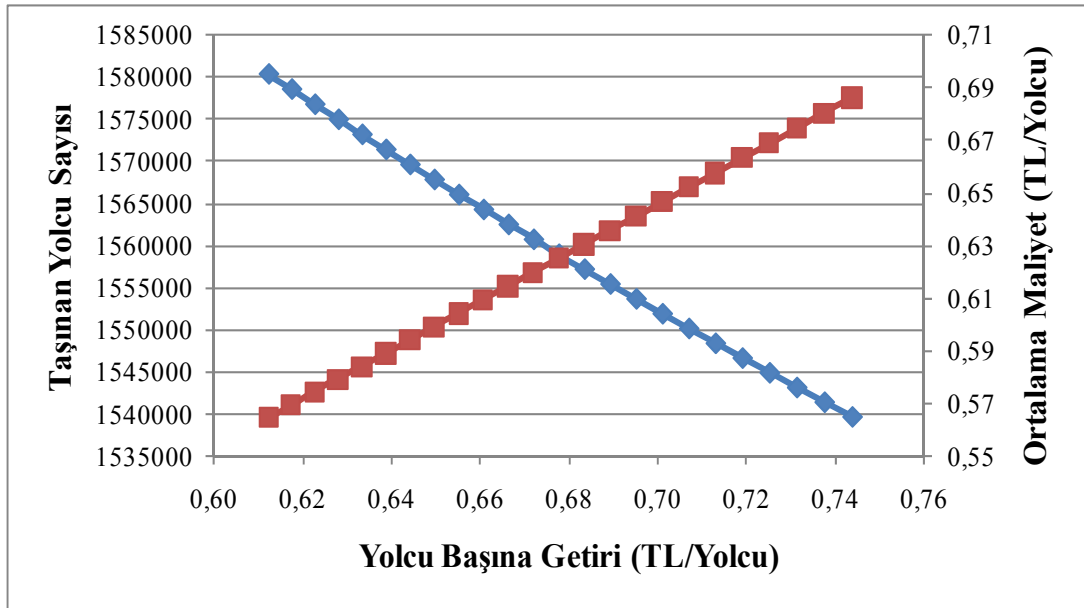
	Yolcu Başına Getiri (TL/Yolcu)		Yolcu Başına Getiri (TL/Yolcu)
Mayıs 2009	0,61	Mayıs 2010	0,68
Haziran 2009	0,62	Haziran 2010	0,68
Temmuz 2009	0,62	Temmuz 2010	0,69
Ağustos 2009	0,63	Ağustos 2010	0,70
Eylül 2009	0,63	Eylül 2010	0,70
Ekim 2009	0,64	Ekim 2010	0,71
Kasım 2009	0,64	Kasım 2010	0,71
Aralık2009	0,65	Aralık2010	0,72
Ocak 2010	0,66	Ocak 2011	0,73
Şubat 2010	0,66	Şubat 2011	0,73
Mart 2010	0,67	Mart 2011	0,74
Nisan 2010	0,67		

Tablo 5.6 Yolcu başına ortalama maliyetin enflasyon oranına göre her ay % 0,85 artışı ile oluşabilecek maliyetler

Ay	Ortalama Maliyet (TL/Yolcu)	Ay	Ortalama Maliyet (TL/Yolcu)
Mayıs 2009	0,56	Mayıs 2010	0,63
Haziran 2009	0,57	Haziran 2010	0,63
Temmuz 2009	0,57	Temmuz 2010	0,64
Ağustos 2009	0,58	Ağustos 2010	0,64
Eylül 2009	0,58	Eylül 2010	0,65
Ekim 2009	0,59	Ekim 2010	0,65
Kasım 2009	0,59	Kasım 2010	0,66
Aralık2009	0,60	Aralık2010	0,66
Ocak 2010	0,60	Ocak 2011	0,67
Şubat 2010	0,61	Şubat 2011	0,67
Mart 2010	0,61	Mart 2011	0,68
Nisan 2010	0,62		

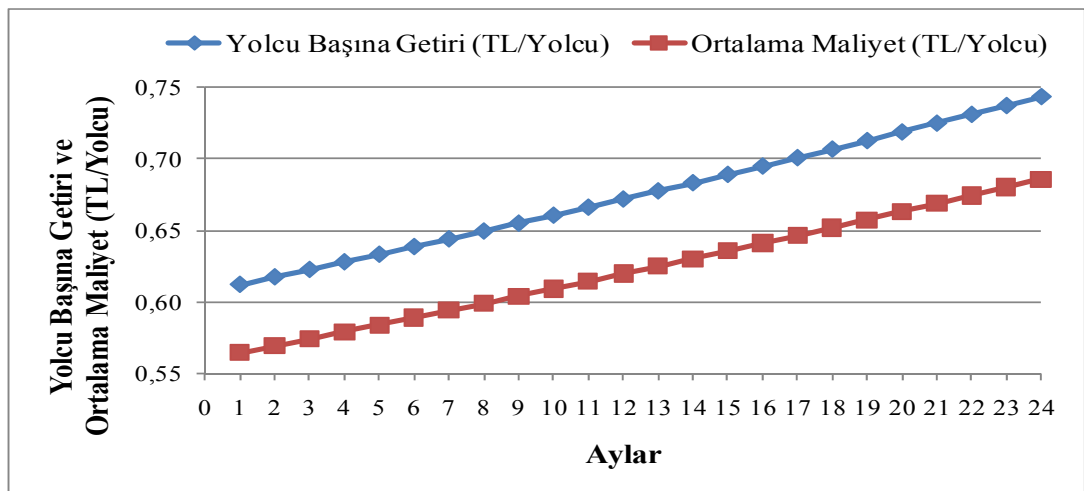
Tablo 5.5'deki yolcu başına getiriler ile buna bağlı olarak oluşturulan Kraft Talep modeli sonucu taşınabilecek yolcu sayısı ve Tablo 5.6'daki Mart 2011'e kadar tahmin

edilen yolcu başına ortalama maliyetin değişimi aşağıdaki Şekil 5.5’de görülebilmektedir.



Şekil 5.5 Senaryo 3’e göre Mart 2011’e kadar taşınabilecek yolcu sayısı, yolcu başına getiri ve yolcu başına ortalama maliyet ilişkisi

Şekil 5.5’den, Senaryo 3’e göre Denizli kentindeki otobüsle toplu taşımacılık sistemi için Mart 2011’e kadar denge noktasına yolcu başına getirinin 0,67 TL, yolcu başına ortalama maliyetin 0,62 TL ve 1560000 yolcu taşınması durumunda ulaşılabileceği görülebilmektedir. Ayrıca, Mayıs 2009’dan itibaren yolcu başına getiriler ile yolcu başına ortalama maliyetlerin 23 ay boyunca yani Mart 2011’e kadar olan değişimi aşağıdaki Şekil 5.6’da verilmektedir.



Şekil 5.6 Senaryo 3’e göre Mart 2011’e kadar yolcu başına getiri ve yolcu başına ortalama maliyetin değişimi

5.2.4 Senaryo 4

Nisan 2008 ile Nisan 2009 arasında yolcu başına getirilerin ortalaması 0,69 TL'dir. Bu fiyatın enflasyon oranına göre her ay % 0,85 artarak Mart 2011'e kadar oluşacak yolcu başına getirileri Tablo 5.7'de gösterilmektedir.

Tablo 5.7 Nisan 2008 Nisan 2009 arasındaki yolcu başına getirilerin ortalamasında her ay enflasyon oranına göre % 0,85 artışı ile oluşacak yolcu başına getiriler

	Yolcu Başına Getiriler (TL/Yolcu)		Yolcu Başına Getiriler (TL/Yolcu)
Mayıs 2009	0,70	Mayıs 2010	0,77
Haziran 2009	0,70	Haziran 2010	0,78
Temmuz 2009	0,71	Temmuz 2010	0,78
Ağustos 2009	0,71	Ağustos 2010	0,79
Eylül 2009	0,72	Eylül 2010	0,80
Ekim 2009	0,73	Ekim 2010	0,80
Kasım 2009	0,73	Kasım 2010	0,81
Aralık2009	0,74	Aralık2010	0,82
Ocak 2010	0,74	Ocak 2011	0,82
Şubat 2010	0,75	Şubat 2011	0,83
Mart 2010	0,76	Mart 2011	0,84
Nisan 2010	0,76		

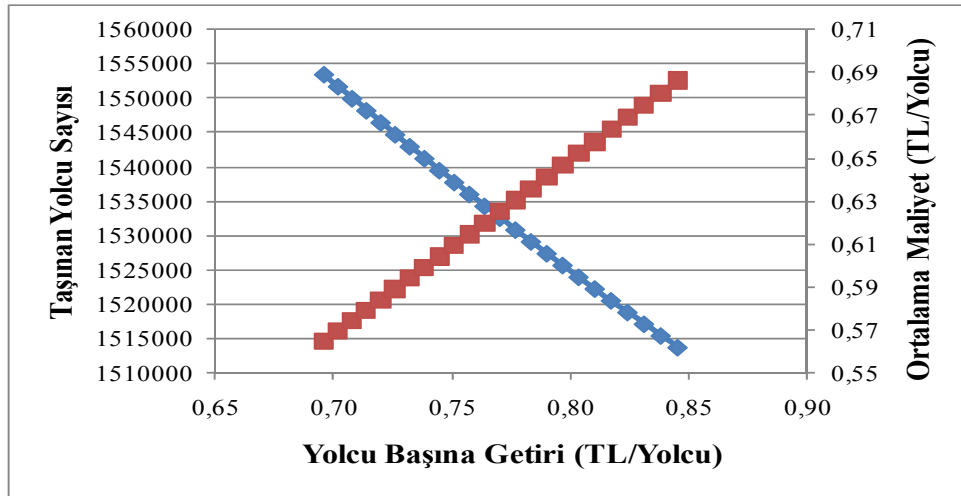
Yolcu başına ortalama maliyet 0,56 TL'dir. Aşağıdaki Tablo 5.8'de yolcu başına ortalama maliyetin enflasyon oranına göre her ay % 0,85 artarak Mart 2011'e kadar gelebileceği değerler görülebilmektedir.

Tablo 5.8 Yolcu başına ortalama maliyetin enflasyon oranına göre her ay % 0,85 artışı ile oluşabilecek maliyetler

Ay	Ortalama Maliyet (TL/Yolcu)	Ay	Ortalama Maliyet (TL/Yolcu)
Mayıs 2009	0,56	Mayıs 2010	0,63
Haziran 2009	0,57	Haziran 2010	0,63
Temmuz 2009	0,57	Temmuz 2010	0,64
Ağustos 2009	0,58	Ağustos 2010	0,64
Eylül 2009	0,58	Eylül 2010	0,65
Ekim 2009	0,59	Ekim 2010	0,65
Kasım 2009	0,59	Kasım 2010	0,66
Aralık2009	0,60	Aralık2010	0,66
Ocak 2010	0,60	Ocak 2011	0,67
Şubat 2010	0,61	Şubat 2011	0,67
Mart 2010	0,61	Mart 2011	0,68
Nisan 2010	0,62		

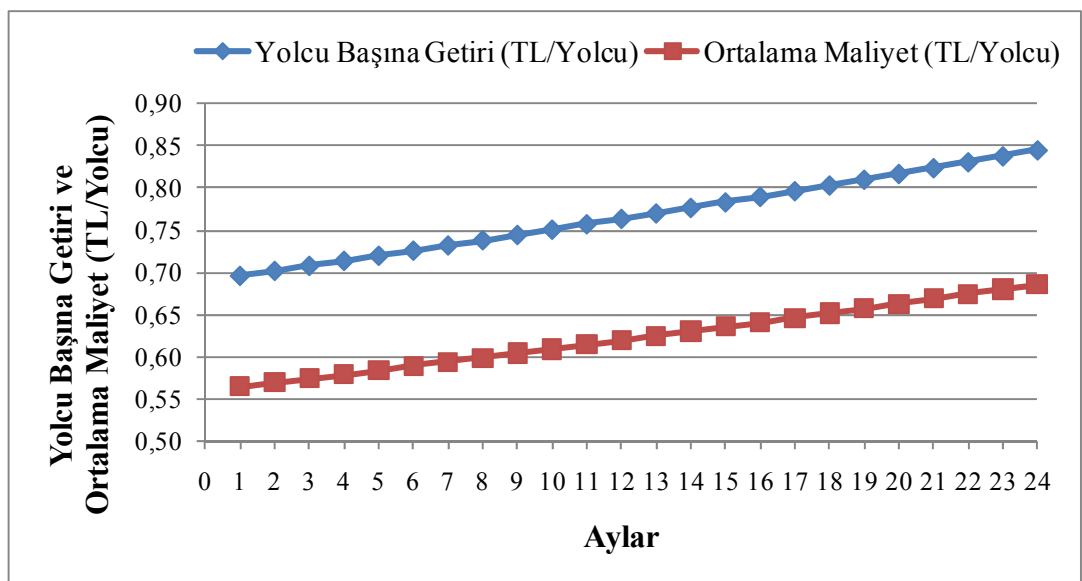
Tablo 5.7'deki yolcu başına getiriler ile buna bağlı olarak oluşturulan Kraft Talep modeli sonucu taşınabilecek yolcu sayısı ve Tablo 5.8'deki Mart 2011'e kadar tahmin

edilen yolcu başına ortalama maliyetin değişimi aşağıdaki Şekil 5.7’de görülebilmektedir.



Şekil 5.7 Senaryo 4’e göre Mart 2011’e kadar taşınabilecek yolcu sayısı, yolcu başına getiri ve yolcu başına ortalama maliyet ilişkisi

Şekil 5.7’den, Senaryo 4’e göre Denizli kentindeki otobüsle toplu taşımacılık sistemi için Mart 2011’e kadar denge noktasına yolcu başına getirinin 0,76 TL, yolcu başına ortalama maliyetin 0,62 TL ve 1535000 yolcu taşınması durumunda ulaşılabileceği görülebilmektedir. Ayrıca, Mayıs 2009’dan itibaren yolcu başına getiri ile yolcu başına ortalama maliyetin 23 ay boyunca yani Mart 2011’e kadar olan değişimi aşağıdaki Şekil 5.8’de verilmektedir.

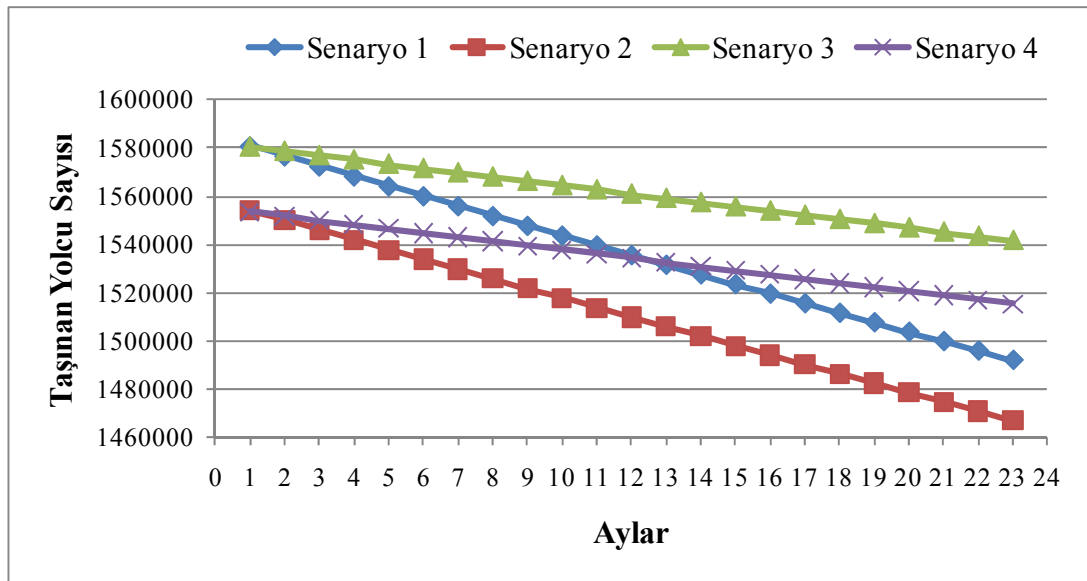


Şekil 5.8 Senaryo 4’e göre Mart 2011’e kadar yolcu başına getiri ve yolcu başına ortalama maliyetin değişimi

5.2.5 Senaryoların Değerlendirilmesi

Oluşturulan Kraft Talep modeline ve üretilen senaryolara göre Mayıs 2009 ile Mart 2011 arasında taşınabilecek yolcu sayıları Şekil 5.9'da görülebilmektedir. Şekil 5.10'da ise senaryolara göre yolcu başına getirilerin değişimi görülebilmektedir.

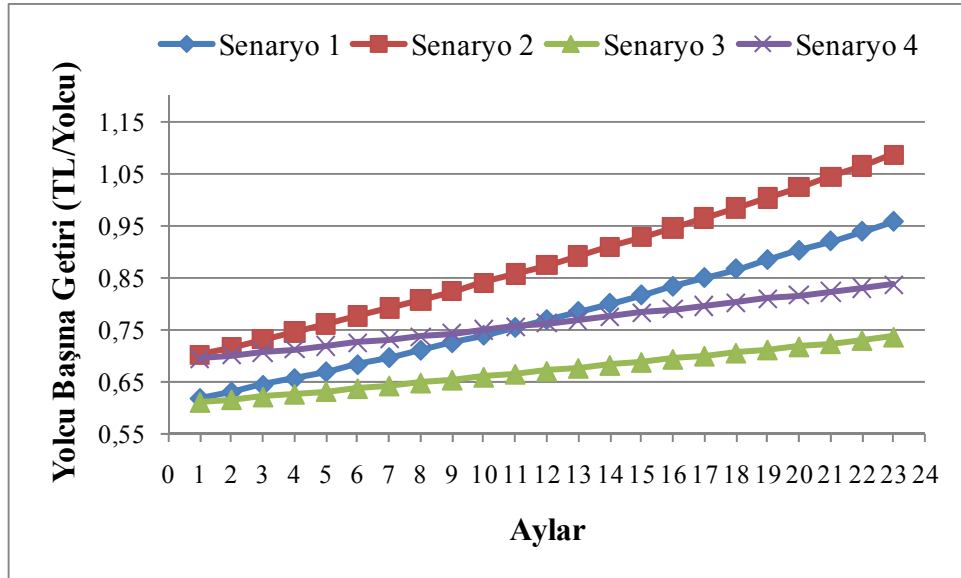
Bir değerlendirme yapacak olursak; oluşturulan model ile taşınabilecek yolcu sayısı belirlenirken yolcu başına getirilerin doğrudan ilgili olduğu söylenebilir. Şekil 5.9 ve Şekil 5.10'u göz önünde bulundurursak, Senaryo 3 ile en fazla yolcu taşınabileceği görülebilmektedir. Senaryo 1 ile Mayıs 2010'a kadar bu tarihten sonra ise Senaryo 4 ile daha fazla yolcu taşınabilmektedir. Senaryo 1 ve Senaryo 2'de yolcu başına getirilerde her ay % 2 artış uygulaması yapılması varsayılmıştır. Senaryo 3 ve Senaryo 4'de yolcu başına getirilerde her ay enflasyon oranına göre % 0,85 artış uygulaması yapılması varsayılmıştır.



Şekil 5.9 Senaryolara göre taşınabilecek yolcu sayıları

Yolcu başına getirilerde artış oranları çok büyük mertebede olmadığı zaman taşınabilecek yolcu sayılarındaki değişikliğin çok fazla olmayacağı söylenebilir. Bu yüzden bilet ücretlerinin belirlenmesinde veya uygulanacak artış oranının belirlenmesinde karar vericilerin dikkatli davranması gereklidir. Artış oranının yüksek mertebede yapılması durumunda taşınabilecek yolcu sayısının azalacağı dolayısıyla otobüsle toplu taşımacılığın cazibesini kaybedeceği ve otobüsle toplu taşımacılıktan

elde edilen gelirin azalacağı aşikârdır. Daha da önemlisi kentte yaşayan insanlar kentiçi yolculuklarında özel oto gibi daha başka tercihlere yönebileceklerinden kentiçi trafik işin içinden çıkılmaz bir hale dönüşebilir.



Şekil 5.10 Senaryolara göre yolcu başına getirilerin değişimi

Bilet ücretlerindeki aylık artış oranının her ay küçük mertebelerde olması durumunda ve de kullanıcıların bu durumdan haberdar edilmesi şartıyla ilerleyen zamanlarda otobüsle taşınabilecek yolcu sayısı artabilecektir ve kentindeki özel taşıt yoğunluğundan kaynaklanan trafik sıkışıklığı azaltılabilecektir. Bu yüzden, Denizli Belediyesi, özel bir firma tarafından işletilen otobüsle toplu taşımacılık sisteminde uygulanacak bilet ücreti artış oranları belirlenirken bu artış oranlarının makul seviyede tutulmasını sağlamalıdır. Ulaştırma sektörü hizmet sektörü olduğu için karar vericiler, bilet ücreti artış oranlarının belirlenmesi esnasında vermiş oldukları hizmetin kar amacıyla yapılmadığını, vermiş oldukları hizmetle kentte yaşayan insanlara otobüsle toplu taşıma sistemini teşvik edecek kaliteli, ucuz hizmet sunmak zorunda olduklarını unutmamalıdır. Hem kaliteli hem de ucuz olan otobüsle toplu taşımacılık hizmeti Denizli kentiçi trafiğini olumlu yönde etkileyerek yaşanan trafik sıkışıklığını azaltabilecek ve kentiçi trafikte yaşanan zaman kayıpları azaltılabilecektir. Ayrıca, kentindeki ulaşımdan kaynaklanan hava kirliliği, gürültü kirliliği de azalacaktır.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Denizli belediyesi kontrolünde işletmesi özel bir firmaya verilen otobüsle toplu taşımacılık sisteminin talep analizi yapılmıştır. Öncelikle kentiçi ulaşım sistemleri, toplu taşıma sistemleri, ulaşımda kalite, ulaştırma talebi, ulaştırmada talep analizi konularına değinilmiştir.

Daha sonra özel otobüs firmasından sağlanan Nisan 2008 ile Nisan 2009 arasındaki otobüsle toplu taşımacılıkla ilgili veriler (yolcu başına getiri, taşınan yolcu sayıları, elde edilen gelirler ve maliyetler) derlenmiş ve bu verilerin analizi yapılmıştır. Bu analizler yapılırken yolcu başına getiriler ile taşınan yolcu sayıları arasındaki ilişkiye bakılmış, bu ilişkinin anlamlı olup olmadığına karar verilmiştir. Daha sonra yolcu başına getirilerin eğilimi zaman serisine göre belirlenmiş ve bu eğilime göre Nisan 2009'dan itibaren gelecek 24 ay boyunca yolcu başına getirilerin tahmini yapılmıştır. Nisan 2008 ile Nisan 2009 arasındaki yolcu başına getiriler ile taşınan yolcu sayıları gözlem verisi olarak kullanılarak 24 ay boyunca yolcu başına getiri tahminleri ile taşınabilecek yolcu sayıları bulunmaya çalışılarak Kraft Talep Modeli oluşturulmuştur. Modelin katsayıları belirlenirken En Küçük Kareler (EKK) yöntemi ve “Çözücü” programı kullanılmıştır.

Oluşturulan model kullanılarak dört adet senaryo üretilmiştir. Bu senaryolar; Nisan 2009'daki yolcu başına getiride sırasıyla % 2 ve enflasyon oranında artış olma durumu (Senaryo 1, Senaryo 3) ve Nisan 2008 ile Nisan 2009 arasındaki yolcu başına getirilerin ortalamasında sırasıyla % 2 ve enflasyon oranında artış olma durumudur (Senaryo 2, Senaryo 4). En son olarak da senaryoların değerlendirilmesi yapılmıştır. Senaryo 3 ile en fazla yolcu taşınabileceği görülmüştür. Senaryo 1 ile Mayıs 2010'a kadar bu tarihten sonra ise Senaryo 4 ile daha fazla yolcu taşınabileceği görülmüştür. Oluşturulan modelden de anlaşılacağı üzere, taşınabilecek yolcu sayısı üzerinde yolcu başına getirilerin doğrudan etkisi vardır. Bu yüzden uygulanacak bilet ücretlerindeki artış

oranlarının makul düzeyde tutulması gerekmektedir. Böylece, otobüsle toplu taşımacılık sisteminin cazibesi artırılarak daha fazla yolcu taşınabilir ve daha fazla gelir elde edilebilir.

Yerel yönetimlerin ve yerel yönetimlerdeki karar vericilerin ulaştırma sektörünün bir hizmet sektörü olduğunu unutmamalıdır. Dolayısıyla, kentiçindeki toplu taşıma sistemindeki yolcu taşıma ücretlerinin artış oranlarının belirlenmesinde kar amacı güdülmemesi gereklidir ve kaliteli, ucuz bir hizmet sunulmaya çalışılmalıdır.

Bu çalışmada, özel otobüs firmasından elde edilen verilerin kısıtlı olması nedeniyle (Nisan 2008 ile Nisan 2009 arası) oluşturulan modelin geçerliliği tartışılabilir. Bu yüzden, ilerleyen zamanlarda elde edilecek gözlem verileri ile modelin geçerliliği sınanmalı ve gerekirse modelin güncellenmesi yapılmalıdır. Ayrıca, yerel yönetimlerin ve işletmeciler özel firmaların bu tarz çalışmalarda araştırmacılara veri konusunda yardımcı olmaları gerekmektedir. Bunun gibi çalışmalar, yerel yönetimlere ve işletmeciler firmalara uygulayacakları toplu taşıma politikaları konusunda yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

Black, A. (1997). Urban Mass Transportation Planning, **McGraw-Hill International Editions**, 411s.

Camkesen, N. (2004). Kentiçi Ulaşım Sistemleri, Yayınlanmamış Ders Notları.

Ceylan, H., Başkan, Ö., Haldenbilen, S., Ceylan, H. (2007). Şehirîçi Toplu Taşım Sorunları Ve Çözüm Yöntemleri: Denizli Örneği”, **5. Kentsel Altyapı Ulusal Sempozyumu**, Hatay, s. 121-132.

Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE), (2005). <http://www.die.gov.tr>

Erel, A. (1995). Ulaşım Planlaması 1, Yayınlanmamış Ders Notları.

İstanbul Valiliği ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi (2002) “İstanbul 1. Kentiçi Ulaşım Şurası Sonuç Raporu”, İstanbul.

Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM), İstatistik Yıllığı, (2004) <http://www.kgm.gov.tr>

Manheim, M. (1979) [Fundamentals of Transportation Systems Analysis Volume 1](#) Basic Concepts, **The MIT Press**, 635s.

Ongkittikul, S. and Geerlings, H. (2006) Opportunities for innovation in public transport: Effects of regulatory reforms on innovative capabilities. *Transport Policy*, 1–11.

- Pucher, J., Korattyswaroopam, N., and Ittyerah, N. (2004) The Crisis of Public Transport in India: Overwhelming Needs but Limited Resources. *Journal of Public Transportation*, 7(3): 95-113.
- Singh, S.K. (2005) Review of Urban Transportation in India. *Journal of Public Transportation*, Vol. 8(1): 79-97.
- Sohail, M., Maunder, D.A.C. and Cavill, S. (2005) Effective regulation for sustainable public transport in developing countries. *Transport Policy*, 1–14.
- UAP (2002) Denizli Belediyesi Ulaşım Ana Planı, Final Raporu.
- UTFB (2005) Urban Transport Fact Book <http://www.publicpurpose.com/ut-intlmkt95.htm>
- Yardım, M.S. (2002) Kentiçi Ulaşımında Otobüsle Toplulaşım İçin İşletmecilik Şeklinin Belirlenmesine Yönelik Bir Matematik Model., Doktora Tezi, **Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

Adı, soyadı : Ahmet Bora YAŞAR
Ana adı : Azime
Baba adı : Mehmet
Doğum yeri ve tarihi : Ankara, 26.09.1977
Lisans eğitimi ve mezuniyet tarihi : Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ağustos 2006
Çalıştığı yer : SAB İnşaat Ltd. Şti / DENİZLİ
Bildiği yabancı dil : İngilizce, Almanca