

KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ankara Metrosu M1 (Kızılay-Batıkent) Hattı Hareket Saatlerinin Çizelgelenmesi

Muhammed Abdullah GENÇER

MART 2016

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Muhammed Abdullah GENÇER tarafından hazırlanan ANKARA METROSU M1 (KIZILAY-BATIKENT) HATTI HAREKET SAATLERİNİN ÇİZELGELENMESİ adlı Yüksek Lisans Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof.Dr.Burak BİRGÖREN

Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve **Yüksek Lisans Tezi** olarak bütün gereklilikleri yerine getirdiğini onaylarım.

Doç.Dr.Tamer EREN

Danışman

Jüri Üyeleri

Başkan : Doç. Dr. Metin DAĞDEVİREN

Üye (Danışman) : Doç. Dr. Tamer EREN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Suna ÇETİN

16/03/2016

Bu Tez İle Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Prof.Dr.Mustafa YİĞİTOĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

ANKARA METROSU M1 (KIZILAY-BATIKENT) HATTI HAREKET SAATLERİNİN ÇİZELGELENMESİ

GENÇER, Muhammed Abdullah

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç.Dr.Tamer EREN

Mart 2016, 114 sayfa

Son zamanlarda artan nüfus ile kent içi seyahat eden yolcu sayısı her geçen gün artmaktadır. Halkın memnuniyeti ve işletmenin imkanları dikkate alınarak, toplu taşıma araçlarının sefer zamanlarının en uygun şekilde çizelgelemesinin yapılması gerekmektedir. Ulaşımında planlama yaparken kullanılan faktörlerin hesaplanabilmesi için yolcuların ulaşım bilgisine ihtiyaç vardır. Bunun için özellikle günlük yolculuk hareketleri ile ilgili kayıtlar dikkate alınmaktadır. Ulaşım sisteminde etkinlik, güvenlik, verimlilik ve memnuniyetin sağlanması faaliyetlerin önceden planlanmasına bağlıdır. Talep tahmini çalışmalarında mevcut talep bilgileri doğrultusunda ileriye dönük bilgiler yaklaşık olarak tahmin edilmektedir. Bu tezde Ankara M1 (KIZILAY-BATIKENT) metro hattı için altı farklı yöntem kullanılarak talep tahmini yapılmıştır. Bu altı yöntemin sonuçları kıyaslanmıştır. Kıyaslanan sonuçlar gerçek veriler ile karşılaştırılarak, en iyi talep tahmin yöntemi belirlenmiştir. Talep tahmin yöntemine göre sonraki dönemler için yolcu sayısı tahmin edilmiştir. Kaynakların etkin kullanımı ışığında planlar ve tahminler yapılırken bununla birlikte zaman çizelgesi hazırlanmalıdır. Bu çalışmada Ankara M1 (KIZILAY-BATIKENT) metro hattında, yolcu talebi ve metro işletme imkanları dikkate alınarak zaman çizelgelemesi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ankara Metro Hattı, Talep Tahmini, Toplu Ulaşım, Zaman Çizelgeleme

ABSTRACT

ANKARA METRO LINE MOVEMENT HOURS BE SCHEDULED M1 (KIZILAY-BATIKENT)

GENÇER, Muhammed Abdullah

Kırıkkale University

Institute of Science and Technology

Department of Industrial Engineering

M.Sc.Supervisor: Doç.Dr.Tamer EREN

March 2016, 114 pages

The number of passengers traveling with the increasing urban population is increasing every day lately. Satisfaction of the people and taking into account the possibility of the business, the most appropriate way of time is required at the time of public transport scheduling can be produced. The passengers of the factors used to calculate when the information is needed in transportation planning transportation. Records relating to the movement for this particular day cruises are considered. Efficiency in the transportation system, security depends on the activities planned in advance to ensure efficiency and satisfaction. Forward-looking information reflects current demand information on demand forecast study estimated approximately. In this thesis Ankara M1 (KIZILAY-BATIKENT) demand using six different methods for estimation of the subway line. The results of these six methods were compared. Comparing the results are compared with actual data, it is determined the best demand forecasting methods. Demand forecasting method based on the number of passengers has been estimated for future periods. However effective use of resources in the light of plans and estimates are being made along the timeline should be prepared. In this study, Ankara M1 (the Red Crescent-BATIKENT) subway line, taking into account passenger demand and metro business opportunities are made when scheduling.

Keywords: Ankara Metro Line, Forecasting, Public Transportation, Time Scheduling

TEŞEKKÜR

Tez alıőmam boyunca benden desteklerini esirgemeyen öncelikle sayın danışman hocam Doç.Dr.Tamer EREN'e, Araştırma görevlisi Mustafa HAMURCU hocamıza, kurumumuz Ankara Metrosu personellerinden Suat KARA bey'e teşekkür ederim.

Ayrıca çalıőmam boyunca fedakârlıklarından ve sabırlarından dolayı eőim Derya GENÇER, kızım Remziye Zeynep GENÇER, annem Hatice GENÇER, babam Sedat GENÇER ve kardeőim Nizamettin GENÇER'e teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
KISALTMALAR DİZİNİ	x
1.GİRİŞ	1
2.RAYLI SİSTEMLER	4
2.1. Türkiye ve Ankarada Nüfusun değişimi	4
2.2. Türkiyede Araç Sayısının Değişimi.....	5
2.3. Hafif Raylı Sistemler	9
2.2. Metro Sistemleri (Ağır Raylı Sistemler)	10
3. RAYLI SİSTEMLER ZAMAN ÇİZELGELEME	11
4. TALEP TAHMİNİ	15
4.1. Talep ve Talep Tahmini	16
4.1.1. Kısa Vadeli Tahminler	17
4.1.2. Orta Vadeli Tahminler	17
4.1.3. Uzun Vadeli Tahminler	17
4.2. Talep Tahminlerinin İlkeri	18
4.3. Tahmin Yöntemleri.....	18
4.3.1.Talep Araştırma Yöntemleri	19

4.3.1.1.Kalitatif Yöntemler	19
4.3.1.2.Kantitatif Yöntemler	20
4.3.2. Zaman Serileri Analizi	20
4.3.3. Zaman Serisi Çeşitleri	21
4.3.3.1.Basit ortalama Yöntemi	22
4.3.3.2.Hareketli Ortalama Yöntemi	22
4.3.3.3.Ağırlıklı Ortalama Yöntemi	23
4.3.3.4.Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemi.....	23
4.3.3.5.Üssel Düzeltme Yöntemi	24
4.3.3.6.Regresyon (En küçük kareler Yöntemi)	25
4.4.4. Zaman Serilerinin Elemanları.....	27
5. LİTERATÜRDE YAPILAN ÇALIŞMALAR	29
6. UYGULAMA.....	40
6.1. Ankarada Ulaşım	40
6.1.1. Tramvay ve Hafif Raylı Sistemler	44
6.1.2. Metro sistemi	45
6.2.Talep Tahmini.....	51
6.3.Zaman Çizelgeleme	55
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	65
KAYNAKLAR	67
EKLER	75
EK 1.....	75
EK 2.....	77

EK 3.....	79
EK 4.....	81
EK 5.....	83
EK 6.....	85
EK 7.....	87
EK 8.....	89
EK 9.....	91
EK 10.....	93
EK 11.....	95
EK 12.....	97
EK 13.....	99
EK 14.....	101
EK 15.....	103
EK 16.....	105
EK 17.....	106
EK 18.....	109
EK 19.....	112

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1. Bazı Toplu Taşıma Sistemlerinin Faktörlere göre sıralanması	4
Çizelge 2.2. Saatte bir yöne yolcu kapasitesi.....	7
Çizelge 2.3. Ulaşım sistemlerinin yolcu-km başına enerji tüketimi.....	7
Çizelge 2.4. Ulaşım sistemine göre km maliyeti.....	8
Çizelge 6.1. Ankarada Ulaşım İstatistikleri	41
Çizelge 6.2. Ankaray-Metro araç bilgisi.....	49
Çizelge 6.3. Talep tahmin yöntemlerinin sonuçlarının karşılaştırılması	54
Çizelge 6.4. Ortalama Gerçekleşen Yolcu Sayısı	57
Çizelge 6.5. Mevcut tren işletme programı.....	58
Çizelge 6.6. Ortalama Tahmin Değeri.....	59
Çizelge 6.7. Önerilen Hafta İçi Normal (15 dk) Zaman Çizelgesi.....	61
Çizelge 6.8. Önerilen Tatil Günleri (15 dk) Zaman Çizelgesi	62
Çizelge 6.9. Önerilen Cumartesi Günleri Normal Zaman (15 dk.) Zaman Çizelgesi	63
Çizelge 6.10. Önerilen Pazar Günleri Normal Zaman Çizelgesi	64

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Ankarada yıllara göre yolcu maliyetleri değişimi	5
Şekil 2.2. Ankaradaki Otomobil Sayısının Yıllara göre değişimi	6
Şekil 6.1. Ulaşım türlerine göre tek yönde saatte yolcu maliyetleri.....	43
Şekil 6.2. Ankara Büyükşehir Belediyesi Raylı Sistemler Ağ Haritası	50
Şekil 6.3. Toplu taşıma sistemleri türüne göre yolcu başına enerji tüketimi	51
Şekil 6.4. Yolculuk talep tahmini iş akışı	52
Şekil 6.5. Yapılan çalışmanın akış şeması	56

KISALTMALAR DİZİNİ

M1	Kızılay-Batıkent Metro Hattı
M2	Kızılay-Çayyolu Metro Hattı
M3	Batıkent-Sincan Metro Hattı
M4	Keçiören-Tandoğan Metro Hattı
dB	Desibel
DC	Doğru Akım
TNT	Transit Ağ Çizelgeleme
GA	Genetik Algoritma
TS	Tabu Arama
NSGA-II	Sıralama Genetik Algoritma II
MSBT	Otobüs çizelgeleme
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
ANKARAY	Ankara Hafif Raylı Dikimevi-AŞTİ hattı
AŞTİ	Ankara Şehirlerarası Terminal İşletmesi
HRS	Hafif Raylı Sistem
ATC	Otomatik Tren Kumandası
VOBC	Araç Üstü Kontrol Ekipmanı
ATO	Otomatik Tren İşletme Sistemi
CABS	Kabin yarı otomatik sinyalizasyonu
MANUEL	Sürücü kontrollü Tren İşletme Sistemi
SCADA	Tren Veri Toplama Sistemi

1. GİRİŞ

Dünyada sanayileşme ile başlayan kentleşme, pek çok sorunu beraberinde getirmiştir. Bu sorunların başında ulaşım gelmektedir. Ulaşım kısaca insanların ve eşyaların bir yerden başka yere taşınması olarak tanımlanabilir. Ulaşımında kentleşmeden kaynaklanan çeşitli sorunların ortadan kaldırılması kent içinde ekonomik, sağlıklı ve etkin ulaşım sistemleri kurulması ve planlanmasına bağlıdır. Gelişmiş ülkelerde kentsel planlama ve trafik sıkışıklığı sorununa çözüm getirmek, verimli yolcu taşımacılığı gerçekleştirebilmek için toplu taşımacılık ön plana çıkmıştır(Yaşar, 2009).

19. yüzyılda dizel motorların ve elektrikli trenlerin ortaya çıkması kent içi toplu taşımada otobüs, tramvay ve metro ile toplu taşımacılığın başlamasına katkı sağlamıştır. 1897 yılında elektrikli trenlerin yer altında çalışmaya başlamasıyla metro devri başlamıştır.

Dünyada ilk metro uygulaması 1863'te Londra'da olmuştur. O zamandan itibaren raylı sistemler taşımacılığında teknolojik ve işletmecilik açısından büyük değişiklikler olmuştur. Günümüzde raylı sistemler taşımacılığı uygun şekilde işletildiğinde diğer ulaşım sistemlerine oranla hız, güvenilirlik ve kapasite açısından yolculara avantaj sağlamaktadır. Ayrıca çevre kirliliğine neden olmaması günümüz kent içi ulaşım sistemlerinde yoğun şekilde kullanılmasının önünü açmıştır. Metropolit kentlerde ulaşımın diğer ulaşım sistemleri ile planlı ve bütünleşik bir şekilde genişletilmesi ulaşım sorunlarının giderilmesinde önemli katkılar sağlar(Demircan, 2010).

Ulaşım planlamaları, kapsamlı ve disiplinli çalışma sonucunda ulaşılmak istenen hedef ve politikalara uygun hale getirilecek çalışma ile insana öncelik veren çevresel, kentsel yapıları bozmayan aksine katkıda bulunan, modern teknolojileri takip edebilen yatırım ve işletmecilikle mümkün olmaktadır(Yaşar, 2009).

Teknolojinin hızla gelişmesi ulaşım sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Bu sorunlar sadece ülkemizde değil dünyanın birçok büyük kentlerinde ortaya çıkmaktadır. 90'lı yıllarda araştırmalara göre ülkemizde nüfusun yaklaşık %33 il ve

ilçelerde yaşamaktadır. Otomobil sayılarının artması trafik sorununu da beraberinde getirmiştir. Otomobil sayılarının hızla arttığı kentlerimizde işletilen raylı sistemlerin atıl kalmasına veya istenilen düzeyde kullanılmamasına yol açmıştır. 1950 'li yıllarda raylı sistemlerle ilgili planlama yapılmaması aksine otomobillerin ulaşım yollarını kolaylaştıracak yollar inşa edilmesi ilerleyen zamanda özel otomobil kullanımını gün geçtikçe arttırmıştır. Bir başka açıdan özel otomobillerin artması petrole olan talebi arttırdığından döviz gelirlerinin yurtdışına çıkmasına da neden olmuştur. Ulaşım sorunlarının çözülmesinde en etken yol olarak toplu ulaşımın özendirilmesi otomobil kullanımının azaltılmasına yönelik çalışmalar olmalıdır. Bu çalışmalar raylı sistemlerin kullanımının arttırılmasına da neden olacaktır(Ocak ve Manisalı, 2006).

Ülkemizde 1960'lı yıllarda ve sonrasında karayolu alt yapı sistemleri inşa edilmesi raylı sistemlerin geri plana atılmasına neden olmuştur. Avrupa ülkelerinde ise bu önceden fark edilmiş ve raylı sistemler faktörü işletmeye koyulmuştur. Gelişmiş ülkelerde 19. yüzyılda da başlayan raylı sistem çalışmaları 70'li yıllardaki enerji bunalımı ve daha sonraki yıllarda çevresel etkilerinin düşünülmesiyle çalışmalar artmıştır. Ülkemizde ilk kent içi raylı sistem Aksaray-Esenler hattı 1989 yılında açılmıştır. Raylı sistem Metro taşımacılığı ikiye ayrılmaktadır. Bunlardan birisi Hafif raylı sistemler büyük kentlerde yolcu yoğunluğunun yüksek olduğu yerlerde tek dizi halinde çalışan belli güzergâhı ayrılmış yolu olan ve genellikle yer altından sağlanan ulaşım sistemidir. Ağır raylı sistemler ise hafif raylı sistemlerle birçok özelliği benzer olmasına rağmen yolcu taşıma kapasitesi ve araç özellikleri yönüyle hafif raylı sistemlerden ayrılmaktadır. Demiryolu yapım maliyetleri diğer ulaşım sistemlerine göre daha ucuz, konforlu ve kaza riski daha azdır(Ocak ve Manisalı, 2006).

Çalışmamızın ilk bölümünde toplu taşıma ve raylı sistemlerin tarihsel gelişimi, ülkemizde ve dünyada ilk raylı sistem işletmeleri ve toplu taşıma sistemlerinin önemine değinilmektedir.

İkinci bölümde raylı sistem çeşitlerinden bahsedilmiş ve raylı sistem çeşitleri hakkında bilgiler verilmiştir. Raylı sistemler diğer ulaşım türlerine göre bazı faktörler açısından kıyaslanmıştır.

Üçüncü bölümde zaman çizelgeleme problemlerine değinilmiştir. Zaman çizelgeleme problemleri için genel ifadeler, problemin tanımlanması, probleme etki eden faktörler gözönüne alınarak önemi belirtilmiştir.

Dördüncü bölümde talep tahmini çalışmamızın önemine değinilerek, talep tahmininin aşamaları ve talep tahmin yöntemleri hakkında bilgiler verilmiştir.

Beşinci bölümde zaman çizelgeleme problemleri hakkında literatür çalışmalarına değinilmiştir. Yapılan çalışmalar kronolojik sırayla anlatılmıştır.

Çalışmamızın son bölümünde Ankara Metrosu M1 (Kızılay-Batıkent) hattı için bilgiler ve genel ifadelere değinilmiştir. Talep tahmin yöntemlerinin ve zaman çizelgelenmesinin uygulamasına değinilmiştir.

2.RAYLI SİSTEMLER

Ülkemizde özellikle son 10 yıllık kent içi ulaşım sistemi göz önüne alındığında raylı sistemlerde ciddi bir gelişim olduğu gözlenmektedir. Hızlı kentleşme ve nüfusun artışıyla birlikte günümüzde en büyük sıkıntı ulaşım sorunudur. Toplu taşıma sistemlerinde ülkemizde raylı sistemler ön plana çıkmaya başlamıştır. Bu tercihte işletme maliyetlerinin ve kaza risklerinin diğer ulaşım sistemlerine göre daha düşük olması etkilidir. Teknolojik, çevresel ve ekonomik özellikler göz önüne alındığında bazı toplu taşıma sistemlerinin karşılaştırılması Çizelge 2.1. de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Bazı Toplu Taşıma Sistemlerinin Faktörlere göre sıralanması

Toplu Ulaşım Aracı	Teknolojik		Ekonomik	Çevresel
	Kapasite	Hız		
Otomobil	3	1	3	2
Minibüs/Otobüs	2	3	2	3
Metro	1	2	1	1

2.1. Türkiye'de ve Ankara'da Nüfusun Değişimi

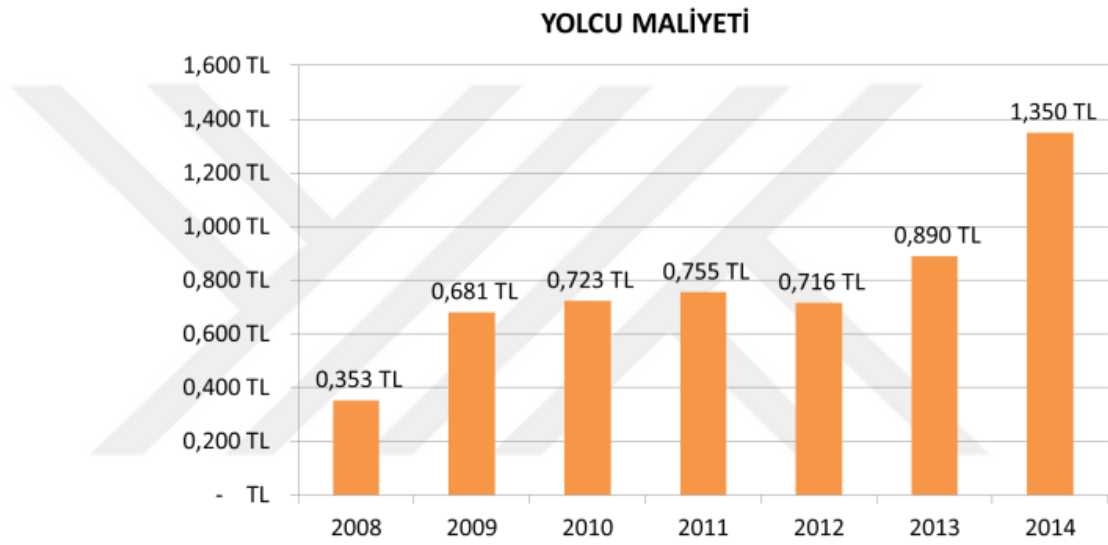
Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, 2000–2012 döneminde toplam yüzde 11, yıllık da yüzde 0,9 olarak nüfusun arttığı görülmektedir. Nüfusun kentsel ve kırsal dağılımına bakıldığında ise 2000'de yüzde 65'e ve 2012'de ise yüzde 77'ye erişmiştir. Günümüzde Türkiye'nin en kalabalık kenti 13,8 milyonluk nüfusu (yüzde 18,3) ile İstanbul olup, İstanbul'u sırasıyla yaklaşık 5 ve 4 milyonluk nüfus ile Ankara (yüzde 6,6) ve İzmir (yüzde 5,3) takip etmektedir. Toplam nüfusu yaklaşık 22,8 milyon olan bu üç büyükşehir, ülke nüfusunun yüzde 30,2'sini barındırmaktadır.

İstanbul, Ankara ve İzmir'in haricinde kalan büyükşehirlerde de hızlı bir büyümenin gerçekleştiği görülmektedir. Benzer büyüme oranlarının gelecekte de devam etmesi durumunda birçok yeni kentte de ulaşım hizmetlerine olan talebin artacağı ve yeterli altyapısı bulunmayan kentlerin daha büyük sorunlarla karşılaşabileceği

görülmektedir. TÜİK verilerine göre 2013-2023 yılları arasında toplam ülke nüfusunun yıllık ortalama yüzde 1'lik artış oranıyla 76,4 milyondan 84,2 milyona yükseleceği tahmin edilmektedir.

Ankarada bazı ilçelerin 2014 nüfuslarına bakıldığında Çankaya (914.501), Keçiören (848.305), Yenimahalle (591.462), Mamak (568.396), Sincan (484.694), Etimesgut (469.626), Altındağ (359.597) olduğu görülmektedir. Şekil 2.1. de Ankarada yıllara göre yolcu maliyetleri değişimi gösterilmiştir.

Şekil 2.1. Ankarada yıllara göre yolcu maliyetleri değişimi



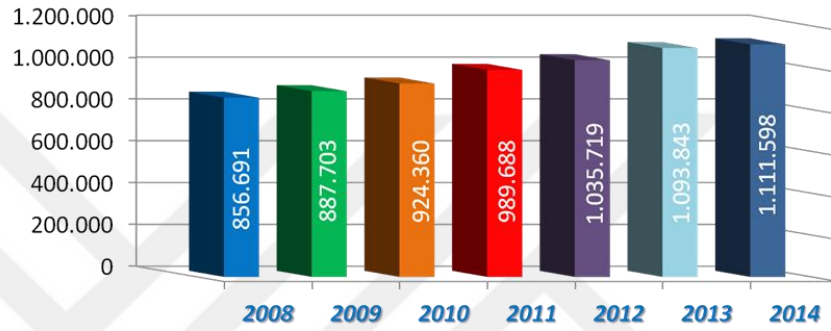
2.2. Türkiye'de Araç Sayısının Değişimi

Nüfus büyüklüklerinde meydana gelen değişimlerin yanında araç ve otomobil sahipliğinde de hızlı bir artış gözlemlenmiştir. Türkiye'de 1974 yılında kayıtlı 631 bin aracın 313 bini otomobil iken 1000 kişi başına düşen toplam araç ve otomobil sayısı sırasıyla 16,2 ve 8,0 olarak gerçekleşmiştir. 2012 yılına gelindiğinde toplam araç sayısı 15,4 milyonu otomobil sayısı ise 8,6 milyonu aşmış, toplam araç ve otomobil sahiplik oranları ise sırasıyla 1000 kişi başına 204,8 ve 114,4 olarak gerçekleşmiştir.

Otomobil ve araç sayısı şehirler bazında incelendiğinde 2012 yılı sonu itibarıyla ilk üç sırayı İstanbul, Ankara ve İzmir'in aldığı görülmektedir. Bu üç ilde bulunan otomobillerin sayısı 3,6 milyon (toplam otomobil sayısının yüzde 41'i), toplam araç

sayısı ise 5,4 milyondur (toplam araç sayısının yüzde 35'i). Yalnızca 2000-2012 döneminde Türkiye genelinde toplam otomobil sayısı yaklaşık 4,2 milyon artarken, söz konusu artış miktarı İstanbul, Ankara ve İzmir için sırasıyla 1 milyon, 390 bin ve 227 bin olarak (toplam artışın yüzde 38'i) gerçekleşmiştir. Şekil 2.2. de Ankaradaki otomobil sayısının yıllara göre değişimi gösterilmektedir.

Şekil 2.2. Ankaradaki Otomobil Sayısının Yıllara göre değişimi



İstanbul, Ankara ve İzmir ile birlikte ilk 10'da yer alan Antalya, Bursa, Konya, Adana, Mersin, Kayseri ve Gaziantep şehirlerindeki otomobillerin toplam sayısı 5,2 milyona (toplam otomobil sayısının yüzde 52'si), toplam araç sayısı ise 8,7 milyona (toplam araç sayısının yüzde 56'sı) erişmektedir.

Ülke ortalamasının 114,4 otomobil/1000 kişi olduğu otomobil sahiplik oranları ele alındığında Ankara 208,6, Muğla 167,2 ve Antalya 162,9'luk oranlar ile ilk üç sırayı paylaşırken, İstanbul 145,1 oranı ile altıncı, İzmir ise 139,5 oranı ile dokuzuncu sırada yer almaktadır. Öte yandan toplam araç sahiplik oranının ortalaması 204,8 iken Muğla, Antalya ve Burdur 396,5, 359,0 ve 348,1'lik oranlar ile ilk üç sırada yer almakta; İzmir 251,7 oranı ile 14., İstanbul ise 219,2 oranı ile 24. sırada bulunmaktadır.

Hızlı ve uygun planlama gerçekleştirilmeden gelişen kentlerimizin ulaşım sorununun çözülmesinde günümüzde raylı sistemlerle ulaşım önemli planlama araçlarından birisi olarak kabul edilmektedir. Raylı sistemler kent nüfusu ve ulaşım maliyetleri

göz önünde bulundurularak kent ulaşımında kullanılmalıdır. Raylı sistem ulaşımı, kent içi diğer ulaşım araçlarıyla beraber maliyetlendirme çalışmasında karayoluna göre daha uygun ise kullanılması tercih edilmelidir. Bundan dolayı ulaşım maliyetlendirme ve fizibilite çalışmaları önceden planlaması yapılarak hangi ulaşım türünün tercih edileceğine karar verilmeli ve ona göre kullanılmalıdır. Ulaşım sorunlarının çözülmesi için ayrıca diğer ulaşım sistemleriyle bütünleşik bir şekilde çalışması gereklidir. Çizelge 2.2.' de bir yönde saatlik yolcu sayılarına göre sabit bekleme süresi baz alınarak tercih edilecek ulaşım sistemi gösterilmektedir;

Çizelge 2.2. Saatte bir yöne yolcu kapasitesi

Yolcu taşıma sistemi	Yolcu kapasitesi (Yolcu/saat/yön)
Banliyö Treni / Metro	40.000-60.000
Hafif Raylı Sistem (LRT / HRS)	15.000-22.000
Körüklü Otobüs (özel yolda)	12.000-20.000
Körüklü Otobüs	10.000-15.000
Otobüs	8.000-12.000
Minibüs	6.000-10.000
Otomobil	2.000-5.000

Maliyetlendirme çalışmalarında yolcu sirkülasyonu ve enerji tüketimi de ulaşım sistemine karar verilmesi açısından önemli faktördür. Çizelge 2.3.'de yolcu ve km başına ulaşım türü açısından birim maliyet tablosu yer almaktadır. Çizelge 2.4.'te ulaşım sistem türüne göre km maliyeti yer almaktadır(Yaşar, 2009).

Çizelge 2.3. Ulaşım sistemlerinin yolcu-km başına enerji tüketimi

Sistem Tipi Enerji Tüketimi	Sistem Tipi Enerji Tüketimi
Otomobil	515
Dolmuş	241
Minibüs	134
Otobüs	96
Tramvay	112
Metro	97
Tren	100

Çizelge 2.4. Ulaşım sistemine göre km maliyeti

Kent İçi Ulaşım Sistemleri Türü	Maliyeti (Milyon ABD Doları/Km)
Özel yollu otobüs	3-13
Hafif Raylı Sistem	13-40
Metro (Hemzemin-Viyadük)	30-100
Metro (Yeraltı)	45-320

Toplu taşıma sistemleri teknolojik, ekonomik ve çevresel faktörler açısından karşılaştırılabilir. Teknolojik faktörlerine bakıldığında, araçların kapasitesi ve hızı önem taşır. Teknolojik faktörlerin karşılaştırılmasında en belirgin özellikler kapasite ve ticari hızdır. Otomobil ticari hız açısından en yüksek olmasına rağmen taşıt başına yolcu kapasitesi bakımından en düşük kapasiteye, trenler en yüksek ticari hıza sahip olmasıyla birlikte her iki kapasite bakımından en yüksek kapasiteye sahiptir. Bunların yanında minibüsler ve otobüsler en düşük ticari hıza sahip araçlardır ve bu araçların yolcu kapasiteleri de diğer yolcu taşıma sistemlerine göre nispeten düşüktür. Metro ise trenden sonra en fazla yolcu kapasitesine sahiptir ve diğer araçlara nispeten hızlıdır.

Toplu taşıma sistemlerinde geçiş üstünlüğü ayrı faktör olarak değerlendirilebilir. Geçiş üstünlüğüne göre; genel trafik içinde hareket eden sistemler, kısmen özel yola sahip olan sistemler, özel yola sahip sistemler diye ayrılabilirler. Enerji, zaman ve maliyetlerden tasarruf sağlayan toplu taşıma araçları genellikle tercih edilmektedir. Toplu taşıma sistemleri enerji tüketimi yönünden kıyaslandığında Almanya’da yapılan bir çalışmaya göre demiryolunda tüketilen enerji 1 kabul edilirse, otoyolda tüketilen enerji 3, hava yolunda 5,2 olmaktadır. Uluslararası Demiryolları Birliği’nin bir raporuna göre ise bir yolcu 1 kwh enerji harcayarak tren ile 5 km, Otomobille 1,7 km. ve Uçakla 1,1 km. seyahat edebilmektedir.

Saatte bir yönde yolculuk talep düzeyi 10-12 bin kişiye ulaşana kadar otobüs, eğer talep düzeyi daha fazla ise kapasitesi ve ticari hızı daha yüksek olan ulaşım sistemi tercih edilmelidir. Metrobüsle yolcu taşımacılığında bir yönde saatte 48 bin yolcu taşıma düzeylerine ulaşılmış olması yüksek talep düzeylerinde raylı sistemlere kıyasla daha düşük maliyetli bir seçeneği ortaya çıkarmış bulunmaktadır.

Yolcu, trenin istasyona farklı zamanlarda girişlerinde istediği zamanda binebilir. Akıllı kart kullanılması; yolcuların davranışları, sayıları gibi bilgileri verebilir. Böylelikle yolcuların seyahat süresi, indiği ve bindiği istasyon bilgilerine de ulaşılabilir.

Toplu taşıma araçları çevresel özellikleri bakımından iki başlıkta ele alınabilir: hava-gürültü kirliliği ve güvenlik sorunudur. Motorlu taşıtlar egzoz gazı ile ortama insan sağlığına zararı olan kurşun ve diğer zehirli maddeler bırakır. Aynı şekilde gürültü de insan sağlığını etkilemektedir. Konforlu seyahat için gürültü seviyesinin rahatsızlık bölgesi 75-120 dB olarak kabul edilmektedir. Araştırmalara göre karayollarındaki gürültü 72-92 dB, tren gürültüsü 65-75 dB arasında değişmektedir. İnsan sağlığı açısından 8 saatlik bir çalışma için gürültü sınırının en fazla 90 dB olduğu göz önüne alınırsa demiryollarının önemi daha da artmaktadır. Kaza olasılığı, ulaşım türlerinin fiziksel özerklikleri ve taşıt kapasiteleri ile ters orantılıdır. Kaza olasılığına göre sıralandığında ise metro ve hafif raylı sistemin kaza olasılığı, otobüs ve minibüsün kaza olasılığına göre oldukça düşüktür. Otomobil de otobüs ve minibüse göre kaza olasılığı daha fazladır.(Baştürk, 2015).

2.3. Hafif raylı sistemler

Hafif Raylı Sistemler kent içi toplu taşımacılıkta Tramvay sistemlerine göre yüksek yolculuk kapasitesine sahiptir. Saatteki maksimum yolculuk kapasitesi yaklaşık 30.000-40.000 yolcu/yön şeklindedir. Yolculuk taleplerinin yüksek olduğu ana ulaşım sistemlerinde tercih edilmekte daha yüksek yolcu kapasitesi olan yerlerde yüksek kapasiteli sistemlere entegre edilmektedir.

Raylı sistemler tecrit edilebilir olduğundan ulaşım sistemi açısından hem güvenli olan hem yüksek ticari hızlarda kullanılabilen sistemlerdir. Hafif raylı sistemlerin ortalama ticari hızı 45 km/sa, maksimum seyir hızı 80 km/sa dir. Hemzemin, viyadük ve tünel olarak inşa edilebilirler. İstasyon platform uzunluğu 100 m ve araç genişliği

2650 mm 'dir. Enerji; katener, rijit katener ve 3. ray sistemleriyle sağlanır. Yaygın olarak 750 V DC veya 1500 V DC akım tercih edilmektedir.

2.4. Metro Sistemleri (Ağır Raylı Sistemler)

Ulaşım sistemleri açısından en yüksek yolcu taşıma kapasitesine sahip kent içi ulaşım sistemidir. Dünyada hemen her yerde ana ulaşım sistemi olarak kullanılmaktadır. Taşınabilir yolcu kapasitesi 70.000 yolcu/saat/yön, maksimum yolcu kapasitesi 100.000 yolcu/saat/yön 'dür. Ağır raylı sistemlerin ortalama ticari hızı 35-45 km/sa, maksimum seyir hızı 80 km/sa 'tir. Enerji katener, rijit katener ve 3. ray sistemleriyle sağlanır. Yaygın olarak 750 V DC veya 1500 V DC akım tercih edilmektedir. Büyük şehirlerde en yüksek yolculuk taleplerinin tespit edildiği hatlarda metro sistemleri tercih edilmektedir.

3. RAYLI SİSTEMLERDE ZAMAN ÇİZELGELEME

Kent içi yolcu taşımacılığında sefer sayısı, genellikle yolcuların gün içindeki zamanlara ya da günlere göre yoğunluk durumu düşünülerek belirlenmektedir. Seferler genellikle gidiş-dönüş yani halka şeklinde olmaktadır. Toplu taşımada belirli hatta sahip olan toplu taşıma sistemlerinin, istasyondan ve varış noktasından kalkış saatleri vardır.

Yolcuların duraklarda fazla beklememesi için kalkış saatleri veya araç sıklığı yolcunun talebine göre belirlenmelidir. Yolcular için hazırlanan seferler ayrıca şoförler için de çizelgelenmelidir. Seferler çizelgelenirken şoförlerin çalışma süresi, dinlenme süresi, yemek molası gibi kısıtlara uyulması zorunludur.

Sürücünün çalışma süresi gün içindeki mesai saatini aşmamalı, aşacağı zaman ise sürücü dinlendirilmeden tekrar mesaiye başlamamalıdır. Bu toplu taşıma türüne, çalışılan yere ve yolcu yoğunluğuna göre değişebilmektedir. Bu kısıtlara uyulması aynı zamanda yolcu talebini karşılayacak en az sefer-şöfor ile yürütülmesini de gerektirir. Aslında problem, çizelgelemeyi ve şoför sayısının minimizasyonunu birlikte barındırır. Çizelgeleme çalışması yapılacak toplu taşıma türü için sefer sayısı ve yolcu yoğunluğu artıkça optimizasyon süreci hem daha karmaşık hale gelecek hem de daha fazla zaman harcanacaktır. Planlanan sefer zamanları birden çok hatta bağlı ve liste haline getirilip sunulabilmektedir. Günümüzde şoförlerin uygun seferlere çizelgelenmesi olarak süregelen bu liste, istasyon sorumlusu tarafından kişisel tecrübelerle dayanarak yapılmaktadır. Şoförlerin uygun seferlere çizelgelenmesi çalışmalarını problemin karmaşıklığından dolayı optimize edilmesi beklenmeden istasyon sorumluları tarafından gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla çizelgelemenin bir insan tarafından yapılması bilgisayar ve programlar tarafından yapılmasına göre daha yüksek hata sonuçları verebilmektedir. Böylece olabilecek optimize sonuç kaçırılabilir. Bu çizelgeleme çalışmasına sefer sayısının değişkenliğinin de eklenmesi problemi daha da zorlaştırmaktadır. Bu da zaman ve verim kaybına yol açar.

Zaman çizelgeleme problemi malzeme veya sermayenin belirli kısıtların olduğu koşullarda belirlenen zaman aralıklarına atandığı problem tipidir. Bilinen

algoritmalar yerine alternatif algoritmalar kullanılması problem çözümlerini zorlaştırmaktadır. Karmaşık yapısından dolayı günümüze kadar uğraşıla gelen konu olmuştur.

Zaman çizelgeleme şimdiye kadar birçok farklı alanda çözüm yöntemi olarak kullanılmıştır. Eğitim kurumlarında sınav ve ders programı çizelgeleme, makine çizelgeleme, üretim çizelgeleme bu çalışma alanlarından birkaçıdır. Özellikle son zamanlarda, tren seferlerinin çizelgelenmesi, çalışma saatlerinin çizelgelenmesi, proje çizelgeleme, spor müsabakalarında çizelgeleme, tedarikçilerin çizelgelenmesi, eğitim programlarının çizelgelenmesi konularında çokça çalışmaya rastlanmaktadır. Çizelgeleme çalışmaları 1980 yıllarda başlamış ve bu çalışmalar özellikle 2000 yılından sonra çok ölçütlü çizelgeleme çalışmalarına doğru kaymaya başlamıştır(Öğüt ve Evren, 2006).

Tren gecikme sorununu çözmek için uygun metodoloji ve gerçek zamanlı operasyon planlaması gerekir. Genel olarak belirtecek olursak en basit haliyle trenler hat boyunca her istasyonda durur ve kalkış süresi gelince istasyondan ayrılırlar. Halbuki tren çizelgeleme problemleri daha karmaşıktır. Operasyonel çalışmalar; yolcu akışının zamanında olması, seyahat süresi, bekleme süresi ve tren kapasitesi verilerini içerir. Amaç, bu operasyonel süreci optimize etmektir. Yani yolcuların toplam seyahat süresini en küçükmektir. Operasyonel süreç bazı kısıtlamalar altında yönetilmelidir. Bu kısıtlamalar minimum dizi aralığı, tren yolcu kapasitesi gibi planlamaya dahil edilmesi gereken çalışmalardır.

Toplu taşıma planlama süreci iki aşamaya ayrılır; stratejik planlama ve operasyonel planlama. Karmaşıklık nedeniyle bunların her biri için alt görevler gerektirir. Stratejik kısım; ağ, hat planlaması ve çizelgelemedir. Operasyonel planlamada araç planlama ve ekip planlama vardır. Seyahat talep tahmini, stratejik planlama aşamasına başlamadan tahmin edilir. Bu sadece ulaşım alt yapısının boyutlandırılması için değil aynı zamanda ulaşım yollarının tercihi için gereklidir. Seyahat talebi, bekleyen yolcu sayısı olarak ölçülür. Bütün kalkış ve varış verileri alınır. Seyahat tahmini için geçmiş verilere istatistiksel yöntemler kullanılarak tahmin yapılabilir. Çizelgelemeden sonra operasyonel planlama başlar. Sınırlı sayıda aracın her yolculuk için yeterli olduğu düşünülür. Zirve saatlerini en aza indirmek

maliyetleri aŖađıya eker. Araç istasyona geldikten sonra yeterli bekleme süresi olmalıdır. Yolcular çok beklemeden araç istasyona gelmelidir. Yolculuk süreleri memnuniyet açısından önemli faktördür. Buna karŖın minimum araç sayısıyla yolcu talebini karŖılamak gerekir.

Tren izelgeleme üzerine literatürde demiryolu planlama sürecinin diğer yönleriyle kıyaslandığında çoğunlukla döngüsel zaman çizelgeleri üzerinde durulmaktadır. Demiryolu izelgeleme problemi kısaca ardışık istasyonlar arasında kalkış ve varış saatlerini bulmaktır. izelgeleme problemlerinde yolculuk süreleri esas alınır. 1930 yılında Hollanda yolcu trenleri için döngüsel takvim uygulamıştır. 2005 yılında Berlin’de ilk periyodik optimize takvim kullanılarak baŖarıyla kullanıma açılmıştır. Demiryolu plancıları haftanın günleri, tatiller, bakım zamanları da baz alarak takvime göre zaman izelgesi oluŖtururlar. Tren hareketleri için alt yapı da göz önünde bulundurulur (istasyonlar, kavŖak, köprü, makas yolları). Tren baŖlangı istasyonu ve varış istasyonu Ŗeklinde alıŖır. Modelde 3 kısıt mevcuttur; seyahat kısıtları, güvenlik kısıtları ve ticari kısıtlar. Seyahat kısıtları tren kalkış varış saatleriyle ilgilidir. Güvenlik kısıtları zıt yönde giden trenler için kullanılır. Ticari kısıtlamalar modellemek için kullanılır. Yolcu memnuniyetini, maliyet etkin olacak Ŗekilde modellenir. Model seyahat sürelerinin izelgelenmesiyle optimize edilir (Kamışlı ve Sağır, 2005).

Periyodik olarak gün içerisinde zaman dilimleri vardır;

- i. Sabah zirve saatleri
- ii. ğle saatleri
- iii. Öğleden sonra pik saatler
- iv. AkŖam ve gece saatleri
- v. Hafta sonu saatleri

Tren izelgeleme probleminin asıl amacı aŖırı bekleme sürelerini minimize etmektir. Bekleme sürelerinin sabit olduğu varsayılırsa daha az bekleme süresi daha az trenle tamamlanabilir. Yolcu bekleme süreleri ağırlıklı toplamı alıŖmanın uygulaması yönünden daha karmaŖıktır.

Zaman çizelgeleme yöntemleri kısaca bir dizi işlerin, sıraya dizilme işlemidir. Çizelgeleme ise, bir tezgah veya iş merkezinde işlem görmesi gereken birden fazla sayıda işin “hangi sıra” ile işlem göreceğinin listesidir. Bu sıra bir performans kriteri veya belli bir kurala göre değerlendirilir. Örneğin bir alışveriş yapan müşterilerin geliş sırasına göre hizmet almaları, hastanede acile gelen müşterilerin ise durumun aciliyetine göre işlem görmesi beklenir. Çizelgeleme problemi üretim süresi, kaynak kullanım oranı, stok miktarı, ve teslim tarihi arasındaki dengeleri içerir. Literatüre bakıldığında yapılan çalışmaların toplam tamamlanma zamanı, toplam gecikme, geciken iş sayısı, toplam erken-geç tamamlanma maliyetinin minimize edilmesini amaçladığı görülmektedir.

Üretim çizelgeleme problemlerinde işin önceliği ve belirlenecek makine önceliklerdir. Analitik veya sezgisel yöntemlerle çözüm olabilmektedir. Çizelgeleme yapılırken işletmeler tarafından belirlenen amaçlar da bu doğrultuda pek çok farklı şekilde olabilirler. İşlerin makinelere mümkün olduğunca dengeli bir şekilde dağıtılması ve darboğazların mümkün olduğunca ortadan kaldırılmasına dikkat etmek gereklidir. Böylece diğer maliyetlerde önemli ölçüde düşüş sağlanabilir.

4. TALEP TAHMİNİ

Üretim yönetiminin çalışılabilmesinin faktörlerinden en önemlisi planlamadır. Geleceğe yönelik belirsizlikler planlamanın yapılmasını zorlaştırmaktadır. İşletmeler geleceğe yönelik kararlar alarak kendi geleceklerinin yönünü belirlerler. İşletmenin devamlılığının sağlanması, piyasada güçlü bir yer edinmesi ve yüksek kar marjları geleceğe yönelik verilecek kararlara bağlıdır. Dolayısıyla işletmeler kararlarını tesadüflere bırakmamalıdır. Tesadüflere bırakılmaması işletmelerin geleceği tahmin etmelerine bağlıdır. Bu tahminler üretilen mal ve hizmet, satış tahminleri vb. faktörler olabilir. Belirlenen tahminlere göre yatırım kararlarının alınması şekillenir. Tahminlerin yapılabilmesi için tahmin yöntemleri kullanılmaktadır.

20. yüzyılda başlayarak gelişen sanayi ile birlikte işletmelerin organizasyonel ve yönetsel birimleri daha karmaşık hal almaya başlamıştır. Önceleri üretilen mal ve hizmet için süreci ayrıntılı olarak araştırırken artık günümüzde talep tahmin yöntemlerinden yararlanılmaktadır.

Talep tahmin yöntemlerinin başında Zaman serileri gelir. Zaman serilerinin temel mantığı eşit zaman aralıklarıyla elde edilen gözlem verilerinin belli süre içerisindeki değişimlerinin ölçülmesi olarak ifade edilir.

Talep tahmin çalışmaları Holt'un (1957 ve 2004), Brown'un (1959 ve 1963) ve Winters'in (1960) ortaya koyduğu Zaman Serileri Analiz Yöntemlerine dayanmaktadır. Holt, Brown ve Winters zaman serileri analizlerinde Üssel Düzeltme Yöntemlerini kullanan yöntemlerle ilgili çalışmalar yapmışlar ve bu yöntemlerin teorilerini ortaya koymuşlardır. Holt, Tek Üssel Düzeltme Yöntemi ve zaman serilerinde trendin etkisini göz önüne alan Çift Üssel Düzeltme Yöntemini sunmuştur. Brown, Çift Üssel Düzeltme Yöntemi üzerinde çalışmış, Winters ise Holt'un yöntemlerini biraz daha geliştirerek zaman serilerinde trend ile birlikte mevsimsel etkileri de göz önüne alarak tahmin yapabilen bir yöntem geliştirmiştir.

Pegel (1969), Holt ve Winters'in yöntemlerini kullanarak zaman serilerinde ona yakın sınıflandırma yapmıştır. Koehler ve Chatfield (2001) tıpkı Pegel gibi

sınıflandırma çalışmaları yapmışlardır. Pegel'in sınıflandırmasını Hyndman (2002) biraz daha geliştirmiştir. Taylor (2003), Hyndman'ın geliştirdiği sınıflandırmaya kendi bulduğu zaman serilerinin bir kalıbı olan sönümlü çarpımsal kalıbı da ekleyerek sınıflandırmayı on beş farklı zaman serisi için yapmıştır. Box ve Jenkins (1970 ve 1976) zaman serilerinin dinamik yapıda olduğunu kabul edip hareketli ortalama yönteminin temelini atmıştır. 1985 yılından itibaren zaman serileri üzerine yapılan çalışmalar daha çok yöntemlerin deneysel özellikleri Bartolomeri ve Sweet (1989), Makridakis Hibon (1991), tahminlerin değerlendirilmesi Sweet ve Wilson (1988), Mc Clain (1988), istatistiki yöntemlerin tahmin yöntemlerine uyarlanması Mc Kenzie (1986) ve tahmin hatalarının ölçülmesi ve bu ölçülerin yorumlanması Armstrong ve Collopy (1992), Theil (1996), Makridakis (1998) ile ilgili çalışmalar olmuştur.

Üretim planlamasında üretilecek ürün ve hizmetin miktarının belirlenmesinde talep tahmini yöntemleri kullanılır. Talep miktarının bilinmesiyle planlama gerçekleşebilir. Üretilecek ürünün talebi karşılamaması, fiyatın yükselmesini ve ürünün ithal edilmesini doğurmaktadır. Diğer yandan ürünün piyasada satılamaması stokların artmasına sebebiyet vermektedir. Bu sıkıntılar işletmenin kapanmasına bile yol açabilir. Bu nedenle talep tahmininin gerçekleşen değere yakın olması oldukça önemlidir.

Talep tahmini yapılırken öncelikle piyasa veya Pazar araştırması yapılmalıdır. Piyasa araştırmasında öncelikli amaç piyasa hacminin belirlenmesi, rakiplerin piyasadaki durumları, müşteri eğilimleri ve piyasaya ne derece hakim olunabileceği hakkında bilgiler toplamaktır. Talep tahminlerini sınıflandırırken en önemli faktör zaman aralığıdır. Zaman aralığına göre aşağıdaki şekilde sınıflandırabiliriz.

4.1. Talep ve Talep Tahmini

Talep, belli bir zamanda ve yerde tüketicilerin satın alabilecekleri mal ve hizmet miktarıdır. Talep tüketicilerin gelir düzeyleri ve zevkleri, mal ve hizmetin fiyatı gibi faktörlerden etkilenmektedir. Talep tahmini ise tüketicilerin ürüne ve hizmete taleplerinin geleceğe yönelik tahmin edilmesidir. Böylelikle talep tahmini yapılması işletmeler açısından da üretimin tahminlere göre belirlenmesi yönünden oldukça

işlevseldir. Her ne kadar talep tahmininde gerçekleşen veriler göz önünde bulundurulmaktaysa da aslında birçok faktör talep tahminlerini etkilemektedir. Talep tahminlerinde tecrübe ve uzmanlık da göz önüne alınmalıdır. (Bulut 2006)

Geleceğe yönelik yapılan çalışmalar, talep tahminleri işletmelerin ne kadar mal ve hizmet talep edileceğinin belirlenmesi dolayısıyla üretim planlamalarının yapılması açısından büyük önem arz etmektedir. Yapılan talep tahmin çalışmaları ve gerçekleşen değerler arasındaki fark fazla olursa mal ve hizmet fazlalığı-eksikliği, stok bulundurma maliyetleri, tüketici taleplerinin karşılanamaması gibi sorunları beraberinde getirmektedir. Doğru talep tahmini yöntemi kullanılması hata farklarının az olmasına etki etmesi açısından üretim fonksiyonlarının ve planlamalarının doğru yapılmasını sağlayacaktır. Üretim planlaması için en önemli şart talebin belirlenmesidir(Bulut, 2006).

4.1.1. Kısa Vadeli Tahminler

Günlük ya da haftalık süreler için kısa dönemli satış planlaması, envanter yönetimi, ihtiyaç kaynak planlaması ve iş çizelgelerinin hazırlanması amacı ile yapılmaktadır. Kısa vadeli tahminlerde işletme içi verilerden faydalanılır.

4.1.2. Orta Vadeli Tahminler

Ürün ailesi için satış tahmininde, işgücü büyüklüğünün planlamasında ve kaynak planlaması amacıyla, haftalık ya da aylık olarak yapılmaktadır.

4.1.3. Uzun Vadeli Tahminler

Yatırım planlamasını ilgilendiren konularda, kapasite planlamasında, uzun dönemli satış tahmininde bulunmak amacıyla aylık ya da yıllık olarak yapılmaktadırlar.

4.2. Talep Tahminlerinin İlkeleri

1. Talep tahminleri gerçekleşen değere yaklaşır yalnız sapma değeri genelde sıfır olmaz. Bunun sebebi hesaba katılamayan bir çok faktörün talep tahminini etkilemesi ve tahmin edilemeyen rastgele olayların olabilmesidir.
2. Talep tahmini yapılırken verilerin çokluğu önemlidir. Verilerin çok olması gerçekleşen değere yakın tahmin yapılmasını sağlar.
3. Tahmin yaparken hata veya sapma alt ve üst sınırı belirlenmelidir.
4. Tahmin yapılırken geleceğe ait değişeceği düşünülen faktörler de hesaba katılmalıdır.

4.3. Tahmin Yöntemleri

Talep tahmini, gelecekte ne miktar mal ve hizmet talep edileceğinin bazı istatistiksel yöntemler kullanılması ile üretim ve hizmet seviyesinin saptanmasında temel oluşturur. Hangi ürünün ne kadar üretileceği, hangi hizmetin ne kadar süre sağlanacağına olasılığı talep tahminleri ile yorumlanır.

Talep tahmini temel girdiyi sağlar. Fonksiyonlar tahminleri diğer kararlara dönüştürür. Talep tahmininde oluşacak sapmaların maliyetleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Oluşacak sapmaların maliyeti ürün veya hizmet için ciddi maliyetlere yol açıyorsa talep tahmini yapmak mantıklı olmayacaktır. Ürün ve hizmette tahmin çalışmaları tüketicinin talebine dayandığından değişiklik gösterecektir. Tahminin gerçekleşenden az olması halinde birim başına maliyetler yetersiz kalacak fazla olması halinde istenen ürün ve hizmet talebi yetersiz kalacaktır. Talep tahmini yaparken uygulanacak sıralamalar şöyledir(Bulut, 2006);

1. **Bilgi toplanması:** Araştırmanın değerini veya geçerliğini etkileyen son derece önemli bir aşamadır. Gerçekten işe yarayacak bilgilerin toplanması işletmenin kayıt sistemine de bağlıdır. Çalışmanın diğer aşamaları için de verilerin ve bilgilerin sağlıklı şekilde toplanması oldukça öneme sahiptir.

2. **Talep tahmin periyodunun tespiti:** Talep araştırmasında elde edilen sonuçların nasıl kullanılacağı periyod sıklığıyla yakın ilişkilidir.

3. **Tahmin yönteminin seçimi ve hata hesabının yapılması:** Veriler değişkenlik gösteren niteliklerle birlikte uygulama amaçları, kullanılacak yöntemin seçiminde göz önüne alınması gereken faktörlerdir. Aynı kriterler, hata hesabında da yapılabilir.

4. **Tahmin sonuçlarının geçerliliğinin araştırılması :** Tahmin yöntemleri kullanılarak yapılan tahminlerde sapmaların nedenlerinin araştırılmasıdır. Çeşitli bilgilere dayanılarak yapılan tahminlerle gerçek değerler arasındaki farkların sistematik biçimde tespiti ve nedenlerinin araştırılmasından ibarettir.

4.3.1.Talep Araştırma Yöntemleri

Talep araştırma, kalitatif ve kantitatif olarak iki farklı şekilde yapılmaktadır (Bulut, 2006).

4.3.1.1.Kalitatif Yöntemler

Tahminler ilgili kişilerin tecrübeleri göz önüne alınarak istatistiki teknik kullanılmadan subjektif olarak yapılırlar. Talebin değişken olduğu değişimlerin nedenlerinin bilinmediği durumlarda ve çok uzun dönemli tahminlerde kantitatif yöntemler pek başarılı sonuçlar vermediği için kalitatif yöntemler kullanılır. Sayısal olmayan tekniklerde verilerin talep tahmini yapılamayacak kadar az olması veya tahminlerin gerçekleşen değerlerden uzak kaldığı zamanlarda kullanılır. Bu şekilde

uzmanların görüşlerine veya piyasa araştırması yöntemlerine (Anket, Birebir görüşme, Mülakat vs.) başvurulabilir. Uzmanların görüşlerine başvurulurken koordinatör seçilir ve koordinatör uzmanların her birine yazılı olarak yazmak üzere beklentilerini sorar. Koordinatör bu görüşleri bir araya getirerek özetler ve tekrar uzmanlara yazılı olarak dağıtır gözden geçirmelerini ister. Bu ortak görüş veya çalışma olana kadar devam eder.

4.3.1.2.Kantitatif Yöntemler

Tahmin yapılacak değerler, geçmiş verilere istatistiksel yöntemler kullanılarak sistematik ve objektif bir şekilde değişkenin gelecekte alması beklenen değeri saptar.

4.3.2. Zaman Serileri Analizi

Olayın süreç içerisinde kronolojik olarak sıralanmasıyla elde edilen dizilere denir. Geçmişte olayların gösterdikleri eğilimler çalışmaların temelini oluşturur. Genellikle belli zamanlar için sistemli olarak eşit aralıklar alınacak gözlemlerden oluşturulur. Bir zaman serisi belli zamanlarındaki Y'nin değişen değerleri ile belirtilir. Böylece zaman serisindeki Y'ler sembolize edilen zamanın (t) bir fonksiyonudur. Zaman Serisi Analizi'nde amaç geçmiş dönemlerde verilerin yorumlanarak değişkenin gelecek dönemler için tahmin edilmesidir. Serilerde görülebilen çeşitli dalgalanmalar sebebiyle, zaman serisi verilerinin çeşitli elemanlara ayrılması gereklidir. Bu ayırma işleminin yapılması, analizden beklenen iki amacın gerçekleştirilmesine katkı sağlar. Bu amaçlar; serideki değişken için geçmişte ne olduğunu anlamak ve yine aynı değişken için geleceğe ait hareketlerin tahminini yapmak şeklinde özetlenebilir.

Zaman Serileri Analizleri, zaman içinde değişkendeki geçmiş verilerin dağılımını esas almaktadırlar. Analizin amacı, geçmişteki veri hareketlerine bakılarak gelecekteki hareketlerinin tahmin edilmesidir. Analiz yapılırken belli zaman aralığında gözlenen verilerden bir zaman ölçeği oluşturulur. Bu ölçekteki noktalar incelenerek, zaman içerisinde nasıl bir seyir izledikleri tespit etmeye çalışılır. Gözlemlenen verilerden ulaşılmak istenen hedefe ait talebin sabit olduğu, bir eğilime sahip olduğu veya mevsimsel ya da konjonktürel dalgalanmalara sahip olduğu ya da talebin hepsinin birleşimi şeklinde olduğunu görebilmektir. Zaman Serisi Analizleri

Yöntemleri uygulanırken izlenmesi gereken adımlar aşağıdaki belirtilmiştir (Bulut 2006):

1. Tahmin yönteminin değerlendirilmesi, yürütülebilmesi için ilgili zaman serisi iki eşit parçaya bölünür.
2. Tahmin yöntemi mümkün olan metotlar içerisinde seçilir.
3. Başlangıç veri seti tahmin yöntemini başlatmak için kullanılır.
4. Modelin parçalarını hesaplamada kullanılmayan veriler de, tahminde etkisinin nasıl olduğunu görmek için test setine uygulanır. Her bir tahminden sonra tahmin hataları hesaplanır. Bu aşama modeldeki parametre değerlerinin uygun hale getirilmesi için başlangıç işlemlerinin düzenlenmesini gerektirir.
5. Değişik veri örnekleri için tahmin yönteminin uygunluğu değerlendirilir.

4.3.3. Zaman Serisi Çeşitleri

Zaman serileri bilimsel amaçlar başta olmak üzere farklı amaçlarda ve birçok farklı alanda kullanılmaktadır. Özellikle istatistik ve ekonometrik çalışmalarda zaman serilerine yoğun bir ihtiyaç duyulmaktadır. Zaman serileri farklı alanlarda toplandığı gibi farklı yapılarda da karşımıza çıkmaktadır.

Zaman serileri analizi, geçmiş gözlemlere dayanarak geleceğe ait tahminlerde bulunmak esasına dayanır. Geçmişin gözlemleriyle toplanan istatistiksel veriler veya zaman serileri ile yapılabilir. Zaman serileri analizi kullanılıp geçmiş zamandaki mal ve hizmet talebi eğilimi saptanarak gelecek için tahminler yapılır. Zaman serileri analizi 6'ya ayrılır(Bulut, 2006).

4.3.3.1.Basit ortalama Yöntemi

Gelecekte gerçekleşmesi düşünülen değerlerin geçmiş değerlerin ortalamasına yakın olacağı tahmin yöntemidir. Talep tahmini geçmişteki verilerin gözlem sayısına oranıyla sonraki dönem tahmini bulunarak hesaplanır. Geçmişe ait veriler çok dalgalanma göstermiyorsa bu yöntemi kullanmak uygun olabilir eğer dalgalanma çok fazla oluyorsa bu yöntem gelecekteki dönemler için artan şekilde sapmalar gösterecektir. Trend, Konjoktürel ve mevsimsel dalgalanmalardan arındırılmış şekilde daha yakın sonuç verir.

4.3.3.2.Hareketli Ortalama Yöntemi

Yakın geçmişe ağırlıklı tahmin yapan yaygın yöntemdir. Doğru sonuç vermesi açısından gerekli şartların sağlanması önemlidir. Sonuçlar genelde serideki uzun ve şiddetli dalgaların etkisi altındadır. Geçmiş son dönem verileri öncekilere eklenerek sonraki dönem tahmini yapılır. Talepler yükselen trendte ise tahminlerin küçük, alçalan trend gösteriyorsa tahminler yüksek değerlerde çıkacaktır. Dolayısıyla ortalamaya dahil edilmesi düşünülen tahmin hatası az olanlar seçilebilir. Verilerin ortalaması, sonraki dönem verisi olarak kabul edilir. Bu yöntemin hata değerlerinin bir kısmı ağırlıklı hareketli ortalama yöntemi kullanılarak azaltılabilir böylece gerçekleşen talebe daha yakın tahmin yapılmış olur. Hesaplama yöntemi aşağıda gösterilmiştir. Hesaplama formülü (4.1) de gösterilmiştir.

$$D_t^* = \sum_{i=1}^n D_{t-i} \quad (4.1)$$

D_t^* =t. Dönem için tahmini talep değeri (Hareketli Ortalama)

D_{t-i} =t. Dönemden i. Dönem öncesinin gerçekleşen talep değeri

n: Hareketli Ortalamada göz önüne alınacak dönem sayısı

4.3.3.3. Ağırlıklı Ortalama Yöntemi

Tahmin yapılırken dönemlere göre farklı ağırlıklandırma yapılır. Dönem sayısı diğer dönem sayıları toplamına oranlanıp, dönem sayısı ile çarpılarak ağırlık verilir. Geçmiş dönemlere bu şekilde uygulanan verilerle gelecek dönem tahmin edilir. Hesaplama formülü (4.2) de kısıtlar ise (4.3) ve (4.4) de gösterilmektedir. Hesaplama olarak formül şekli aşağıda belirtilmiştir:

$$D^* = \frac{\sum_{i=1}^n (W_i * D_i)}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (4.2)$$

D^* = Tahmini Talep değeri (Ağırlıklı Ortalama)

D_i = i. Dönem için gerçekleşen talep değeri

W_i = i. Dönem gerçekleşen talep değerinin tahmine etkisi (i. Dönemin ağırlık katsayısı)

n = Eldeki geçmiş dönem veri sayısı

Diğer koşullar şu şekildedir.

$$0 < W_i < 1 \quad (i=1,2,3,\dots,n) \quad (4.3)$$

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1 \quad (4.4)$$

4.3.3.4. Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemi

Hareketli ortalama yöntemiyle ağırlıklı ortalama yönteminin birleşimi ile gelecek dönem tahmini yapılmasıdır. Hareketli ortalama ve ağırlıklı ortalamaya göre daha iyi sonuç verebilir. Hareketli ortalama yönteminin sakıncalarından bir kısmı Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemi kullanılarak giderilebilir. Bu yöntemde en yakın veriye en büyük ağırlık verilir. Yine bu yöntemde Hareketli Ortalama Yöntemi'nde olduğu gibi belirlenen bir k kadar dönem verisi üzerinde çalışılır. Hesaplama formülü (4.5) de ifade edilmiştir. Kısıtlar ise (4.6) ve (4.7) de gösterilmektedir. Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yönteminin matematiksel ifadesi aşağıdaki gibi formüle edilebilir:

$$D_t^* = \sum_{i=1}^n (W_i * D_{t-i}) \quad (4.5)$$

D_t^* = t dönem için tahmini Talep değeri (Ağırlıklı Hareketli Ortalama)

D_{t-i} = t. Dönemden i. dönem öncesinin gerçekleşen talep değeri

W_i =i. Dönem gerçekleşen talep değerinin tahmine etkisi (i. Dönemin ağırlık katsayısı)

n= Eldeki geçmiş dönem veri sayısı

Diğer koşullar şu şekildedir:

$$0 < W_i < 1 \quad (i=1,2,3,\dots,n) \quad (4.6)$$

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1 \quad (4.7)$$

4.3.3.5. Üssel Düzeltme Yöntemi

Üssel düzeltme tahmin yöntemi, geçmiş bütün verileri göz önünde bulundurur. Ancak, geçmiş dönem eskidikçe ağırlıklandırma azalır yani tüm geçmiş dönemdeki verilerin hareketli ortalaması olmaktadır. Asıl amacı talepte tesadüfi dalgalanmaların etkilerini azaltarak uygun bir tahminde bulunabilmektir.

Tek Üssel Düzeltme Yöntemi de Hareketli Ortalamalar Yöntemi'nde olduğu gibi sürecin sabit olduğunu varsayar. Bununla birlikte, Hareketli Ortalamalar Yöntemi'ndeki gibi verilere aynı ağırlık vermek yerine farklı ağırlık vererek ortalamaların hesaplamasında eksikliği gidermeye çalışır. Üssel Düzeltme Yöntemi en son gözlem değerine daha fazla ağırlık verir.

Tek Üssel Düzeltme Yöntemi'nde tahmin hesaplaması yapılırken bir önceki dönemin tahmini ve gerçekleşen değerine ağırlık verilerek toplanır.

Üssel Düzeltme Yöntemi'nde kullanılan alfa katsayısı, gerekli verilerin miktarının önemli ölçüde azaltılmaktadır. Artık Hareketli Ortalamalar Yöntemi'nde ve benzer yöntemlerde olduğu gibi geçmişteki bütün verilerin ortalamaya dahil edilmesi gerekmez. Tahmin değeri için bir önceki dönemin tahmin ve gerçekleşen değeri talep değerini hesaplamak için yeterli olmaktadır.

Ortalamaların etkisi baştan itibaren vardır. Hareketli ortalamada k değişkeni ile en son k kadar grubun ortalaması hesaba katılmaktadır. Üssel Düzeltme Yöntemi'nde ise geriye doğru verilerin etkisi azaltılmaktadır. Düzeltme sabitinin seçimi

gelecekteki tahminler için çok önemlidir. Düzeltme sabitinin alacağı değer geçmiş veya gelecek dönemlerin ortalamaya alınmasında farklı ağırlıklandırmaya sebep olacaktır. Eğer bu katsayı sabiti 0'a yaklaşırsa bir önceki dönemde yapılan hatanın göz önüne alınmamasını sağlayacaktır. Hesaplama formülü (4.8) de gösterilmektedir. Yöntemin matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir:

$$D_{t+1}^* = \alpha * D_t + (1-\alpha) * D_t^* \quad (4.8)$$

D_{t+1}^* = t+1 dönem için tahmini Talep değeri (Üssel Düzeltme Yöntemi)

D_t = t. Dönemde gerçekleşen talep değeri

D_t^* = t. Dönem tahmin değeri

$$0 \leq \alpha \leq 1$$

Seçilen α katsayısının değerine göre hata oranının tahmine yansımaları değişecektir. Dolayısıyla uygun α katsayısının seçilmesi oldukça önemlidir.

4.3.3.6. Regresyon (En küçük kareler Yöntemi)

Veriler uygun dağılıma sahip olduğu takdirde eğilimin hesaplanmasında en çok bu yol uygulanmaktadır. En küçük kareler yöntemine göre, bir zaman serisine en uygun doğru veya eğri, geçmiş yıllara ait verilerin formülle uygulanmasıyla bulunacak değerler arasındaki farkların karelerinin toplamını (saptamaların kareleri toplamını) minimum yapan doğru veya eğridir.

X bağımsız değişkeni ile Y bağımlı değişkeni arasındaki doğrusal ilişkiyi $Y = a + bX$ denklemi ile ifade etmek üzere bu denklemin parametrelerini (a ile b'nin alacağı değerler) bulmaktır. Denklemin parametreleri bulunduktan sonra X değişkeninin alacağı değer bilindiği takdirde Y değişkeninin alacağı değer kolaylıkla (denklemden a, b ve X değerleri yerine konularak) tahmin edilebilir. Böylece $Y = a + bX$ doğrusal ilişkisinde X bağımsız değişkenini yani geçmiş talebi yerine koyarak gelecek talep tahmin edilebilir. Birden fazla bağımsız değişkenin olduğu durumlarda çoklu doğrusal regresyon kullanılır.

Regresyon yönteminde, bağımlı ve bağımsız değişken arasındaki ilişkiye göre, herhangi birinin aldığı değer karşısında diğer değişkenin hesaplanmasıyla tahmin yapılmasıdır. Kantitatif modellerdeki parametrelerin tayininde kullanılan yaygın, pratik ve güçlü bir tahmin metodudur. Modelin bilinmeyen parametrelerini tahmine izin verir. Trendi hesaplamak için çok uygun bir yöntemdir.

Gerçek gözlem noktalarına en iyi uyan doğru ya da eğrinin yerleştirilmesinde objektif bir yöntem olarak, en küçük kareler yöntemi kullanılmaktadır. En küçük kareler, verilerin noktalar şeklinde belirtilmesiyle bir doğru ya da eğri şeklinde ifade edilmesini sağlayan matematiksel bir yöntemdir. Bu noktalara göre oluşan en yakın doğru veya eğrinin özelliği, sapmaların toplamının (tahmin hatasının) sıfıra eşitlemesi ve karelerinin toplamını minimize etmiş olmasıdır. Böylece elde edilen doğru denklemi, bağımlı değişken değerlerinin hesaplanmasında veri noktalarına en yakın doğru olmaktadır.

Trendin belirlenmesi için bu yöntem zaman ile gözlem sonuçları arasında doğrusal veya eğrisel bir ilişki kurmaktır. En Küçük Kareler Yöntemi'nin uygulanması için, eldeki zaman serisinin grafiği çizilerek bu grafiğin gelişme yönüne en uygun fonksiyon tipi seçilir. Sonra bu fonksiyon tipinin gözlem sonuçlarından en az ayrılan eşitliği bulunur.

4.4.4. Zaman Serilerinin Elemanları

Seriye ayırmak için dört durumla ilgili, ilişkili olduğu varsayımına dayanarak genellikle zaman serisinin toplam ya da çarpımdan meydana gelmesidir. Klasik modelde, zaman serisi dört elemana sahiptir (Bulut 2006):

1. Uzun dönemli trend
2. Konjonktürel dalgalanmalar
3. Mevsimsel dalgalanmalar
4. Varyasyon ve düzensiz rassal hareketler

Trend, zaman serisinin uzun dönemli eğilimini ve ortalamasını gösterir. Mevsimsel bileşen ise belirli aralıklarla tekrarlı bir salınım gösterir. Bir zaman serisinin gözlem değerleri trendin altında veya üstünde tekrarlı biçimde değer almasıyla mevsimlik etkiler ortaya çıkar. Konjonktürel dalgalanmalar sektörlerin veya ekonominin refah ve depresyon dönemlerini içeren değişimleri kapsar. Düzensiz hareketler ise daha çok sosyal ve ekonomik nedenlerle ortaya çıkan ve önceden tahmin edilmesi mümkün olmayan olayların etkisini yansıtır (Bulut, 2006).

Rassal kalıplar yatay veya çizgi kalıplar olarak da bilinir. Genellikle durağan bir ortalama civarında seyrederek. Düzensiz rasgele beklenmeyen hareketler, doğal ve sosyo-ekonomik vb. nedenlerden dolayı ortaya çıkabilir. Bu tür beklenmeyen hareketlerin ortaya çıkması belirsizlik taşıdığından tahmini yapılması zordur. Bundan dolayı istatistiksel yöntemlerde kullanılması daha zordur(Bulut, 2006).

Trend, bir zaman serisinde uzun dönemli hareketleri göstermektedir. Zaman serileri trend içerdiğinde çok uzun vadeli değişimler görülmesi beklenir. Bir trend döneminin varlığından söz edilebilmesi için 5 ile 8 yıllık konjonktür dalgalanmalarından en az 2 veya 3 dalgalanmayı içermesi gerekir. Dolayısıyla bu sürelerden daha kısa bir süre ele alındığında trend yerine bir konjonktür döneminin ele alınması ihtimali ortaya çıkabilmektedir. 15 ile 18 yıllık bir dönemden daha uzun bir dönem dikkate alındığında ise iki trend döneminin incelenmesi söz konusu olabilmektedir. Trend başlangıç noktası olarak genelde ekonomide durgunluk dönemi, konjonktür döneminde bir refah ya da depresyon dönemi seçilmelidir. Firmanın satışlarına ait değerler, gayri safi milli hasıla rakamları, uzun dönemi içeren nüfustaki değişiklikler,

kurumlardaki üretim ve teknolojik açıdan zamanla görülen değişimler, bir çok temel ekonomik değişkenin zamanla değişimi birer trend kalıbını tanımlamaktadır. Genelde bir seri trend içeriyorsa, tahmin yapmada başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir (Bulut, 2006).

Zaman serilerinin birçoğu dönemsel olarak mevsimsel faktörlerin etkisinde kalabilmektedir. Ekonomik olayların çoğunlukla etkilediği mevsimsel faktörler sosyal etkilere de sahip olması nedeniyle mevsimsel dalgalanmalar olarak adlandırılırlar. Genellikle mevsimsel dalgalanmalar dönemsel olarak 12 ay olmaktadır. Ekonomik, Sosyal faktörlerin dışında mevsimsel dalgalanmaları etkileyen başka faktörler de bulunmaktadır. Mevsim dönemleri, iklim, tüketici tercihleri, bayramlar, indirim ve kampanyalar diğer faktörler olarak sayılabilir. Bir yılın belirli çeyrek dönemlik mevsimlerinde, belirli ayları içerisinde, belirli bir haftası ya da belirli bir günü içerisinde mevsimsellik ortaya çıkabilmektedir. Bununla beraber zaman serilerinde mevsimsellik bir ayın belirli bir haftası yahut gününde, bir hafta içerisinde belirli bir günde de ortaya çıkabilmektedir. Hatta mevsimsellik bir günün belirli bir saatinde de ortaya çıkabilmektedir (Bulut, 2006).

Konjonktürel dalgalanmalar ekonomi ve bunun gibi öngörülemeyen etkileri içeren değişimlerdir. Ekonominin iyi olduğu dönemlerde firmaların üretim ve gelirlerine etki eden faktörler durgunluk dönemlerinde tam tersi etkiye sahip olmaktadır. Bu değişim dış faktörlere de bağlı olarak sürekli bir değişim göstermektedir. Genelde konjonktürel hareketler periyodik olmayan fakat 5 ila 8 yıllık dalgalanmalar ile tekrarlanır(Bulut, 2006).

Zaman serileri konjonktürel dalgalanmalara sahipse gelecekte konjonktürel etkilerin tekrar ortaya çıkması ihtimali tahmin yapılmasını güçleştirmektedir. Konjonktürel dalgalanmalar belli bir düzene sahip değilse ve tahmin yapılması isteniyorsa yakın dönem ortalaması değerlendirilerek konjonktürdeki dalgalanmalara göre yapılması daha uygun sonuç verecektir.Fakat konjonktürel dalgalanmalardaki bu değişime dikkat edilmesi gerekir (Bulut, 2006).

5. LİTERATÜRDE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Demiryolu ağları planlarında istasyonlar için kalkış ve varış saatleri tanımlanır. Tren hatlarının sıklık sayıları, yolcu sayıları ve ticari şartlar açısından tanımlanması önemlidir. Çizelgeler ticari ihtiyaca cevap vermek zorunda değildir. Uygulanabilir olması için kapasite kısıtlarına da uyulması gerekir. Bu kısıtlamalar ihlal edilemeyecek olan sabit kısıtlardır.

Uygun zaman çizelgesi elde edebilmek için rota planlaması da gereklidir. Bu planlamada istasyonlara gelen giden yolcu sayısı bilinmelidir. Sürecin diğer adımları ise stok planlaması ve trenlerin planlanmasıdır. Tren sürücüleri için de ayrı bir planlama gerektirmektedir. Yolcular için toplam beklemenin minimizasyonu sağlanmalıdır. Bunun için gerekirse vagonların veya sefer sayısının azaltılması gerekebilir.

Demiryolu problemi geleneksel olarak deneyim sahibi kişiler tarafından çözüldü. 90' lı yıllarda bunu çözmek için model ve teknik geliştirmek gerekmeye başladı. Bu sadece daha iyi çözümlenmenin değil aynı zamanda planlama sürecinde zamanın kullanılmasında da azalmaya neden oldu.

İki tür tarife planı vardır; periyodik ve periyodik olmayan. Periyodik olmayan tarife çizelgeleri bir dizi özel seyahat şeklinde bunlara karşılık gelen kalkış ve varış saatlerinin yakın olduğu çizelgelerdir. Periyodik çizelgeler döngü ve takvim zamanlı tüm seyahat için planlanabilen T fonksiyonlu çizelgelerdir. Ardından, bu model tekrarlanır $\{k_T, k_{T+1}, k_{T+2}, \dots, (k+1)_T\}$. Periyodik olmayan çizelgeler sık sık Amerika ve Avusturalyada, periyodik çizelgeler ise Avrupa ülkelerinde kullanılmaktadır. Periyodik çizelgelerde trenin kalkış ve varış saatinin rutin olması avantaj olmasına rağmen tarifelerin esnek olması ve doğrudan bağlantıların çok olması kalkış ve varış saatlerinin değiştirilmesini güçleştirir. Diğer dezavantajı planlanan takvim verimli olmayabilir. Ek sefer koyulup iptal edilebilir.

Mal ve hizmet üreten işletmelerde amaçlara uygun planlama, verimlilik ve rekabet açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu nedenle uzun, orta ve kısa vadede planlamaların yapılması işletme açısından oldukça önemlidir.

Zaman çizelgeleme problemlerinde önemli faktörlerden birisi kısıtlardır. Kısıtlar katı ve yumuşak kısıtlar olmak üzere ikiye ayrılır. Katı kısıtlar çizelgenin oluşması için mutlaka sağlanması gereken kısıtlardır. Yumuşak kısıtlar ise mutlaka sağlanması gerekli olmayan ancak çizelgeye etki edebilen kısıtlardır. Dolayısıyla çizelgeleme yapılırken katı kısıtların sağlanması yumuşak kısıtların ise mümkün olduğunca sağlanması gereklidir. Katı kısıtlamalar sefer saatlerinin minimum aralığı, durakta bekleme süreleri, trenlerin alabileceği yolcu sayısı vb. faktörlerdir. Yani katı kısıtlar kaynakların kullanımıyla ilgili kısıtlardır. Yumuşak kısıtlar trendeki yolcu sayısının az olması ya da tren kapasitesinin üstünde olması gibi istenmeyen kısıtlardır.

Yolcu taşıma sistemlerinin iki türü vardır; trenlerin sefer sıklıkları yani frekans aralıkları ve işletim süreleri için kalkış-varış sürelerinin belirlenmesi. Frekans tabanlı operasyonlarda hatlardaki bekleme süreleri durur gözükmekte ancak zaman çizelgesi tabanlı operasyonlarda talep tahminlerine göre sefer sayısını artırma ihtiyacı doğmaktadır. TNT (Transit Ağ Çizelgeleme) sorunu, belli amaç fonksiyonunu optimize etmek için transit ağı istasyonlar boyunca bir dizi kalkış ve varış saatleri belirleyen karar seviyesidir. Ardışık seferler arasında ayırım zamanı farklıdır bu nedenle ulaşım hizmetinin düzenli olmadığına dikkat etmek gerekir. Planlama sürecinin önemli yönü hattın varış-kalkış saatlerini senkronize etmek, seyahat süresini, bekleme sürelerini ve sürücü programlama maliyetini en aza indirmektir. Talep ve seyahat sürelerini, planlama dönemlerinde gün içinde bölmek gerekir. Talep tahminlerine göre gün içerisinde tren çalışma zaman aralıklarının belirlenmesi ile doğrulanabilir.

Transit ağ çizelgeleme, gündüz-kısa süreli planlamada ve yolcu talebini karşılamak için oldukça değişken olabilir. Dengeli dağılmış yolcu yük çizelgeleri oluşturmak için planlama dönemlerinin ve kalkış saatlerinin sabit olduğu varsayılır. Amaç takvime göre bir headway belirlenmesidir. Bu nedenle istenilen çizelgenin yapılabilmesi sezgisel yaklaşım geliştirmeye dayalıdır.

Klemm ve Stemme (1988) çalışmasında; toplu taşıma kalitesi döngüleri, erişilebilirlik ve direkt ilişkiler gibi farklı özellikler karakterize edilir. Sabit çevrim işlemi, talep odaklı yol ağı ile transfer süreleri en aza indirilmiştir. Toplu taşıma sisteminin çekiciliği optimum zamanlama senkronizasyonu ile geliştirilebilir. Optimum senkronizasyon transfer noktaları transfer maliyetini (bekleyen yolcu *zaman)

minimize etmek anlamına gelir. Bu özel operasyonel kontrol görevi bilgisayar destekli zamanlama ile entegre edilmelidir. Önkoşul bir iş istasyonunda duyarlılık analizi şeklinde sevk sağlayan bir diyalog odaklı uygulama ve hesaplama sonuçlarının doğrudan değerlendirilmesidir.

Domschke (1989) aktarma istasyonlarında, yollarını değiştirmek istediğiniz yolcuların bekleme sürelerini minimize etme problemi olarak kabul edilir. Sezgisel yöntemlerin (iyileştirme algoritmaları, benzetilmiş tavlama) yanı sıra bir dal ve sınır algoritması içeren hesaplama sonuçları sağlar.

Bookbinder ve Désilets (1992) de otobüslerin stokastik seyahat sürelerini hesaplamak için optimizasyon modeli ile birlikte bir simülasyon prosedürü kullanır. Seyahat süreleri aslında tesadüfi değişkenlerin otobüsler için her düzenlenmesi durumunda, farklı amaç fonksiyonları ve transit ağları, deterministik otobüs seyahat varsayımı ile transfer optimizasyonu olumsuz sonuçlarından bir dizi için öneri göstermektedir.

Daduna ve Voß (1995) bekleme süresini, minimum aktarma bölgeleri sürelerini eşitlemek için bir ders çizelgeleme problemi önerirler. Yazarlar bu farklı transferleri ve transfer bölgesinde bekleme süresini maksimuma dayalı bir ağırlıklı amaç fonksiyonu gibi alternatif hedefleri düşünmüşlerdir. Kuadratik yarı atamaya dayalı matematiksel model formüle etmek için kullanılmaktadır. Karmaşıklığı nedeniyle sezgisel Tavlama Benzetimi algoritması ve Tabu Arama (TS) algoritması geliştirilmiştir. Temel amaç, transit sisteminde transfer düğümleri için tüm yolcuların bekleme zamanları toplamını minimize etmektir. Maksimum bekleme süresini içeren böyle bir amaç fonksiyonu değişiklikleri için hizmet düzeyi ve işletme maliyeti arasındaki ilişkilere de dikkat edilmesi gerekebilir.

Chakroborty vd. (1995) kentsel ulaşım ağının yolcu planlaması, durakta bekleyen yolcuların bekleme süresini ve genel transfer süresini minimize eden bir optimizasyon problemi olarak formüle eder. Transfer istasyonunda zamanlama sorununa matematiksel programlama formülasyonu sunulmaktadır. Doğal genetik ve seçim-zamanlama sorunu çözmeye dayalı genetik algoritmalar (GA) ve arama-optimizasyon yöntemleri uygular. Genetik algoritmaların (GA) başarısı ulaşım sistemlerinde ortaya çıkan benzer optimizasyon problemleri için çözüm aracı olarak etkinliğini göstermektedir.

Palma ve Lindsey (2001) Toplu taşıma ve taşıma araçları için bir program ya da zaman çizelgesi en iyi şekilde talepleri karşılamak üzere seçilmelidir. Tek bir transit hat üzerinde toplu taşıma araçlarının belirli bir sayıda en uygun zaman çizelgesi yolcuların hangi zamanlarda aralıklarında seyahat tercih etmesine göre analiz edilir. Yolcu toplam zaman gecikme maliyetlerinin en aza indirilmesi sorunu formüle edilmiştir ve birinci dereceden optimallik koşulları belirlenmiştir. Seyahat süreleri eşit günün bir parçası üzerinde nüfus dağıtılır. En uygun zamanlama belirlenirken 24 saatlik eşit seyahat sürelerinin tam gün boyunca dağıtılması ile gün içinde tercih edilebilir çözüm bu çözümle karşılaştırılır. Her yolcu için ideal bir biniş süresi vardır. Optimizasyon süreci yolcu aza indirmek, kalkış saatlerini ayarlamak, analitik model geliştirmek için toplam zamanlama gecikme maliyetiyle çözülür.

Ceder (2001) Çalışma kaynaklarını (gerekli filo boyutu) en aza indirerek yolcu talebi ile araç kalkış saatleri arasında, toplu taşıma tarifeleri ve araç planlaması oluşturulmasını birleştirmeyi dener. İki elemanın eşzamanlı olarak kullanımı için sunulan yöntemler geçiş yolları için uygulanabilir. Yolcu bilgilendirme sistemleri teknolojisi büyüyen güvenlik sorunları ve gelişmelerle birlikte, sefer saat sıklığının önemi azalır. Sunulan prosedürlere, örnekler ve grafik açıklamaları eşlik etmektedir.

Ceder ve Tal (2001) takvim içinde verimli otobüs senkronizasyon tasarımı problemi ele alınmaktadır. Yolcuların başka bir otobüse transfer senkronizasyonu bir otobüsün kalkış saatiyle başka otobüsün varış zamanı arasındaki uyum anlamına gelir. Senkronizasyon geçiş programları en zor iştir ve sezgisel olarak ele alınmaktadır. Verimli prosedür tarifeleri oluştururken zaman çizelgesi için yararlı bir araç olarak maksimum senkronizasyon uygulaması sunulmuştur. Bu prosedürler otobüs ağının bağlantı (aktarma) noktalarında eş zamanlı olarak otobüs yolcularının sayısını arttırmak için çalışır. Kullanıcı memnuniyeti ve rahatlığı için geçiş programları transfer düğümleri asgari bekleme süresi ile başka bir rotadan yolcu transferi sağlayan maksimum senkronizasyon için takvim oluşturur.

Deb vd. (2002) de NSGA-II (Sıralama Genetik Algoritma II) olarak adlandırılan egemen sıralama tabanlı algoritma önermiştir. Operatör popülasyonlarını birleştirerek en iyi çözümleri seçerek çiftleşme havuzu oluşturulması sunulmuştur. Zor test problemleri üzerinde Simülasyon sonuçları NSGA-II çözümünün mümkün olduğunu gösteriyor. Çoğu sorunlar için, sorunlar üzerinde kısıtlı NSGA-II

Simülasyon sonuçları, kısıtlı başka objektif optimizasyon sonuçları ile karşılaştırılır. NSGA-II çok daha iyi performans verdiği görülmektedir.

Zhao vd. (2003) gerçek zamanlı olarak çeşitli duraklarda aktarma otobüsünün dinamik koordinasyonun sağlanması için otobüslerin hareketine dayalı bir dağıtık kontrol yaklaşımı sunulmuştur. Duraklarda otobüs koordine etmek üzere algoritma kullanarak, en iyilik koşulları elde etmeye çalışılır.

Castelli vd. (2004) ulaşım ağları planlaması için sezgisel prosedür tabanlı bir Lagrange yumuşatması sunmuştur. Her adımda önceki kararları düzeltmek için çözüm prosedür programlarını belirlemeye çalışır. Yolcu maliyetleri (sistemde harcanan zamana dayalı) ve (araçlar kullanıma göre) işletme maliyetlerinin ağırlıklı toplamını en aza indirmek için çizelgeleme sorununu çözmeye çalışmışlardır.

Zhao (2006) sezgisel bir yaklaşımla, analiz ve otobüs seferleri için otobüs sürücüsü zamanlama problemlerini gerekli sürücülerin sayısını tahmin etmek için geliştirmiştir. Sürücülerin sayısı; sabah ve öğleden sonra zirvelerine ihtiyaç duyulan gözleme dayanarak, sabah ve öğleden sonra alt problemlerden için sürücü zamanlama sorununu böler ve ayrı ayrı alt problemi çözer. Sürücü bağımsız bir tahmin edici olarak veya başka bir sürücü zamanlama yaklaşımlarının bir bileşeni olarak da kullanılabilir.

Shröder ve Solhenbach (2006) toplu taşıma transfer kalitesinin iyileştirilmesini ele alır. Kuadratik yarı atama modeli optimizasyon problemi kullanılır. Genel olarak aktarım kalitesinin iyileştirilmesinin optimizasyon bazı tekniklerle olabileceğini ortaya çıkarmaktadır.

Liu ve Shen (2007) bölgesel otobüs işletme modeline göre, iki seviyeli bir programlama kurmuştur. Üst modelde, gerekli araçların sayısı ve yolculuk toplam süresini en aza indirmek için tasarlanmış bölgesel otobüs araç çizelgeleme, araç zinciri çalışma süresi ile zamanlama sorunu bir sınıf olarak formüle edilir. Amaç her bağlantı durağı toplam yolcu transfer süresini en aza indirmek ve mutlak çözümler için bir dizi bağlantı durağı göstermektir. Memnuniyet kriterleri senkronizasyon katsayısı tanımlanmıştır. Son olarak, algoritmanın etkinliği tartışılmış ve hesaplama sonuçları modelin uygulanabilir olduğunu göstermiştir.

Guihaire ve Hao (2008), ağın tasarım ve zamanlanması için geçiş planlamada çok önemli stratejik ve taktik adımlar gözden geçirmektir. İlk olarak stratejik ve taktik geçiş planlaması hedeflerini sergilerler. Daha sonra alt problemleri tanımlayıp yapılandırmak için bir terminoloji kurmaya çalışır. Transit hatları ve bunların kombinasyonları için bir sınıflandırma önerir. Problemi ele alıp çözülemeye çalışan yöntemle ana özellikleri vurgulamak üzere her işin tanımlayıcı bir analizi sunulmaktadır. Son olarak, gelecekteki araştırmalar için bazı eğilimleri tespit etmiştir.

Wong vd. (2008) kentsel toplu taşıma raylı sistemlerde, tüm yolcular için en az gecikme ile sorunsuz kavşak sağlayan koordineli çizelgeleri tasarlamışlardır. Yolcuların bekleme sürelerini en aza indiren periyodik tarifeleri, bu zamanlamayı eşitleme problemi için karma tamsayı programlama optimizasyon modeli sunarlar. Formülasyonundaki yenilik, istasyonlarda sonraki treni bekleyenlerin doğru temsilini sağlayan ikili değişkenlerin kullanılmasıdır.

Zhao ve Zeng (2008) de rota ağ tasarımı, araç yolculuğu ve takvim atama dahil geçiş ağlarını optimize etmek için bir metasezgisel yöntem sunmaktadır. Transit talep üzerine servis geçiş alanı ve toplam filo byklğu bir yolcu maliyet fonksiyonu olarak düşünülüp transit ağı minimize etmektir. Transit ağ optimizasyonu nedeniyle büyük yol ağı, araç headways ve tarifeler karmaşık bir birleştirici sorundur. Bu metodoloji transit ağın değişken alanlarını (rota ağı, ilerleme ve takvim) kapsar. Yolcu varış saatleri, güzergah ağı araç headways ve zaman çizelgelerine dayalı bir kullanıcı maliyet fonksiyonu şeklinde tavlama benzetimi, tabu ve açgözlü arama yöntemlerini birleştiren bir metasezgisel arama düzeni sunarlar. Bu yöntem, mevcut literatürde bildirilen sorunlar ile büyük ölçekli gerçekçi ağ optimizasyon problemine uygulanmıştır. Sonuçlar metodoloji zamanı ve bilgi işlem kaynaklarının makul miktarlarda büyük ölçekli geçiş ağ tasarım problemlerinde gelişmiş çözümler üretme yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir.

Kwan ve Chang (2008) kitle hızlı transit kullanıcılarının genellikle kendi hedeflerine ulaşmak için farklı tren hatları arasında aktarma yapması gerektiğini belirtirler. Tarife eşitleme, transferler sırasında gecikmeleri en aza indirir. Toplam yolcu memnuniyetsizliği indeksi vasıtasıyla takvim senkronizasyonu için yeni bir nlem formüle eder. Orijinal eşitlenmemiş takvim üzerinde senkronizasyon etkisi orijinal

takvim sapmaları için toplam sapma indeksi katlanılan cezası atar. Bunlar arasındaki ilişki genetik algoritma 2 (NSGA 2) kullanılarak elde edilmiştir. Tabu arama ve tavlama benzetimi gibi yerel arama teknikleri ile bir melez kombinasyon geliştirilmesi önerilmiştir. Simülasyon sezgisel uygulama için en iyi sonuçlar olduğunu göstermektedir.

Lodwick ve Untiedt (2010) deterministik optimizasyon modellerinin, matematiksel uygulamaların en çok kullanılan alanlarından biri olduğu tartışmasız bir gerçektir. Bu bulanık ve olasılıklı yaklaşımlar kullanılarak çözülmesi gereken matematiksel programlama problemlerine uygulanır. Deterministik ve stokastik optimizasyon modelleri iyi tanımlanmış girdi parametreleri (katsayıları, sağ taraf değerleri), ilişkileri (eşitsizlikler, eşitlikler) ve reel sayıların ya da gerçek değerli dağıtım fonksiyonları gerçek maksimizasyonu en aza indirmeyi gerektirir. Değişkenlerin ve kısıtlamaların sadece birkaç optimum çözüm (temel değişkenler ve aktif kısıtlamalar) için gerekli olduğunu, deterministik normatif kriter (objektif fonksiyonu) varsayarak, matematiksel programlama modeli geliştirmişlerdir. .

Guiharo ve Hao (2010a) toplu taşıma ağlarında geleneksel sıralı planlama süreci ile ilgili özgün bir sorun ile ilgilenir. Bu sorunda eski araç ve sürücü programları oluşturmadan şebekenin tarifelerini değiştirmek amaçlanmaktadır. Amaç sayısı ve transferlerin kalitesi ile yolcular için hizmet kalitesini arttırmaktır. Tabu arama ve özel olarak geliştirilmiş bir çözüm yöntemi önerirler.

Guihaire ve Hao (2010b), ağ çizelgeleme ve araç çizelgeleme genellikle ayrı sorunlar olarak kabul edilir. Bu iki adımın önemli özelliklerini birleştirerek araç maliyetlerinde iyileştirmeler getiren tarifeleri yeniden tanımlamak için eşzamanlı bir çözüm yaklaşımı önerirler. Bu çalışma filo büyüklüğü, uzunluğu, miktarı ve önerilen transferlerin kalitesi, düzgünlüğü hedeflerini kapsamaktadır. Bu simulate yaklaşım için önerilen model, pratik özellikleri alarak karşılaştığı probleme uyarlanmıştır. Mevcut uygulamaya göre hizmet ve kaynakların düzeyi, iyileştirmeler gösteren mevcut transit ağı verilerine göre Yerel Arama ve mevcut hesaplama deneylerine dayalı bir optimizasyon prosedürü tanıtmaktır. Takvim sapmasını bir kısıtlama sorunu gibi düşünmüşlerdir. Bu kısıtlama, kalkış için uygun aralıkları tanımlamaya olanak sağlar. Daha sonra, bu aşamanın sorun oluşturulan örneklerini çözmek için Tabu arama algoritması kullanılır.

Li vd. (2010) toplam faydayı maksimize etmek için periyodik çizelgeleme sorununu çözmeye çalışmıştır. Transit yolcu aktivitesi ve seyahat seçenekleri arz-talep dengesi modeli aracılığıyla kalkış saati seçimi, faaliyet gezi zinciri seçenekleri, etkinlik süresi seçimi ve mod seçimi açısından açıkça kabul edilir olmasıdır. Yazarlar arz-talep dengesi kısıtlamaları ile matematiksel programlama problemi geliştirmek üzere örnekleri çözmek için sezgisel yöntem geliştirmiştir. İstasyonlarda seyahat süreleri, sevk süreleri ve sefer sıklığı sırasında trenlerin çalışma sürelerini ve istasyon bekleme sürelerini ayarlayarak, transfer bekleme sürelerini en aza indirmektedir.

Tetreault ve El-Geneidy (2010) sınırlı-stop hatları dikkate alınarak çalışan sürelerini tahmin etmek için bir model önerir. Bu model, tahmin etmek amacıyla yolcu aktivitesi ve duraklarda mevcut hat tarafından yapılan fiili durak etkilerini izole eder.

Salicrú (2011) çalışmasında transit tarifeleri kullanarak yolların iyileştirilmesi zamanlaması üzerine odaklanmıştır. Analitik geliştirme ve mikro simülasyonlara dayalı çalışma zamanı değerlerinin üretilmesi için yeni bir yaklaşım sunmaktadır. Geçmiş verileri kullanarak, çalışma zamanı değerlerinin üretilmesi için kullanılan yöntem adımları aşağıdaki gibi oluşur. Temizleme ve atipik gezileri tarama, medyan geziler için güven aralıkları bu adımlardır. Yeni hiyerarşik sınıflama algoritmasına göre günü bölümlere ayırıp, istatistiksel analiz türetilen kriterlere dayalı ilk çalışma zamanı değerleri oluşturmaktır. Ayarlama ve mikro simülasyonları ilk çalışma zamanı değerlerini doğrulayarak araç planında bir sonraki gezi zamanları süreleri değerlendirilir.

Tilahun ve Ong (2012) üçüncü dünya ülkelerinde halk otobüsleri için bekleme süresi özellikle sık görülen bir sorundur. Teorik olarak bu sorun ancak güzergah üzerinde daha fazla otobüs atayarak çözülebilir. Çok amaçlı optimizasyon problemi otobüs çizelgeleme modeli yolcuların ihtiyacına uygun bulanık tercih tabanlı genetik algoritma kullanarak bunu çözmek için nasıl ele alınacağını örnekle ele alır.

Ibarra-Rojas ve Rios-Solis (2012) tarife kalkış saatinin belirlendiği otobüs ağı stratejik planlamasının bir alt problemi vardır. Yolcu transferlerini kolaylaştıracak ve ağ boyunca otobüs demetleştirmesini önleyecek eşitleme sayısını maksimize edecek bu ağın çizelgeleme problemini formülize eder. Seyahat süreleri; sürücü hızı, trafik sıkışıklığı ve kazaları gibi nedenlerle değişebilir çünkü bu esneklik, otobüs ağı için kritik bir yöndür. NP-zor olduğunu kanıtlayarak literatürde mevcut benzer sorunlar

NP-sertlik hakkında sorulara cevap aramaktadır. Sonra, modelin uygulanabilir çözüm alanı yapısal özelliklerini analiz eder. Bu analiz çok sayıda karar değişkenlerini ve kısıtlarını ortadan kaldıran bir ön işleme aşamasına yol açar. Üstelik bu ön işleme, yeni bir metasezgisel algoritma kullanılan uygulanabilir senkronizasyon ve varış zamanı pencerelerini tanımlar. Ampirik deneyler için önerilen algoritma bir dakikadan daha az örnekler için çözümler göstermektedir.

Hassold ve Ceder (2012) toplu taşıma hizmeti ve araçların ihtiyatlı kullanılması dolayısıyla kaynak tasarrufu ve karbondioksit emisyonlarının azaltılması, seyahatin daha ekonomik olmasına yardımcı olabilir. Yolcu bekleme süresini en aza indirmek araçlarda istenilen doluluk seviyesindeki tutarsızlığı en aza indirir. Bir ağ tabanlı prosedür objektif sorunu çözmek için birden fazla araç tipleri ile çizelgeleri oluşturmak için kullanılır. Yöntem tüm araçlarda kabul edilebilir bir yolcu yükü elde ederken bekleme süresi için % 43 tasarruf sağlar. Auckland, Yeni Zelanda sonuçları için bir vaka çalışması uygulanır.

Liebcen ve Stiller (2012) toplu taşımada müşteri memnuniyeti oldukça önemlidir. Optimizasyon problemlerini çözmek için genel araç örnekleme yaklaşımı sunulmuştur. Bu yaklaşımın matematiksel doğruluğunu göstermek için büyük ağlarda onun uygulanabilirliğinin sınırlı olduğu gibi, seri-paralel grafikler durumu için etkili bir alternatif göstermektedir.

Ceder (2013) iklim değişikliğinin etkilerini, kıt kaynakların emisyonlarını azaltmak ve mümkün olduğunca ekonomik yakıt kullanmak gerekir. Ulaştırma sektörü, yüksek enerji ihtiyacına sahiptir ve yüksek karbondioksit emisyonu için kaynakları fazlasıyla kullanır. Kaynak tasarrufu, daha ekonomik seyahat ihtiyacını sağlamaya yardımcı olabilir. Bu çalışmada çoklu araç boyutlarını kullanarak Otobüs tarifeleri oluşturmak için çok amaçlı bir metodoloji önermektedir. İki hedefleri vardır: Birincisi, sık sefer sıklığı sapmasını en aza indirmek, ikincisi gözlemlenen yolcu yüklerin sapmasını en aza indirmek. İlk amaç hizmetin cazibesini artıracak ve böylece rastgele gelen yolcu, beklenen bekleme süresini azaltacaktır. İkinci amaç, talebi dalgalanan operasyonda güvenilirliği ve operatör açısından araçların kullanımını artıracaktır. Önerilen metodoloji optimum zaman çizelgeleri oluşturulmasında farklı stratejiler incelemek için sezgisel bir yaklaşım kullanır. Geliştirilen metodoloji Auckland, Yeni Zelanda'da bir otobüs hattının bir vaka çalışması uygulanır.

Ibarra-Rojas vd. (2014) planlama düzeyinde belirli bir ağ tasarımı için çizelgeleme ve araç planlaması sorununu, filo büyüklüğü ile ilgili işletme maliyetlerini en aza indirmek amacıyla iyi zamanlanmış transferlerle yolcu sayısını arttırmaya çalışır. Çizelgeleme ve araç planlaması sorunu için tamsayı doğrusal programlama modelleri sunar ve entegre modellerle bunları birleştirir. Sayısal deneyler önerilen yaklaşım 50'ye kadar otobüs hatları ile senaryolar çözebilmektedir.

Hassold ve Ceder (2014), araç planlaması sabit maliyet ve işçilik maliyeti ile doğrudan ilişkili olan toplu taşıma planlama sürecinin çok önemli bir adımındır. Bu nedenle kullanılan araç ve işletme maliyeti sayısını en aza indirmek arzu edilir. Araç tipleri, araç planlaması sorunu için yeni bir metodoloji önermektedir. Metodoloji, bireysel otobüs hatları için Pareto-optimal tarife setleri kullanan bir minimum maliyet ağ akış modeline dayanmaktadır. Sabit filo büyüklüğü göz önüne alındığında önerilen metodoloji de optimum takvim seçimi yapmanızı sağlar. Geliştirilen yöntem, bir gezi için özel bir araç tipinin kullanımını toplam kapasitesi küçük araçların kombinasyonu ile değişikliğe izin verir. Ayrıca, yöntemin bir varyasyonu mümkün araç zamanlamayla belirli bir alt-optimal çizelgelerin tamamlanmasına yardımcı olur. Önerilen metodoloji Auckland, Yeni Zelandada gerçek hayattan bir örnek çalışmadır. Sonuçlar standart modeller tarafından sağlanan araç programları ile karşılaştırıldığında filonun maliyetinde % 15 daha fazla iyileşme olduğunu göstermektedir.

Ibarra-Rojas vd. (2015) otobüs transit ağı planlama ve çizelgeleme altproblemi tüm gün boyunca hatların tüm geziler için kalkış saatlerini belirler. Toplu taşıma ağlarının çoğu tüm hatlar için aynı planlama dönemlerini düşünür. Senkronizasyon olaylarının optimize amacı ile gün boyunca kendi planlama dönemleri vardır. Tüm gezilerin kalkış saatlerini belirten çoklu dönem senkronizasyon sorunu için otobüs çizelgeleme (MSBT) önerirler. Yolcu transferlerini üst düzeye çıkarmak ve ağ boyunca otobüs demetleştirmesini aza indirmek amacındadırlar. Otobüs çizelgeleme (MSBT) sorunu için bir tamsayı doğrusal programlama formülasyonu önermek ve bir kısıt yayılma metodolojisine göre bu formülasyonun yapısal özelliklerini analiz etmektir. Bu özellikler, sorunu çözmek amacıyla etkin Metaheuristic tasarımına farklı yol operatörleri için temel teşkil etmektedir. Biz ampirik gerçek boyutlu örnekler için yüksek kaliteli uygulanabilir çözümler elde etmek ve birkaç tek dönem zaman tarifelerini birleştirmek için birçok yaklaşımı dikkate alarak, farklı planlama

dönemlerine ait gezilerin senkronizasyon olaylarının göz ardı edilmez olduğunu göstermektedir.



6. UYGULAMA

Çalışmamızda ilk olarak Ankarada ulaşımın durumu hakkında genel ve istatistiksel bilgiler verilmiştir. Ankaradaki ulaşım türlerinin genel ulaşımındaki payına değinilmiş ve hatlar hakkında kısa bilgiler verilmiştir. Metro trenleri hakkında bilgiler verilmiş ve Metro hatları ağ haritası gösterilmiştir. Daha sonra Raylı sistem M1 (Kızılay-Batıkent) Metro hattının 70 haftalık yolcu sayısı verileri analiz edilerek yüksek sapmaya sahip ilk 9 hafta çıkarılıp kalan 61 hafta alınarak talep tahmini yöntemlerinin uygulanmasıyla sonraki dönemler için en az hata veren tahmin yöntemi belirlenmiştir. Üssel ağırlıklı Hareketli Ortalama yönteminin diğer tahmin yöntemlerine göre daha az hata ortalaması verdiği görülmüş ve sonraki dönem tahmini için bu yöntem kullanılmıştır. Çalışmamız günlük bazda yapılmıştır. 14 haftalık Üssel ağırlıklı Hareketli Ortalama yöntemine göre talep tahmini yapılmıştır. Çalışmamızın son kısmında hesaplanan sonraki dönem tahminlerine göre yolcu sayısına uygun olarak hatta verilecek sefer sayısı ve aralığı günlük veriler 15 dk lık periyotlara bölünerek uygulanmıştır.

6.1. Ankarada Ulaşım

Ankara'da 2012 yılı sonu itibarıyla 1951 belediye otobüsü, 671 özel otobüs, 7956 ticari taksi, 2453 minibüs ve dolmuş bulunmaktadır. Yalnızca belediye otobüsleri ile 2012 yılında 253 milyon yolcu taşınmıştır. Otobüsler için gerçekleşen günlük ve yıllık yolcu sayılarının oranı dikkate alındığında minibüs ve dolmuşlar ile taşınan yolcu sayısının 410 milyon, özel otobüsler ile taşınan yolcu sayısının ise 114 milyon olduğu tahmin edilebilir. Ankarada yolcu sayısının toplu taşıma türlerine göre dağılımı Çizelge 6.1. de gösterilmektedir.

Çizelge 6.1. Ankarada Ulaşım İstatistikleri

Türler	Araç Sayısı	Taşınan Yolcu Sayısı	Yolcu Genel %	Yolcu Toplu Taşıma
Ego Otobüs	1.799	762.907	14,02	24,7
Ankaray	3*11=33	133.087	2,5	4,3
Metro	Bombardier 6*18=108 CSR 3*19=57	281.916	5,3	9,1
Banliyo Treni	51	34.000	0,6	1,1
Minibüs-Dolmuş	2.231	960.000	17,9	31,0
Servis Aracı	6.800	670.000	12,5	21,6
Özel Halk Otobüsü	199	160.000	3,0	5,2
Özel Toplu Taşıma Aracı	217	65.000	1,2	2,1
İlçe Özel Toplu Taşıma Aracı	245	28.000	0,5	0,9
Toplu Taşıma Toplam		3.094.910	57,5	100,00
Taksi	7.701	290.000	5,4	-
Otomobil	1.061.01	2.266.250	42,3	-
Genel Toplam	-	5.361.160	100,00	-

Öte yandan Ankara raylı sistemler bakımından ülkemizin önde gelen illeri arasında yer almaktadır. 1992 yılında inşaatına başlanan ANKARAY hafif raylı sistemi 1996 yılında tamamlanmıştır. AŞTİ-Dikimevi arasında faaliyet gösteren hattın toplam uzunluğu 8,5 km, istasyon sayısı ise 11'dir. 1993 yılında yapımına başlanan Ankara Metrosu ise 1997 yılında tamamlanmıştır. Kızılay-Batıkent arasında faaliyet gösteren hattın toplam uzunluğu 14,6 km olup istasyon sayısı 12'dir.

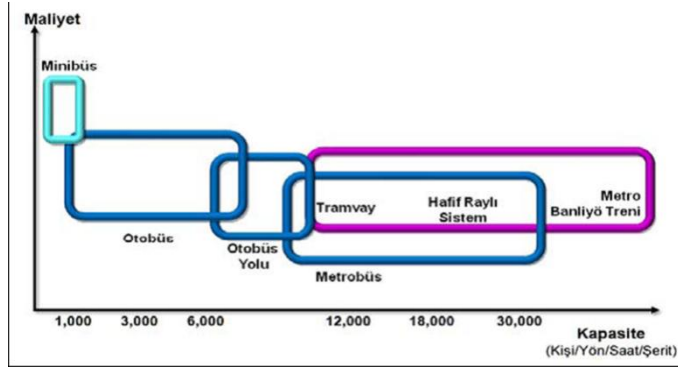
Söz konusu iki raylı sisteme ilaveten Kızılay-Çayyolu, Batıkent-Sincan ve Tandoğan-Keçiören Metrolarının yapımına 2001-2003 yılları arasında başlanmış ancak finansman sorunları nedeniyle projeler nihayete erdirilememiştir.

Günlük ve yıllık yolculuk verileri birlikte değerlendirildiğinde, yaklaşık bir hesapla, 2012 yılında otomobiller ile 605 milyon, minibüs ve dolmuşlarla 410 milyon, belediyeye ve şahıslara ait otobüslerle 367 milyon, raylı sistemler ile 95 milyon yolcu taşındığı söylenebilir. Yaklaşık 5 milyonluk bir nüfusa sahip olan Ankara'da ulaşımın çoğunlukla otomobil, minibüs ve dolmuşlar ile yapılması kentin ulaşımının sürdürülebilirlikten uzak olduğunu ortaya koymaktadır.

İstanbul'dan sonra yaklaşık 5 milyonluk nüfus ve 1,4 milyonluk araç sayısı ile ülkemizin en büyük ikinci kenti Ankara'dır. 2012 yılı sonu itibarıyla Ankara'da kayıtlı otomobillerin sayısı 1 milyonun üzerindedir. Her ne kadar İstanbul'a nazaran daha az otomobil bulursa da kişi başına düşen otomobil sayısı bakımından Ankara ülkemizde ilk sırada yer almaktadır. Kentte ulaşım planlamasının esasını oluşturması beklenen Ulaşım Ana Planı 2015 hedef yılıyla 1994'te hazırlanmıştır. Mevcut plan güncelliğini yitirdiğinden dolayı hedef yılı 2038 olan yeni planın hazırlanmasına ilişkin çalışmalara devam edilmektedir.

EGO verilerine göre Ankara'da günlük yolculukların yaklaşık yüzde 61'i toplu taşıma sistemleriyle, yüzde 39'u ise bireysel ulaşım sistemleriyle (yüzde 33 otomobil, yüzde 6 taksi) yapılmaktadır. Öte yandan toplu taşıma sistemleri kendi arasında değerlendirildiğinde minibüs ve dolmuşların yüzde 37'lik bir oranla ilk sırada geldiği, bunları yüzde 23 ile belediye otobüslerinin, yüzde 20 ile servis araçlarının, yüzde 10 ile halk otobüsü ve özel toplu taşıma araçlarının, yüzde 9 ile de metro ve hafif raylı sistemlerin takip ettiği görülmektedir. Şekil 6.1. de Ulaşım türlerine göre tek yönde saatte yolcu maliyetleri gösterilmektedir.

Şekil 6.1. Ulaşım türlerine göre tek yönde saatte yolcu maliyetleri



Günümüzde dünya nüfusunun yaklaşık yarısı (3,5 milyar kişi) kentlerde yaşamakta olup, bu oranın 2030 yılında yüzde 60'lara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu çapta büyük kitlelerin bir arada yaşadığı kentsel alanlarda ulaşım ihtiyacının karşılanması da başlı başına büyük bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Son 20–30 yıllık dönemde sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir ulaşım kavramlarının bir sonucu olarak kentsel ulaşımın sürdürülebilirliği de tartışılmaya başlanmış ve bu yönde politika ve eylemler ortaya konulmuştur.

Kent içi ulaşımında, geleneksel ulaşım planlamasında özel araç kullanılmasını teşvik dolayısıyla otomobillerin yoğun şekilde kullanılması ve ulaşım sisteminin oluşturduğu sorundan-maliyetlerden kaynaklanan kişiler üzerinde adil dağılmaması sonucu sosyal adaletin sağlanamaması olarak iki temel sorun mevcuttur.

Otomobiller kişi başına düşen emisyon, yakıt tüketimi ve kaplanan alan bakımından son derece verimsiz bir ulaşım aracıdır. Yoğun otomobil kullanımının sebep olduğu trafik sıkışıklığı sonucunda gerek sürücüler gerekse alternatif ulaşım türlerini kullanan bireyler olumsuz olarak etkilenmektedir. Öte yandan ulaşım sistemi içinde yer almayıp sadece o kentte yaşamasından ötürü emisyon, gürültü, görüntü kirliliği gibi hususlar sebebiyle olumsuz etkilenen kişiler de olabilmektedir. Tüm bu hususlar sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir ulaşım felsefesiyle çelişmektedir.

Bahsi geçen problemlerin ortadan kaldırılabilmesi için sürdürülebilir kentiçi ulaşım kavramı doğrultusunda; toplumsal fırsat eşitliğini esas alan, toplumun tüm bireylerine eşit erişim imkanı sunan, toplu taşımayı ve motorsuz ulaşım alternatiflerini ön planda tutan, ekonomik, yakıt tüketimi ve sera gazı emisyonları

bakımından verimli, diğer modlarla entegrasyonu sağlanmış, kapsamlı bir kentiçi ulaşım sisteminin oluşturulması gerekmektedir.

Dünyanın birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkesinde sürdürülebilir ulaşım sistemleri oluşturulması hususunda gayret gösterilmekte ve çeşitli politikalar uygulanmaktadır.

6.1.1 Tramvay sistemi ve hafif raylı sistem

Tramvaylar genelde 1–2–3 araçlık diziler şeklinde, kent içi trafiğine karışık olarak işletilmektedir. Araç özelliklerine bakıldığında; 100-180 yolcu kapasiteli ve bu kapasitenin %20-40 oturma yeri, 4–6 akslı, uzunlukları 14–21 metre arasında değişmektedir. Tramvay sistemi kent içi trafiği ile beraber işletildiğinden ardışık istasyon aralıkları daha kısa olmakta dolayısıyla ticari hızları diğer ulaşım sistemlerine göre daha düşük olup 15-30 km/sa arasında değişmektedir.

1970’li yıllarda tramvay sistemlerinin geliştirilmesiyle Hafif Raylı Sistem (HRS) kent içi toplu taşıma sistemi Avrupa’da ortaya çıkmış günümüze kadar ulaşmış süregelen bir kavramdır. Hafif Raylı Sistemlerden daha sonra geliştirilerek ortaya çıkacak metro sistemleri, daha yüksek kapasiteye ulaşacaktır. Yani Hafif Raylı Sistemler metro sistemlerine göre daha düşük kapasiteli olmasına rağmen tramvay sistemlerine göre daha yüksek yolcu taşıma kapasitesine sahip ulaşım türüdür. Hafif Raylı Sistemler ve Metro Sistemleri özel yollara sahip hemzemin olarak kullanılmakta Tramvay sistemleri bu ulaşım sistemlerinin aksine özel yola sahip olmasına gerek olmaksızın hemzemin olarak kullanılmamaktadır.

Hafif Raylı Sistem araçlarının teknik özelliklerine bakıldığında; 2–7 adet köprüge ve 4–10 adet aksa sahip olup tekli ya da çoklu diziler halinde, 18–42 metre arasında değişen uzunluklarda, kapasitesi yaklaşık 250 yolcu ve bu kapasitenin yüzde 20-50’sini koltuklar sahip olarak işletilmektedir. Araçların ticari hızları 18–40 km/s arasında maksimum hızları 70–80 km/s hıza erişebilen HRS araçlarının taban yüksekliği ise 20–100 cm arasında değişebilmektedir.

6.1.2. Metro sistemi

Metro sistemlerinde araçların yolcu kapasitesinin yüksek olması ve trenlerin işletme sıklığı yani sefer sayılarının sıklığı, diğer toplu taşıma sistemlerine göre yüksek yolcu taşıma kapasitesine sahip olmasında etkindir. Sistem, çok yoğun saatlerde tren seti başına 2000'den fazla yolcu kapasitesine izin vermekte ve 40 sefer olarak işletilebilmekte böylece çok fazla miktarda yolcu akışı sağlanabilmektedir. Diğer ulaşım türlerine göre yüksek yolcu taşıma kapasitesine sahip olmasına rağmen altyapı yatırımları gerektirdiğinden maliyet açısından diğer ulaşım türlerine göre daha yüksektir. Altyapı yatırım maliyeti olarak bakıldığında, hemzemin olarak inşa edilen bir raylı sistemin birim maliyeti 1 olarak değerlendirildiğinde yer üstünde işletilen hatların birim maliyeti 2–2,5, yer altındaki sistemlerin birim maliyeti ise 4–6 birim düzeyindedir. Ancak kentsel ve ulaşım planlamaları, fizibilite çalışmaları doğrultusunda uygun olarak dahil edilen ulaşım sistemi uzun vadeli toplam ekonomik fayda yatırım maliyetini fazlasıyla karşılamaktadır.

Metro Araçlarının özelliklerine bakılacak olursa; genelde 4 akslı, 16–23 metre uzunluğa ve 2,5–3,2 metre genişliğe sahiptir. Yolcu taşıma kapasitesi olarak bakıldığında araçlar 120–250 kişilik yolcu kapasitesine ve yüzde 25–60 arası koltuk kapasitesine sahiptir. Ortalama ticari hızı 25–60 km/sa olan 6–10 araçlık tren setleriyle saatte 20–40 arası sefer yapabilen bu sistemler ile New York Metrosunda olduğu gibi saatte tek yönde 60.000'in üzerinde yolcu taşınabilmektedir. Metro sistemlerinde, sistem 1,5 dakika aralıkla sefer sayısına müsaade etmesine rağmen fiili olarak işletilmesi zor gözükmektedir. Bu şekilde düşünüldüğünde 10 araçlı dizilerle 2500 yolcu kapasiteli olacak şekilde işletilmesiyle saatte tek yönde 100.000 yolcu kapasitesine ulaşılabilmesi pratikte uygulanabilirliğini zorlaştırmaktadır.

Kent içi ulaşım politikaları ve planlamaları toplu ulaşımı geliştirebilecek özellikler açısından Metro sistemleri en çok katkı sağlayacak sistemler olarak gözükmektedir. Özellikle yoğun nüfusa sahip Metropolit kentler için kişi başına tüketilen enerji düşünüldüğünde yapım maliyetleri yüksek olmasına karşın sera gazı emisyonu, işletme maliyeti ve seyahat süresi ile konfor, emniyet, güvenlik ile kısa bekleme süresi gibi özellikleri ele alındığında doğru seçilen bir güzergahta kurulması kaydıyla metro sistemleri sürdürülebilir kent içi ulaşım politikalarının en önemli

araçlarındandır.

Metro sistemlerinin diğer toplu taşıma sistemlerine göre kıyaslandığında üstün olan özellikleri şu şekilde sıralanabilir şu şekilde sıralanabilir;

- Yolcu taşıma kapasitesinin yüksek olması,
- Yer altı ve yer üstü işletilebilir sistem olmasından dolayı trafik sorununa etki etmemesi aksine olumlu yönde etkilemesi,
- Araçların hareketini enerji ile sağlaması açısından ve yolcu başına tüketilen enerjinin diğer ulaşım sistemlerine oranla daha düşük olması,
- Trenlerin hareketi elektrik enerjisiyle sağlandığından çevreye zarar verecek gazların salınımını yapmaması,
- Hızlı, kaliteli, konforlu, emniyetli ve zamanında ulaşım sağlaması şeklinde sıralanabilir.

Ankara Metrosu tren işletmesi konusunda bilgi vermek konumuzun anlaşılması açısından faydalı olacaktır. Ankara Metro işletmesi, hareketli blok sinyal kavramını esas alan, Otomatik Tren Kumandası (ATC) sistemiyle işletilmektedir. Hareketli blok prensibinde, trenin o anki hızı, ağırlığı, eğimi, konumu ve o anki frenleme profili VOBC tarafından değerlendirilerek, durma noktası hesaplanır. Hesaplama her saniye tekrarlandığından durma, noktası her an değişir. Bu şekilde, otomatik tren işletim sisteminin en büyük avantajı, hatta daha fazla tren işletiminin mümkün olması, tren işletme aralığının, çok küçük değerlerde sağlanabilmesidir. Ayrıca yavaşlama ve hızlanma gibi hareketlerinin, otomatik olarak yapılması nedeniyle, yolcu konforu en üst düzeydedir. Yarı otomatik sistemlerde kullanılan sabit blok prensibinde, trenin maksimum hız, eğim, maksimum ağırlık ve en kötü frenleme eğilimi hesaplanarak durma noktası hesap edilir. İki tren arasındaki yaklaşma mesafesi, trenin durumu ne olursa olsun, durma noktası sabittir. Yavaşlama hızlanma gibi hareketlerin tümü, sürücü tarafından yapılır.

ATC Sistemi; Ankara Metro İşletim Sisteminin üç farklı modda çalışmasını sağlamaktadır;

- ATO (Otomatik)
- CABS (Kabin sinyalizasyonu (yarı otomatik))
- MANUEL (Sürücü kontrollü)

Ankara Metrosu ana hat üzerindeki tren işletme modu, ATO'dur. Depodaki tren hareketleri ise, sadece CABS veya MANUEL modunda gerçekleştirilir. Servise çıkan her bir trenin önündeki kabin içerisinde, sürekli bir sürücü bulunur. Sürücünün işletme moduna bağlı olarak değişik, görev ve sorumlulukları vardır. ATC sistemi, ATO Modunda trenin korunmasını sağlar. Hızlanma, boşta gitme, yavaşlama ve kapı açma gibi, tren fonksiyonlarını kumanda eder. Kapıların kapanması ve trenin hareket ettirilmesi ise sürücü tarafından yürütülür.

CABS modunda, işletme işlevlerinin tamamı, sürücü tarafından yürütülür. Ancak, tren koruması ATC sistemi tarafından sağlanır. CABS modu, bakım alanı dışında, depodaki normal işletme modudur. MANUEL modunda, bütün işletme fonksiyonları, sürücü tarafından yürütülür. Tren korunması, işletme prosedürlerine göre sağlanır. Bu mod, depodaki bakım alanı içerisinde kullanılan trenin normal işletme modudur. Aynı zamanda, arıza durumunda, işletme prosedürlerine tam olarak uyulmak suretiyle, ana hatta da uygulanabilir.

Ankara Metro İşletmesi'nde, Motorlu araçlar (A aracı) ve treyler (B aracı) olmak üzere, iki ayrı tipte araç kullanılmaktadır. Araçlar; üçlüler halinde tasarlanmıştır, A+B+A (motorlu+treyler+ motorlu) şeklinde çalışır. Her motorlu aracın bir ucunda, trenin her iki yöndeki hareketi esnasında, sürücünün bulunacağı bir kabin bulunmaktadır. Üçlü araçta bulunan fren sistemleri, kapılar ve süspansiyon vs. için, basınçlı hava üreten kompresör, treyler aracında bulunmaktadır. Araçlar, 3 124 m. eninde ve 22 879 m. Uzunluğunda olup, her bir motorlu araçta 60, treylerde ise 62 kişilik oturma yeri vardır.

Ticari işletme esnasında;

- Doruk dışı ve gece dönemlerinde servis üçlülerle
- Doruk ve gün içi dönemlerinde ise, servis iki adet üçlü birimden oluşan altılı dizinlerle sağlanır.

Sistem Güvenliği, Ankara Metrosunu tamamen kapsayan çeşitli donanımlar ve tasarım özellikleriyle sağlanmaktadır, iletişim tesisleri, sistemin her yönü üzerinde, geniş kapsamlı bir takip ve kontrol ağı sağlamaktadır. Telsiz şebekesi ve bir telefon sistemi vasıtasıyla, İşletme Merkezi ile, çok yönlü bir iletişim sağlanmaktadır. Kapalı devre televizyon sistemi ile tüm istasyon platformlarının, yürüyen merdivenlerin ve ücret toplama alanlarının izlenmesi mümkün olmaktadır. Acil bir durumda, istasyonlardan veya işletme merkezinden bir veya daha fazla istasyona Genel Anons Sistemi yoluyla, sesli anonslar yapılabilmektedir. Bir denetsel kumanda ve veri toplama sistemi (SCADA); hat kenarındaki, trafo merkezlerindeki, İşletme ve Bakım Merkezi'ndeki ve yolcu istasyonlarındaki ekipman (örneğin, duman detektörü, kapıdan izinsiz giriş alarmları vs.) sürekli izleyerek denetlemektedir.

2015 Ankara Kentsel Ulaşım Ana Planında yer alan ANKARAY, Kent merkezinin bu kesimindeki yoğun talebin çağdaş bir hizmetle karşılanması, yeni yapılan Ankara Şehirlerarası Yolcu Terminali ile bağlantısı düşünülerek projelendirilmiştir. 30 Ağustos 1996 tarihinde işletmeye açılmıştır.

2015 Ankara Kentsel Ulaşım Ana Planında yer alan Raylı Sistemler ağı, Kızılay - Batıkent Metro Hattı (M-1), ve sırasıyla M-2, M-3 ve M-4 hatları olmak üzere 4 hat ile oluşturulmaya başlanılmıştır. M-1 hattı 28 Aralık 1997 tarihinde işletmeye başlarken, M-2 hattı 13 Mart 2014 ve M-3 hattı 12 Şubat 2014 tarihinde işletmeye başlamıştır. Şu an Ulaştırma ve Denizcilik Bakanlığına devri tamamlanmış ve yapımı devam eden tek hat ise M-4 Keçiören hattıdır. Çizelge 6.2. de Ankaray metro araç bilgisi gösterilmiştir.

Çizelge 6.2. Ankaray-Metro araç bilgisi

Araç Özellikleri	Metro-1	Metro-2	Metro-3
Araç Boyu(m)	22.78	22.88	22.88
Araç Eni(m)	3,15	3,15	3,15
Araç Yüksekliği(m)	3,64	3,18	3,18
Araç Ağırlığı(Ton)	32.459	40.600	40.600
Araç Kapasitesi (6 Kişi/m ²)	275 yolcu (64 yolcu oturan)	275 yolcu (64 yolcu oturan)	275 yolcu (64 yolcu oturan)
Dizideki Araç Sayısı	6	6	6
Enerji(VCD)	750	750	750
Ticari Hız(km/saat)	38	38	38
Max. Hız(km/saat)	80	80	80
Günlük Çalışma Süresi(saat)	18	18	18
Doruk Süresi(saat/gün)	4	4	4
Uygulanabilir Kapasite(Yolcu/saat/yön)	70.000	70.000	70.000
Dolaşım Süresi(dk)	48	55	48
Seyahat Süresi(dk)	22	25	22

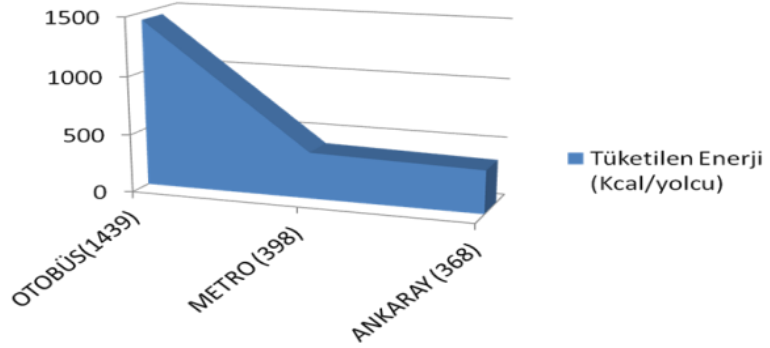
Yenimahalle–Şentepe arasında teleferikle yolcu taşıma ihalesi gerçekleştirilmiş ve test sürüşlerine 15 Mart 2014 tarihinde başlanmış olup, Teleferik hattı 17 Haziran 2014 tarihinde işletmeye açılmıştır. Şekil 6.2. de Ankara Büyükşehir Belediyesi raylı sistem ağı gösterilmektedir.

Şekil 6.2. Ankara Büyükşehir Belediyesi Raylı Sistemler Ağ Haritası



Demiryolları gerek yük ve gerekse yolcu taşımacılığında diğer sistemlere kıyasla daha az enerji tüketmektedir. Bu anlamda Almanya'da yapılan bir araştırmada yolcu taşımacılığında demiryolunda tüketilen enerjinin karayolu enerji tüketimine göre daha düşük maliyetli olduğu belirlenmiştir. Japonya'da yapılan diğer bir araştırma sonucu ise yük taşımacılığında demiryolu ve gemiler yaklaşık aynı enerjiyi tüketirken diğer taşıma sistemleri yük başına daha yüksek çıkmaktadır. Uluslararası Demiryolları Birliği'nin bir raporuna göre bir yolcu 1 kWh enerji harcayarak trenle 5 km, Otomobile 1.7 km, Uçakla 1.1 km seyahat edebilmektedir. Ankara belediyesinin şehir içinde çalıştırdığı toplu taşıma sistemlerinde yapılan bir araştırmada, enerji verimliliği yönünden taşınan yolcu sayısı ve tüketilen enerji miktarından yola çıkılarak Şekil 6.3. deki değerler bulunmuştur.

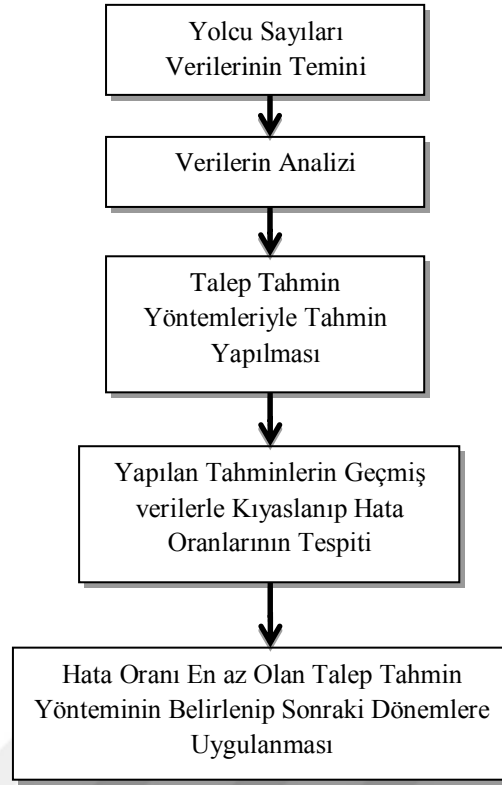
Şekil 6.3. Toplu taşıma sistemleri türüne göre yolcu başına enerji tüketimi



Toplu Taşıma Sistemlerinde büyük şehirlerde raylı sistemler olmazsa olmaz taşıma şeklidir. Nüfusu 1 milyonu aşan şehirlerde, pik saatlerde bir yöndeki ulaşım talebinin 6000 yolcuya ulaşması durumunda otobüs ile taşımının yeterli olduğu, ancak 6000–15000 yolcu arasında tramvay ve hafif metro, yolcu sayısının 15000’i geçmesi durumunda ise metronun gerekli olduğu genellikle uzmanlar tarafından kabul edilmektedir.

6.2.Talep Tahmini

Çalışma nüfus yoğunluğu fazla olan ve gitgide toplu taşımaya olan talebin arttığı Ankara ilimizde yapılmıştır. Metro ağları ile hizmet veren Ankara Büyükşehir Belediyesi yeni hatlar açarak toplu taşımayı özendirilmekte ve kullanımını arttırarak kentsel trafiği iyileştirmeye çalışmakta ve trafikte geçirilen süreyi azaltmaya çalışmaktadır. Bu kapsamda talep tahmin çalışmaları ile metro güzergah belirleme ve zaman çizelgeleme çalışmalarının temelini oluşturmaktadır. Bu çalışma ile halkın taleplerine cevap veren toplu taşıma sistemlerinin tercih edilebilirliği artıracığı düşüncesi ile mevcut talepler doğrultusunda ileriye yönelik çalışmalara temel oluşturacaktır. Çalışmanın akışı Şekil 6.4. de gösterilmektedir.



Şekil 6.4. Yolculuk talep tahmini iş akışı

Çalışmamız Ankara Metrosu M1 (KIZILAY-BATIKENT) hattı için yolcu sayılarının tahmin edilmesini içermektedir. Haziran 2014 ayından başlayarak Ekim 2015 ayının ortasına kadar yolcu sayıları günler baz alınarak incelenmiştir. Yapılan çalışmada günlük yolcu sayısı Ek 1’de gösterilmektedir.

Yolcu sayıları günlere göre alındığından ilk etapta 70 hafta göz önüne alınıp ilk 9 haftanın yolcu sayıları istatistiksel açıdan sapma oranlarını yüksek tuttuğundan çıkartılıp, 61 hafta üzerinden gelecek dönemler talep tahmin yöntemleri kullanılıp tahmin yapılmaya çalışılmıştır. Talep tahmin yöntemlerinde Basit ortalama, Hareketli Basit ortalama, Ağırlıklı ortalama, Ağırlıklı hareketli ortalama, Üstel Ağırlıklı Hareketli ortalama ve Regresyon yöntemleri kullanılmıştır.

Pazartesi Talep tahmin yöntemlerinin kullanılması Ek-2, Pazartesi Günü Toplam Hata Değerleri Ek-3, Salı Talep tahmin yöntemlerinin kullanılması Ek-4, Salı Günü Toplam Hata Değerleri Ek-5, Çarşamba Talep tahmin yöntemlerinin kullanılması Ek-6, Çarşamba Günü Toplam Hata Değerleri Ek-7, Perşembe Talep tahmin yöntemlerinin kullanılması Ek-8, Perşembe Günü Toplam Hata Değerleri Ek-9,

Cuma Talep tahmin yöntemlerinin kullanılması Ek-10, Cuma Günü Toplam Hata Değerleri Ek-11, Cumartesi Talep tahmin yöntemlerinin kullanılması Ek-12, Cumartesi Günü Toplam Hata Değerleri Ek-13, Pazar Talep tahmin yöntemlerinin kullanılması Ek-14, Pazar Günü Toplam Hata Değerleri Ek-15 de belirtilmiştir. Ayrıca yolcu sayılarının günlere göre 14 haftalık tahmini Ek 16 da gösterilmiştir.

Talep tahmin yöntemlerini kullanırken Basit Ortalama yönteminde önceki dönem gerçekleşen tüm yolcu sayısının ortalaması, Hareketli Basit Ortalama Yönteminde önceki gerçekleşen yolcu sayılarının en yakın dönem aralıklarının ortalaması, Ağırlıklı Ortalama Yönteminde dönem sayısı ağırlık olarak alınarak, önceki gerçekleşen tüm yolcu sayılarının ağırlıklara oranlanmasıyla hesaplanmıştır. Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yönteminde dönem sayısı ağırlık olarak alınarak, önceki gerçekleşen yolcu sayılarının en yakın dönem aralıklarının ağırlıklara oranlanmasıyla hesaplanmıştır. Üstel Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yönteminde ilk tahmin için önceki dönemlerin yolcu sayısı ortalamasıyla α katsayısı çarpımı ile son dönem gerçekleşen yolcu sayısı $1-\alpha$ katsayısı çarpımı toplanmıştır. Burada en az hata ortalamasını verdiği için $\alpha=0,1$ değeri alınmıştır. Sonraki tahmin hesaplamaları için ise; bir önceki dönem gerçekleşen yolcu sayısı ile α çarpımı, bir önceki dönem yolcu sayısı tahmini $1-\alpha$ çarpımı toplanmıştır. Aynı şekilde en az hata ortalamasına sahip olan α değerleri; Pazartesi günü için $\alpha=0,8$, Salı günü için $\alpha=0,4$, Çarşamba günü için $\alpha=0,6$, Perşembe günü için $\alpha=0,1$, Cuma günü için $\alpha=0,2$, Cumartesi günü için $\alpha=0,8$, Pazar günü için $\alpha=0,7$ olarak belirlenmiştir. α katsayısının tahminler için farklı olarak belirlenmesi, diğer α değerleri hesaplandığında hata oranının daha yüksek çıkmasındandır. Regresyon yönteminde ise Yolcu sayılarına göre belirlenen denkleme göre ($y=a+b*X$ biçiminde) b yerine tahmini yapılan dönem sayısının koyulması ile tahmin yapılmıştır. Sonraki dönemler de aynı şekilde hesaplanmıştır.

Tahmin edilen yolcu sayıları 17. haftadan 61. haftalar arasındaki gerçekleşen değerlerle kıyaslanmış Talep tahmin yöntemleri kullanılarak en az ortalama hata oranı-sapmaya neden olan tahmin yöntemi Çizelge 6.3. de gösterilmiştir.

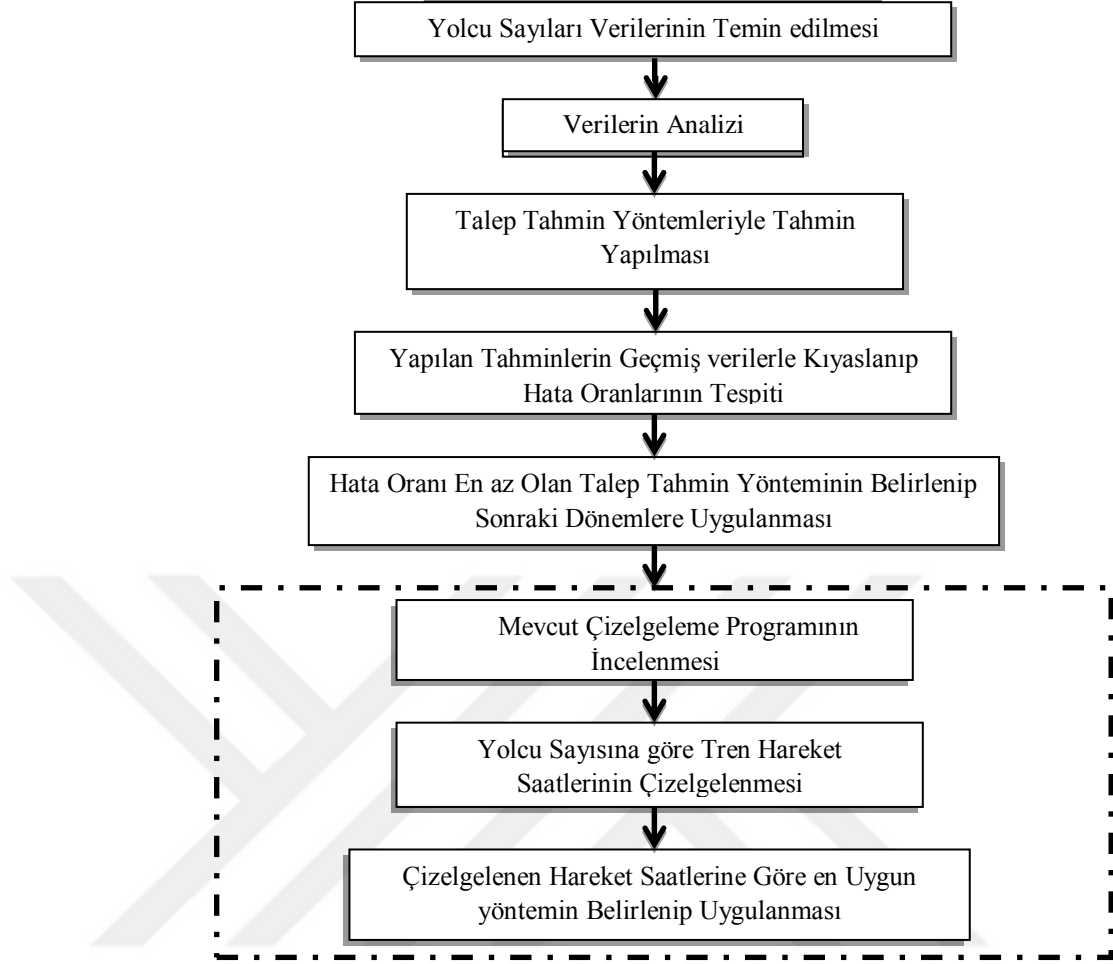
Çizelge 6.3. Talep tahmin yöntemlerinin sonuçlarının karşılaştırılması

Pazartesi	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
Ort.Hata Değerleri	14345	11456	11963	10584	6193	13714
Salı	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
Ort.Hata Değerleri	16813	13921	14599	13236	11673	16503
Çarşamba	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
Ort.Hata Değerleri	14993	13455	13792	12778	9021	14319
Perşembe	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
Ort.Hata Değerleri	21646	19642	19581	18668	17767	21850
Cuma	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
Ort.Hata Değerleri	20071	17157	18180	16340	14974	19448
Cumartesi	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
Ort.Hata Değerleri	20402	17762	18723	16937	13728	18641
Pazar	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
Ort.Hata Değerleri	18075	17676	17937	17096	13419	16143

En az hata veya sapmaya neden olan tahmin yöntemi seçilerek sonraki dönemlerin tahmini günlere göre yapılmıştır. Sonraki dönem tahminleri için son 16 haftadan başlayarak gerçekleşen değerlerin ortalamasının $\alpha=0,1$ ile çarpımı ile bir önceki dönem tahmini yolcu sayısının $1-\alpha=0,9$ çarpımı değerlerinin toplamıdır. Bir sonraki dönem tahmini için üstel ortalama ile sonraki dönemler hesaplanmıştır. Hesaplama önceki gerçekleşen taleple α değeri çarpımı ve önceki dönemin talep tahmin değeri ile $1-\alpha$ değeri çarpılarak bu iki değer toplamı alınmıştır. Gerçekleşen değere en yakın değer olmasından dolayı Pazartesi günü için $\alpha=0,8$, Salı günü için $\alpha=0,4$, Çarşamba günü için $\alpha=0,6$, Perşembe günü için $\alpha=0,1$, Cuma günü için $\alpha=0,2$, Cumartesi günü için $\alpha=0,8$, Pazar günü için $\alpha=0,7$ olarak belirlenip sonraki dönem tahminleri hesaplanmıştır. Sonraki talep tahmin değerleri hesaplaması 14 hafta olarak yapılmıştır.

6.3.Zaman Çizelgeleme

Ankara M1 (KIZILAY-BATIKENT) metro hattı için yapılan zaman çizelgeleme çalışmasında mevcut durumu incelenerek hat için yapılan talep tahminleri doğrultusunda çizelgeleme işlemi yapılmıştır. Çalışmanın akış şeması Şekil 6.5.'de verilmiştir.



Şekil 6.5. Yapılan çalışmanın akış şeması

Sonraki dönemlerin gerçekleşen yolcu sayıları Çizelge 6.4. de gösterilmiştir. Sonraki dönem 14 haftalık talep tahmin değerlerinin hafta içi, cumartesi ve pazar günü olarak ortalaması ise Çizelge 6.6. de gösterilmiştir. Daha önceki zamanlar oluşturulan tren işletme programı Çizelge 6.5.'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.4. Ortalama Gerçekleşen Yolcu Sayısı

Hafta	Ortalama Gerçekleşen Yolcu Sayısı		
	H.ıçı	Cumartesi	Pazar
1	176894	126984	88728
2	171122	149064	103359
3	176383	145605	99637
4	166772	130607	72289
5	178997	162787	111325
6	179158	159395	109615
7	180787	163817	113787
8	180150	164526	108200
9	179606	165360	112072
10	181791	165877	118458
11	181182	166571	112451
12	178272	152200	102207
13	167020	125927	84593
14	173785	149955	99021

Çizelge 6.5. Mevcut tren işletme programı

Hafta İçi Programı	CH 1	Saatler	Filo	Servis aralığı		Sefer süresi	
		06:00:00 - 07:05:15	6 x 6 araç	480 sn.	00:08:00	2.880 sn.	00:48:00
		07:00:00 - 09:02:10	12 x 6 araç	240 sn.	00:04:00	2.880 sn.	00:48:00
		09:02:10 - 16:10:00	7 x 6 araç	450 sn.	00:07:30	3.150 sn.	00:52:30
		16:10:00 - 20:00:00	10 x 6 araç	300 sn.	00:05:00	3.000 sn.	00:50:00
		20:00:00 - 00:20:00	6 x 6 araç	540 sn.	00:09:00	3.240 sn.	00:54:00
Cumartesi Programı	CH 2	Saatler	Filo	Servis aralığı		Sefer süresi	
		06:00:00 - 07:07:41	6 x 6 araç	540 sn.	00:09:00	3.240 sn.	00:54:00
		07:07:41 - 20:11:03	9 x 6 araç	360 sn.	00:06:00	3.240 sn.	00:54:00
		20:11:03 - 00:20:00	6 x 6 araç	520 sn.	00:08:40	3.120 sn.	00:52:00
Pazar Programı	CH 3	Saatler	Filo	Servis aralığı		Sefer süresi	
		06:00:00 - 07:37:40	6 x 6 araç	560 sn.	00:09:20	3.360 sn.	00:56:00
		07:37:40 - 18:57:40	7 x 6 araç	480 sn.	00:08:00	3.360 sn.	00:56:00
		18:57:40 - 00:20:00	6 x 6 araç	560 sn.	00:09:20	3.360 sn.	00:56:00

Mevcut tren işletme programı Çizelge 6.5. de gösterildiği gibi hafta içi, cumartesi ve pazar programı şeklinde ayrılmıştır. Saat aralıklarına göre filo büyüklüğü (sefer sayısı x dizi sayısı), istasyona ne kadar sürede bir tren geleceği servis aralığı ve sefer süresi belirlenmiştir.

Çizelge 6.6. Ortalama Tahmin Değeri

Hafta	Ortalama Tahmin Değeri		
	H.içi	Cumartesi	Pazar
1	169793	150740	106652
2	177151	163630	111454
3	178623	166208	112414
4	178917	166723	112606
5	178976	166826	112644
6	178988	166847	112652
7	178990	166851	112654
8	178990	166852	112654
9	178991	166852	112654
10	178991	166852	112654
11	178991	166852	112654
12	178991	166852	112654
13	178991	166852	112654
14	178991	166852	112654

Mevcut Tren işletme programı, günlere göre yolcu yoğunluğu belirlenerek oluşturulmaktadır. Mevcut program Hafta içi, Cumartesi ve Pazar günlerine ayrılarak hangi saatlerde kaç tane aracın hizmet sağlayacağı ne kadar sürede bir servise çıkılacağı Çizelge 6.5. de belirtilmiştir.

Normal (Resmi ve Dini tatiller hariç) günler için 15 dk 'lık günlük veriler incelendiğinde hafta içi günlerinin yolcu yoğunluğunun bütün hafta içi günleri için benzer dağıldığı, cumartesi ve pazar günlerinin de aynı şekilde kendi içinde benzer yoğunluk gösterdiği görülmüştür. Bundan dolayı çalışmamızda talep tahminleri için hafta içi günlerinin ortalaması alınarak çizelgeleme çalışması yapılmıştır. Çizelgeleme çalışması yapılırken vagon kapasitelerini aşmayacak şekilde her bir vagon için m² başına düşen yolcu sayısının 4 yolcu olması halinde maksimum yolcuyla trenin hareket etmesi düşünülerek hesaplanmıştır. Vagonların yolcu kapasitesi 275 yolcu olarak düşünülmektedir. Çalışmada her sefer için trenler 6'lı

vagon şeklinde hesaplanmıştır. Fakat bu şekilde vagonların doluluk oranı rahatsız edici düzeyde olacaktır. Dolayısıyla yolcu memnuniyeti de göz önünde bulundurularak maksimum yolcu taşıyacak miktar m^2 başına 4 yolcu düşerse 1.294 m^2 başına 6 yolcu düşerse 1.758 olarak hesaplanmıştır.

Kızılay ortak istasyonunda trenler için durulacak 2 yer mevcuttur. Mevcut durumda minimum dizi aralığı 3 dk olarak kısıtlıdır. Kızılay ortak istasyonunda M1 (Kızılay-Batıkent) ve M2 (Kızılay-Çayyolu) hatlarının trenleri için ayrı olarak ayrıldığından, entegre sistemin sinyalizasyon altyapı çalışmaları devam ettiğinden şu an ki mevcut duruma göre dizi aralığının 3 dk olmasına neden olmuştur. Çalışma mevcut duruma göre yapılmıştır. Sinyalizasyon ve entegrasyon çalışması tamamlandığında Kızılay ortak istasyonunun ayrı kullanımı sona ereceğinden trenlerin minimum dizi aralığı 90 sn inebilecektir.

Hafta içi, Cumartesi ve Pazar günleri talep tahmin sonuçları Çizelge 6.6. da belirtilmiştir. Bu sonuçlara göre tahminler 15 dk'lık veriler bölünmüş, hesaplanan kapasiteye göre (m^2 başına 4 yolcu) zaman aralıklarına göre hatta verilecek önerilen servis ve servis aralığı Hafta içi günleri için Çizelge 6.7. Cumartesi günleri için Çizelge 6.9. Pazar günleri için Çizelge 6.10. de gösterilmiştir. Ayrıca bazı günlerin Kurban bayramı günlerine denk gelmesi sebebiyle aynı çalışma bu tatiller için aynı önerilen çizelgeleme Çizelge 6.8. da gösterilmiştir.

Çizelge 6.7. Önerilen Hafta İçi Normal (15 dk) Zaman Çizelgesi

Hafta İçi Normal (15 dk) Zaman Çizelgesi		
Saatler	Filo	Servis Aralığı
06:00-06:45	6 x 6	9 dk
07:00	10 x 6	5 dk.
07:15	12 x 6	4 dk.
07:30	13 x 6	3 dk.
07:45	13 x 6	3 dk.
08:00	13 x 6	3 dk.
08:15	13 x 6	3 dk.
08:30	12 x 6	4 dk.
08:45	10 x 6	5 dk.
09:00	8 x 6	7 dk.
09:15-15:00	6 x 6	9 dk
15:15	9 x 6	6 dk.
15:30	9 x 6	6 dk.
15:45	10 x 6	5 dk.
16:00	10 x 6	5 dk.
16:15	10 x 6	5 dk.
16:30	10 x 6	5 dk.
16:45	12 x 6	4 dk.
17:00	13 x 6	3 dk.
17:15	12 x 6	4 dk.
17:30	12 x 6	4 dk.
17:45	12 x 6	4 dk.
18:00	13 x 6	3 dk.
18:15	12 x 6	4 dk.
18:30	12 x 6	4 dk.
18:45	10 x 6	5 dk.
19:00	9 x 6	6 dk.
19:15-23:00	6x6	9 dk

Çizelge 6.8. Önerilen Tatil Günleri (15 dk) Zaman Çizelgesi

Tatil Günleri (15 dk) Zaman Çizelgesi		
Saatler	Filo	Servis Aralığı
06:00-07:30	6x6	9 dk
07:45-08:15	7 x 6	8 dk.
08:30-16:00	6x6	9 dk
16:15	9 x 6	6 dk.
16:30	9 x 6	6 dk.
16:45	9 x 6	6 dk.
17:00	10 x 6	5 dk.
17:15	10 x 6	5 dk.
17:30	10 x 6	5 dk.
17:45	10 x 6	5 dk.
18:00	12 x 6	4 dk.
18:15	12 x 6	4 dk.
18:30	12 x 6	4 dk.
18:45	10 x 6	5 dk.
19:00	10 x 6	5 dk.
19:15-23:00	6x6	9 dk

Çizelge 6.9. Önerilen Cumartesi Günleri Normal Zaman (15 dk.) Zaman Çizelgesi

Cumartesi Günleri Normal Zaman (15 dk.) Zaman Çizelgesi		
Saatler	Filo	Servis Aralığı
06:00-07:15	6x6	9 dk
07:30	8 x 6	7 dk.
07:45	8 x 6	7 dk.
08:00	10 x 6	5 dk.
08:15	9 x 6	6 dk.
08:30	8 x 6	7 dk.
08:45-12:00	6x6	9 dk
12:15	8 x 6	7 dk.
12:30	8 x 6	7 dk.
12:45	9 x 6	6 dk.
13:00-14:15	10 x 6	5 dk.
14:30	9 x 6	6 dk.
14:45-16:00	10 x 6	5 dk.
16:15-17:15	12 x 6	4 dk.
17:30-18:30	10 x 6	5 dk.
18:45	9 x 6	6 dk.
19:00	9 x 6	6 dk.
19:15-23:00	6x6	9 dk

Çizelge 6.10. Önerilen Pazar Günleri Normal Zaman Çizelgesi

Pazar Günleri Normal Zaman Çizelgesi		
Saatler	Filo	Servis Aralığı
06:00-12:30	6x6	9 dk
12:30-18:00	7 x 6	8 dk.
18:15-23:00	6x6	9 dk

Araç kapasitesi m² başına 4 ve 6 yolcu şeklinde hesaplanmıştır. Eğer m² başına 4 yolcu hesaplanırsa 1.294 kişi, 6 yolcu hesaplanırsa 1.758 kişi binebilecektir. Yolcu sayıları incelendiğinde hafta içi günlerinin aynı saat aralıklarında benzer dağıldığı görülmüştür. Aynı durum cumartesi ve pazar günleri içinde gerçekleşmektedir. Bu durum resmi ve dini bayram tatilleri haricinde normal günler için hesaplanmıştır. Örnek olarak hafta içi, cumartesi ve pazar günleri 15 dk'lık gerçekleşen yolcu sayıları için birer örnek sırasıyla Ek 17, Ek 19 ve Ek 18 de gösterilmiştir.

Çalışmamızda 14 haftalık (62. Haftadan 78. Haftaya kadar) tahminlerimize göre yolcu sayıları belirlenmiştir. Öngörülen yolcu sayıları, gerçekleşen 15 dk'lık yolcu sayısı toplamı verilerine yakın belirlenen örnek günler alınmıştır. Bu günlerin 15 dk'lık yolcu sayısı göz önünde bulundurularak hatta ne kadar filo ve servis aralığı verileceği hesaplanmıştır. Hesaplama yapılırken Excel programı kullanılmıştır. Programda $(900 \times 1.294) / (15 \text{dk içinde gelen yolcu sayısı})$ hesaplaması m² başına 4 yolcu olursa her 15 dakikada gelen yolcu sayısı 1.294 olduğunda hatta bir sefer verecektir. M² başına 6 yolcu olursa her seferde trene alınacak yolcu sayısı 1.758 kişi olacaktır. Sonraki hesaplamada her gelen yolcu sayısı toplamı m² başına 4 olursa 1.294 ve 6 olursa 1.758 olacak şekilde hatta sefer ilave edilir. Sonuç olarak bu hesaplamalarla belli 15 dk'lık aralıklara göre hatta verilecek filo büyüklüğü ve servis aralığı hesaplanmıştır.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan çalışma Ankara Büyükşehir Belediyesine bağlı EGO Genel müdürlüğü Raylı sistemler üzerinedir. Kuruluşumuzda Ankara Metro İşletmesi M1 (KIZILAY-BATIKENT) hattı için yolcu sayıları verileri alınarak talep analizleri ve tahmini yapılmıştır. İlk olarak Raylı sistemler hakkında genel bilgiler verilmiş ve Raylı sistem taşıma türlerine değinilmiştir. Talep tahmin yöntemleri hakkında bilgiler verilmiş ve daha önce yapılan çalışmalar kısaca belirtilmiştir.

Çalışmamızın temelini oluşturan veriler Haziran 2014 ve Ekim 2015 arasında günlük toplam yolcu sayıları verileri alınmış ve analiz yapılmıştır. Analizde 70 haftalık veriler alınmış veriler analiz edildiğinde ilk 9 haftadaki verilerin yolcu sayıları düşük olduğundan gözlem dışı bırakılmıştır. 61 haftalık verilerle günlere göre talep tahmini yapılmış ve yolcu sayısının eğilimi incelenmiştir. Talep tahmini sonucunda her gün için en az hata sayısına sahip talep tahmin yöntemiyle sonraki günler için tahmin yapılmıştır. Bütün günler için üssel ağırlıklı hareketli ortalama yöntemi en yakın sonucu vermiştir. Bu yöntemler kullanılarak sonraki 14 hafta tahmin edilmiş ve yeniden gerçekleşen verilerle kıyaslanmış tahminlerin doğruluğu ölçülmüştür. Tahminlerin aynı şekilde sonuç verdiği görülmüştür.

Yapılan çalışma Ankara Büyükşehir Belediyesine bağlı EGO Genel müdürlüğü Raylı sistemler üzerinedir. Kuruluşumuzda Ankara Metro İşletmesi Batıkent-Sincan (M1 (KIZILAY-BATIKENT)) hattı için yolcu verileri alınarak öncelikle talep analizleri ve tahminleri incelenmiştir. İlk olarak Raylı sistemler hakkında genel bilgiler verilmiş, Raylı sistem taşıma türlerine değinilmiştir ve Raylı sistem zaman çizelgeleme konularına değinilmiştir. Daha sonra Ankara Metrosu hakkında bilgiler verilmiş ve yapılan çalışmalara kısaca değinilmiştir.

Bundan sonraki çalışmalar için temel oluşturması ve diğer Kızılay-Çayyolu (M2), Batıkent-Sincan (M3), Tandoğan-Keçiören (M4) hattı için yöntemlerin kullanılması yapılacak çalışmaların önceden görülebilmesine ve daha sonra yapılacak çalışmalarla yolcu memnuniyeti sağlanmasına olanak sağlayacaktır.

Çalışmamızın neticesinde trenlerin elektrikle çalışmasından dolayı aylık enerji tüketiminde çok fazla değişiklik görünmemektedir. Hafta içi günleri için sefer sayılarına bakıldığında haftalık bazda değerlendirildiğinde %13,5 arttığı buna karşın cumartesi günleri için %8 ve pazar günleri için %10,5 azaldığı görülmektedir. Tren sürücü sayıları haftalık olarak yaklaşık 21 sefer azaldığından sefere çıkacak 21 sürücü azalmıştır. 2015 ilk 9 ay aylık ortalama yolcu geliri ile 2015 son 3 ay yolcu geliri kıyaslandığında yaklaşık yolcu gelirleri % 15 arttığı görülmüştür.



KAYNAKLAR

Ahuja, R. K., Liu, J., Orlin, J. B., Sharma, D., Shughart, L. A., Solving real-life locomotive scheduling problems. *Transportation Science*, 39(4), 503-517. 2005.

Baştürk, G., Kent içi raylı toplu taşıma sistemleri incelemesi ve dünya örnekleri ile karşılaştırılması. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanlığı Tezi, 2015.

Bhattacharyya, M. N., Forecasting the demand for telephones in Australia. *Applied Statistics*, 1-10, 1974.

Bookbinder, J.H., Désilets, A., Transfer optimization in a transit network. *Transportation Science* 26, 106–118. 1992.

Burger, C. J. S. C., Dohnal, M., Kathrada, M., Law, R., A practitioners guide to time-series methods for tourism demand forecasting—a case study of Durban, South Africa. *Tourism management*, 22(4), 403-409, 2001.

Businger, M. P., Read, R. R., Identification of demand patterns for selective processing: a case study. *Omega*, 27(2), 189-200, 1999.

Caprara, A., Fischetti, M., Toth, P., Modeling and solving the train timetabling problem. *Operations research*, 50(5), 851-861, 2002.

Castelli, L., Pesenti, R., Ukovich, W., Scheduling multimodal transportation systems. *European Journal of Operational Research* 155, 603–615. 2004.

Ceder, A., Tal, O., Designing synchronization into bus timetables. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1760, 28–33. 2001.

Ceder, A., Efficient timetabling and vehicle scheduling for public transport. In: Voß, S., Daduna, J.R. (Eds.), *Computer-Aided Scheduling of Public Transport*, Lecture

Notes in Economics and Mathematical Systems, vol. 505. Springer, Berlin Heidelberg, pp. 37–52. 2001.

Chakroborty, P., Deb, K., Subrahmanyam, P.S., Optimal scheduling of urban transit systems using genetic algorithms. *Journal of Transportation Engineering* 121, 544–553. 1995.

Chang, S. C., Chung, Y. C., From timetabling to train regulation—a new train operation model, *Information and Software Technology*, 47(9), 575-585, 2005.

Charnes, A., Miller, M. H., A model for the optimal programming of railway freight train movements. *Management Science*, 3(1), 74-92, 1956.

Chu, C. W., Zhang, G. P., A comparative study of linear and nonlinear models for aggregate retail sales forecasting. *International Journal of production economics*, 86(3), 217-231, 2003.

Chui-Yen, C., Using integer programming to solve the crew scheduling problem in the Taipei rapid transit Corporation. 5(4),2008.

Cordeau, J. F., Toth, P., Vigo, D., A survey of optimization models for train routing and scheduling. *Transportation science*, 32(4), 380-404, 1998.

Daduna, J.R., Voß, S., Practical experiences in schedule synchronization. In: Daduna, J., Branco, I., Paixão, J. (Eds.), *Computer-Aided Scheduling of Public Transport*, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, vol. 430. Springer, Berlin, pp. 39–55. 1995.

Danescu, E., Integration and interoperability of rail transport in Europe, implications of the network in Romania and Moldova, DH 34-08.00. 14-Nord Economy, *International Economic Relations*, 2013.

Bulut, Ş. Orta Ölçekli Bir İşletmede Talep Tahmin Yöntemlerinin Uygulanması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 2006.

Deb, K., Pratap, A., Agarwal, S., Meyarivan, T., A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II. *Transactions on Evolutionary Computation* 6, 182–197. 2002.

Domschke, W., Schedule synchronization for public transit systems. *OR Spectrum* 11, 17–24. 1989.

Guihaire, V., Hao, J.K., Transit network design and scheduling: a global review. *Transportation Research Part A* 42, 1251–1273. 2008.

Guihaire, V., Hao, J.K., Improving timetable quality in scheduled transit networks. In: *Proceedings of the 23rd international conference on Industrial engineering and other applications of applied intelligent systems, IEA/AIE '10*, pp. 21–30. 2010(a).

Guihaire, V., Hao, J.K., Transit network timetabling and vehicle assignment for regulating authorities. *Computers and Industrial Engineering* 59, 16–23. 2010(b).

Gültekin, N., Eren, T., Modelling and solving the railway scheduling problem. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 29(2), 235-242. 2014.

Gündüz, A. Y., Kaya, M, Aydemir, C., Kent içi ulaşımında karayolu ulaşımına alternatif sistem: raylı ulaşım sistemi. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 2(1), 2011.

Hassold, S., Ceder, A., Multiobjective approach to creating bus timetables with multiple vehicle types. *Transportation Research Record* 2276, 56–62. 2012.

Hassold, S., Ceder, A., Public transport vehicle scheduling featuring multiple vehicle types. *Transportation Research Part B* 67, 129–143. 2014.

Higgins, A., Ferreira, L., Kozan, E., Modelling single line train operations. *Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board, Railroad Transportation Research*, 1489, 9-16, 1995.

Huss, W. R. , Comparative analysis of company forecasts and advanced time series techniques using annual electric utility energy sales data. *International Journal of Forecasting*, 1(3), 217-239, 1986.

Ibarra-Rojas, O., Rios-Solis, Y., Synchronization of bus timetabling. *Transportation Research Part B* 46, 599–614. 2012.

Ibarra-Rojas, O., López-Irarragorri, F., Rios-Solis, Y., Multiperiod synchronization bus timetabling. *Transportation Science*. <http://dx.doi.org/10.1287/trsc.2014.0578>, in press. 2015.

Ibarra-Rojas O., J., Delgado, F., Giesen R., Munoz J.C., , Planning, operation, and control of bus transport systems: A literature review. *Part B* 77 (2015) 38–75, 2015

Kamışlı Ö.Z., Sağır Ö. M., Çok ölçütlü çizelgeleme problemleri: geleneksel ve potansiyel araştırma alanları. 2005.

Kaspi, M., Service oriented train timetabling. Doctoral dissertation, Tel Aviv University, 2010.

Kılıç, G., Yapay Sinir Ağları İle Yemekhane Günlük Talep Tahmini. Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 2015.

Kirby, R. M., A comparison of short and medium range statistical forecasting methods. *Management Science*, 13(4), B-202, 1966.

Klempt, W.D., Stemme, W., Schedule synchronization for public transit networks. In: *Proceedings of the 4th International Workshop on Computer- Aided Scheduling of Public Transport*. Springer Verlag, Hamburg, Germany, pp. 327–335. 1988.

Kraay, D., Harker, P. T., Chen, B., Optimal pacing of trains in freight railroads: model formulation and solution. *Operations Research*, 39(1), 82-99, 1991.

Kroon, L.G., Peeters, L.W.P., A variable trip time model for cyclic railway timetabling. *Transportation Science*, 37(2), 198-212. 2003.

Kwan, C.M., Chang, C.S., Timetable synchronization of mass rapid transit system using multiobjective evolutionary approach. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews* 38, 636–648. 2008.

Law, R., Au, N., A neural network model to forecast Japanese demand for travel to Hong Kong. *Tourism Management*, 20(1), 89-97, 1999.

Lee, C. K., Chen, C. H., Scheduling of train drivers for Taiwan Railway Administration. *Journal of Eastern Asia Society of Transportation Studies*, 5, 292-306. 2003.

Li, Z.C., Lam, W., Wong, S., Sumalee, A., An activity-based approach for scheduling multimodal transit services. *Transportation* 37, 751–774. 2010.

Liebchen, C., The first optimized railway timetable in practice. *Transportation Science*, 42(4), 420-435. 2008.

Liu, Z., Shen, J., Regional bus operation bi-level programming model integrating timetabling and vehicle scheduling. *Systems Engineering - Theory & Practice* 27, 135–141. 2007.

Liebchen, C., Stiller, S., 2012. Delay resistant timetabling. *Public Transport* 4, 55–72.

Lindner, T. , Train schedule optimization in public rail transport. *Mathematics-Key Technology for the Future: Joint Projects Between Universities and Industry*. 703-716, 2000.

Liu, Z., Shen, J., Regional bus operation bi-level programming model integrating timetabling and vehicle scheduling. *Systems Engineering - Theory & Practice* 27, 135–141. 2007.

Liu, Z., Shen, J., Wang, H., Yang, W., Regional bus timetabling model with synchronization. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology* 7, 109–112. 2007.

Lodwick, W., Untiedt, E., Introduction to fuzzy and possibilistic optimization. In: Lodwick, W., Kacprzyk, J. (Eds.), *Fuzzy Optimization, Studies in Fuzziness and Soft Computing*, vol. 254. Springer, Berlin Heidelberg, pp. 33–62. 2010.

Malik, M. A. K., Ahmad, I., Forecasting demand for food in Libya—using confidence limits. *Long Range Planning*, 14(5), 90-96, 1981.

Marchant, L. J., Hockley, D. J., A comparison of two forecasting techniques. *The Statistician*, 35-44, 1971.

Ocak, İ., Manisalı, E., Kentsel raylı taşıma üzerine bir inceleme (İstanbul örneği). *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 51-59, 2006.

Öğüt, K. S., Evren, G., Türkiye’de kentsel raylı sistemlerin gerekliliği ve uygulamada dikkat edilecek konular. 2006.

Özdemir, A., Özdemir, A., Talep tahminlemede kullanılan yöntemlerin karşılaştırılması: seramik ürün grubu firma uygulaması. *Ege Academic Review*, 6(2), 105-114, 2006.

Palma, A.D., Lindsey, P., Optimal timetables for public transportation. *Transportation Research Part B* 35, 789–813. 2001.

Peeters, L., Cyclic railway timetable optimization. (No. EPS-2003-022-LIS). Erasmus Research Institute of Management (ERIM), 2003.

Petersen, E. R., Taylor, A. J., A structured model for rail line simulation and optimization. *Transportation Science*, 16(2), 192-206, 1982.

Reimann, M., Leal, J. E., ACO for the single line train scheduling problem. In Proceedings of MIC. 2009.

Salicrú, M., Fleurent, C., Armengol, J., Timetable-based operation in urban transport: run-time optimisation and improvements in the operating process. *Transportation Research Part A* 45, 721–740. 2011.

Sani, B., Kingsman, B. G., Selecting the best periodic inventory control and demand forecasting methods for low demand items. *Journal of the Operational Research Society*, 700-713, 1997.

Schultz, C. R., Forecasting and inventory control for sporadic demand under periodic review. *Journal of the Operational Research Society*, 453-458, 1987.

Schröder, M., Solchenbach, I., Optimization of Transfer Quality in Regional Public Transit. Technical Report 84. *Berichte des Fraunhofer Instituts for Techno-und Wirtschafts*. 2006.

Tétreault, P., El-Geneidy, A., Estimating bus run times for new limited-stop service using archived AVL and APC data. *Transportation Research Part A* 44, 390–402. 2010.

Tilahun, S., Ong, H., Bus timetabling as a fuzzy multiobjective optimization problem using preference-based genetic algorithm. *PROMET - Traffic & Transportation* 24, 183–191. 2012.

Willemain, T. R., Smart, C. N., Schwarz, H. F., A new approach to forecasting intermittent demand for service parts inventories. *International Journal of forecasting*, 20(3), 375-387, 2004.

Wong, R., Yuen, T., Fung, K., Leung, J., Optimizing timetable synchronization for rail mass transit. *Transportation Science* 42, 57–69. 2008.

O.Cenk, Ceylan H., Haldenbilen S., Yaşar, A. B., Kentiçi otobüs taşımacılığında talep tahmini ve fiyat analizleri:Denizli örneği. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi Cilt:12 Sayı:1 sh.47-61 , 2010

Zhao, J., Bukkapatnam, S., Dessouky, M., Distributed architecture for real-time coordination of bus holding in transit networks. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems 4, 43–51. 2003.

Zhao, L., Heuristic method for analyzing driver scheduling problem. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics A 36, 521–531. 2006.

Zhao, F., Zeng, X., Optimization of transit route network, vehicle headways, and timetables for large-scale transit networks. European Journal of Operational Research 186, 841–855. 2008.

Zhou, S. L., McMahon, T. A., Walton, A., Lewis, J., Forecasting operational demand for an urban water supply zone. Journal of Hydrology,259(1), 189-202, 2002.

EKLER

Ek 1 M1 (KIZILAY-BATIKENT) Hattı günlere göre yolcu sayıları

Hafta	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
1	124544	127212	127700	128871	131048	107651	68335
2	131635	132732	131825	133976	133432	111874	78168
3	136507	132978	143787	129338	127082	113884	78297
4	140829	142230	142702	141080	141524	115547	85406
5	152050	151828	153717	154953	152666	127159	96162
6	154321	158741	155464	164761	164679	142609	98760
7	175510	173510	168716	171288	173747	160258	114080
8	178423	179161	179744	181783	180956	160788	107430
9	179771	185281	184272	183321	110104	47011	64834
10	77432	87080	169055	175694	176327	150622	113567
11	182425	183171	185808	185773	182488	163322	122645
12	183193	184542	184367	182459	177904	152119	111726
13	180000	183635	122722	182175	177749	146146	98724
14	178233	182231	183421	184683	185580	162287	112448
15	184052	182043	182112	180952	184109	160927	114134
16	183101	184426	183369	184870	184771	159500	109972
17	183761	181680	182000	183371	187124	158225	101957
18	181841	182962	182125	182327	184098	172516	126360
19	180033	181159	184097	186148	182700	174236	112580
20	185467	184451	184733	182338	185837	163201	113552
21	185397	184420	186068	186653	189751	160412	114636
22	182269	181112	173919	70302	130794	134704	93504
23	182878	183375	162986	158893	164150	145027	96739
24	173518	174742	177640	177165	179875	151318	102247
25	172636	172283	171067	170813	179335	152859	108520
26	171848	170388	166588	168810	166207	136277	96309
27	162433	164714	166653	167705	166741	144800	97022
28	171177	162865	155673	174326	179109	160582	109877
29	181024	182268	176007	160337	177375	164230	115863
30	181261	178302	180513	183183	184716	164736	114584
31	183672	182055	181448	184902	184141	165853	119838
32	184463	185289	178490	173441	182563	160222	119584
33	182292	183086	181927	174279	183405	159609	114139
34	178907	177220	180579	182893	178521	146748	107707
35	176821	90088	177468	173007	180973	108098	178040
36	170533	175140	166245	175705	154068	112877	177514
37	183309	181864	182554	183275	165981	165981	121850
38	176210	181327	181961	123177	177949	153304	104347

Ek 1(Devamı) M1 (KIZILAY-BATIKENT) Hattı günlere göre yolcu sayıları

40	178853	181987	182454	183874	172666	163653	117326
41	177162	179014	177346	178698	178071	152923	103747
42	173622	128292	173564	47261	172324	172324	110506
43	168238	175818	163839	169840	165614	140321	169874
44	169874	169835	165661	162164	165691	136581	75435
45	159602	164663	169512	166702	172516	138464	97764
46	168183	168684	170602	140727	143830	115007	82915
47	147004	142279	141649	147966	146518	114009	82958
48	147190	144549	146845	149069	146438	121239	88403
49	152084	150451	149598	148957	148117	121028	90490
50	145691	145823	141496	90768	59222	69765	71657
51	137147	140368	140517	140034	132678	111945	82053
52	137768	130900	128492	129609	124352	109237	76603
53	138157	139669	139508	140638	140008	115998	82267
54	142019	140028	141648	142078	137371	114965	80766
55	149203	143817	142517	142027	138372	115709	83197
56	142923	143617	143677	146102	142678	122091	88972
57	147840	150259	149733	151184	147819	122914	85985
58	155436	156465	154789	158435	154223	133818	95859
59	164047	165458	167508	179124	171298	130225	87022
60	131470	119430	84173	44164	62443	75240	79998
61	176228	178500	175157	179714	185354	166852	112654

Ek 2 Pazartesi Talep tahmin yöntemlerinin kullanılması

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
17	158877	158877	167836	167836	180679	167193
18	160340	162578	169605	169902	183145	167033
19	161535	165716	170893	171637	182102	166874
20	162508	168436	171807	173076	180447	166715
21	163656	171226	173108	174960	184463	166556
22	164692	173310	174225	176505	185210	166397
23	165491	175057	174925	177626	182857	166238
24	166247	175517	175588	178173	182874	166078
25	166550	175211	175422	177742	175389	165919
26	166793	174765	175208	177221	173187	165760
27	166987	180666	174959	180120	172116	165601
28	166819	179416	174064	178508	164370	165442
29	166974	178665	173865	177711	169816	165283
30	167459	178729	174342	177904	178782	165123
31	167919	178919	174789	178171	180765	164964
32	168427	178895	175344	178390	183091	164805
33	168928	178980	175897	178693	184189	164646
34	169333	178888	176273	178773	182671	164487
35	169615	178705	176423	178654	179660	164328
36	169821	178504	176445	178448	177389	164169
37	169840	177571	176126	177515	171904	164009
38	170204	177440	176504	177619	181028	163850
39	170363	177061	176489	177300	177174	163691
40	170592	176838	176629	177200	178877	163532
41	170798	177171	176738	177497	178858	163373
42	170954	177454	176758	177698	177501	163214
43	171017	177565	176612	177664	174398	163054
44	170952	177928	176232	177674	169470	162895
45	170928	177847	175949	177398	169793	162736
46	170676	176508	175238	175888	161640	162577
47	170622	175690	174938	175051	166874	162418
48	170120	173399	173774	172542	150978	162259
49	169642	171069	172689	170076	147948	162099
50	169283	169181	171865	168141	151257	161940
51	168812	167105	170838	165952	146804	161781

Ek 2 (Devamı) Pazartesi Talep tahmin yöntemlerinin kullanılması

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
52	168191	164625	169543	163295	139078	161622
53	167606	162578	168344	161064	138030	161463
54	167050	159756	167226	158266	138132	161304
55	166587	157619	166309	156170	141242	161145
56	166270	155737	165698	154479	147611	160985
57	165854	153492	164899	152389	143861	160826
58	165538	151659	164311	150779	147044	160667
59	165363	150522	164010	149926	153758	160508
60	165341	150261	164011	149981	161989	160349
61	164777	147860	162944	147617	137574	160190

Ek 3 Pazartesi Günü Toplam Hata Değerleri

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
17	24884	24884	15925	15925	3082	16568
18	21501	19263	12236	11939	1304	14808
19	18498	14317	9140	8396	2069	13159
20	22959	17031	13660	12391	5020	18752
21	21741	14171	12289	10437	934	18841
22	17577	8959	8044	5764	2941	15872
23	17387	7821	7953	5252	21	16640
24	7271	1999	2070	4655	9356	7440
25	6086	2575	2786	5106	2753	6717
26	5055	2917	3360	5373	1339	6088
27	4554	18233	12526	17687	9683	3168
28	4358	8239	2887	7331	6807	5735
29	14050	2359	7159	3313	11208	15741
30	13802	2532	6919	3357	2479	16138
31	15753	4754	8883	5501	2907	18708
32	16036	5568	9119	6073	1372	19658
33	13364	3312	6395	3599	1897	17646
34	9574	19	2634	134	3764	14420
35	7206	1884	398	1833	2839	12493
36	712	7971	5912	7915	6856	6364
37	13469	5738	7183	5794	11405	19300
38	6006	1230	294	1409	4818	12360
39	8940	2242	2814	2003	2129	15612
40	8261	2015	2224	1653	24	15321
41	6364	9	424	335	1696	13789
42	2668	3832	3136	4076	3879	10408
43	2779	9327	8374	9426	6160	5184
44	1078	8054	6358	7800	404	6979
45	11326	18245	16347	17796	10191	3134
46	2493	8325	7055	7705	6543	5606
47	23618	28686	27934	28047	19870	15414
48	22930	26209	26584	25352	3788	15069
49	17558	18985	20605	17992	4136	10015
50	23592	23490	26174	22450	5566	16249
51	31665	29958	33691	28805	9657	24634

Ek 3 (Devamı) Pazartesi Günü Toplam Hata Değerleri

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
52	30423	26857	31775	25527	1310	23854
53	29449	24421	30187	22907	127	23306
54	25031	17737	25207	16247	3887	19285
55	17384	8416	17106	6967	7961	11942
56	23347	12814	22775	11556	4688	18062
57	18014	5652	17059	4549	3979	12986
58	10102	3777	8875	4657	8392	5231
59	1316	13525	37	14121	10289	3539
60	33871	18791	32541	18511	30519	28879
61	11451	28368	13284	28611	38654	16038
Ortalama Hata Değerleri	14345	11456	11963	10584	6207	13714
En Az Hata Oranı	6207					

Ek 4 Salı Talep tahmin yöntemlerinin kullanılması

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
17	160675	160675	169909	169909	182051	166574
18	161911	164079	171217	171506	181903	166328
19	163080	167219	172453	173195	182326	166081
20	164032	170230	173324	174674	181859	165835
21	165053	172869	174384	176300	182896	165588
22	165975	174906	175296	177656	183506	165342
23	166663	176304	175802	178473	182548	165095
24	167390	176921	176433	179068	182879	164849
25	167696	176644	176298	178672	179624	164602
26	167879	175832	175989	177889	176688	164356
27	167976	181039	175574	180298	174168	164109
28	167855	179885	174798	178848	170386	163863
29	167677	178530	173975	177275	167378	163616
30	168180	178445	174528	177456	173334	163370
31	168517	178199	174772	177341	175321	163123
32	168954	178200	175227	177542	178015	162877
33	169465	178254	175837	177893	180924	162630
34	169877	178342	176263	178155	181789	162384
35	170093	177983	176318	177876	179961	162137
36	167807	172291	171527	170751	144012	161891
37	168011	171709	171722	170497	156463	161644
38	168386	171549	172256	170769	166624	161398
39	168726	171563	172721	171124	172505	161151
40	168990	171290	173036	171176	175108	160905
41	169315	171743	173473	171843	177859	160658
42	169551	172164	173736	172371	178321	160412
43	168569	169533	171623	169110	158310	160165
44	168738	170227	171813	169827	165313	159919
45	168762	170662	171726	170162	167122	159672
46	168671	169562	171418	169164	166138	159426
47	168672	168961	171302	168683	167157	159179
48	168110	166475	170093	166064	157206	158933
49	167619	163929	169050	163521	152143	158686
50	167269	161889	168306	161584	151466	158440
51	166840	159927	167425	159643	149209	158193
52	166321	163069	166384	161728	145673	157946

Ek 4 (Devamı) Salı Talep tahmin yöntemlerinin kullanılması

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
53	165640	160304	165045	158799	139764	157700
54	165150	157667	164105	156234	139726	157453
55	164685	155086	163229	153776	139847	157207
56	164305	152886	162536	151760	141435	156960
57	163936	150488	161872	149614	142308	156714
58	163696	148691	161472	148139	145488	156467
59	163571	150452	161302	149768	149879	156221
60	163603	149804	161441	149532	156111	155974
61	162867	146654	160063	146319	141438	155728

Ek 5 Salı Günü Toplam Hata Değerleri

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
17	21005	21005	11771	11771	371	15106
18	21051	18883	11745	11456	1059	16634
19	18079	13940	8706	7964	1167	15078
20	20419	14221	11127	9777	2592	18616
21	19367	11551	10036	8120	1524	18832
22	15137	6206	5816	3456	2394	15770
23	16712	7071	7573	4902	827	18280
24	7352	2179	1691	4326	8137	9893
25	4587	4361	4015	6389	7341	7681
26	2509	5444	5601	7501	6300	6032
27	3262	16325	10860	15584	9454	605
28	4990	17020	11933	15983	7521	998
29	14591	3738	8293	4993	14890	18652
30	10122	143	3774	846	4968	14932
31	13538	3856	7283	4714	6734	18932
32	16335	7089	10062	7747	7274	22412
33	13621	4832	7249	5193	2162	20456
34	7343	1122	957	935	4569	14836
35	80005	87895	86230	87788	89873	72049
36	7333	2849	3613	4389	31128	13249
37	13853	10155	10142	11367	25401	20220
38	12941	9778	9071	10558	14703	19929
39	10286	7449	6291	7888	6507	17861
40	12997	10697	8951	10811	6879	21082
41	9699	7271	5541	7171	1155	18356
42	41259	43872	45444	44079	50029	32120
43	7249	6285	4195	6708	17508	15653
44	1097	392	1978	8	4522	9916
45	4099	5999	7063	5499	2459	4991
46	13	878	2734	480	2546	9258
47	26393	26682	29023	26404	24878	16900
48	23561	21926	25544	21515	12657	14384
49	17168	13478	18599	13070	1692	8235
50	21446	16066	22483	15761	5643	12617
51	26472	19559	27057	19275	8841	17825

Ek 5 (Devamı) Salı Günü Toplam Hata Değerleri

52	35421	32169	35484	30828	14773	27046
53	25971	20635	25376	19130	95	18031
54	25122	17639	24077	16206	302	17425
55	20868	11269	19412	9959	3970	13390
56	20688	9269	18919	8143	2182	13343
57	13677	229	11613	645	7951	6455
58	7231	7774	5007	8326	10977	2
59	1887	15006	4156	15690	15579	9237
60	44173	30374	42011	30102	36681	36544
61	15633	31846	18437	32181	37062	22772
Ortalama Hata Değerleri	16813	13921	14599	13236	11912	16503
En Az Hata Oranı	11912					

Ek 6 Çarşamba Talep tahmin yöntemlerinin kullanılması

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
17	162424	162424	170206	170206	181274	168400
18	163575	165818	171516	171805	181710	168093
19	164606	168961	172633	173386	181959	167786
20	165632	171481	173779	174975	183242	167479
21	166587	174108	174823	176596	184137	167172
22	167514	176130	175845	178047	185295	166865
23	167806	177283	175677	178239	178470	166558
24	167596	176925	174620	177093	169179	166251
25	168015	176793	174861	177063	174256	165944
26	168137	175968	174570	176296	172343	165637
27	168077	175814	173978	175688	168890	165330
28	168024	174617	173455	174549	167548	165023
29	167583	172823	172229	172578	160423	164716
30	167874	176154	172481	174752	169773	164409
31	168295	175972	172999	174895	176217	164102
32	168719	175930	173527	175147	179356	163795
33	169025	175625	173828	175084	178836	163488
34	169416	175621	174304	175350	180691	163181
35	169744	175524	174663	175481	180624	162874
36	169965	175110	174819	175267	178730	162567
37	169861	173954	174355	174140	171239	162260
38	170204	173735	174787	174269	178028	161953
39	170514	174237	175155	174883	180388	161646
40	170767	175326	175417	175853	180393	161339
41	171059	175627	175760	176278	181630	161032
42	171213	176019	175835	176603	179059	160725
43	171269	176455	175730	176844	175762	160418
44	171096	176279	175189	176343	168608	160111
45	170972	176903	174766	176530	166840	159804
46	170940	176497	174537	176029	168443	159497
47	170933	175878	174370	175405	169738	159190
48	170309	173391	173007	172598	152885	158883
49	169821	171413	171939	170400	149261	158576
50	169408	169392	171045	168292	149463	158269
51	168850	166949	169886	165707	144683	157962

Ek 6 (Devamı) Çarşamba Talep tahmin yöntemlerinin kullanılması

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
52	168294	164640	168757	163270	142183	157655
53	167529	162280	167237	160579	133969	157348
54	167000	159590	166210	157929	137292	157041
55	166531	157071	165317	155519	139906	156734
56	166094	154703	164503	153302	141472	156427
57	165694	152279	163772	151105	142795	156120
58	165414	150554	163288	149647	146958	155813
59	165230	149380	163000	148773	151657	155506
60	165269	149610	163150	149329	161167	155199
61	163917	144517	160561	143819	114971	154892

Ek 7 Çarşamba Günü Toplam Hata Değerleri

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
17	19576	19576	11794	11794	726	13600
18	18550	16307	10609	10320	415	14032
19	19491	15136	11464	10711	2138	16311
20	19101	13252	10954	9758	1491	17254
21	19481	11960	11245	9472	1931	18896
22	6405	2211	1926	4128	11376	7054
23	4820	14297	12691	15253	15484	3572
24	10044	715	3020	547	8461	11389
25	3052	5726	3794	5996	3189	5123
26	1549	9380	7982	9708	5755	951
27	1424	9161	7325	9035	2237	1323
28	12351	18944	17782	18876	11875	9350
29	8424	3184	3778	3429	15584	11291
30	12639	4359	8032	5761	10740	16104
31	13153	5476	8449	6553	5231	17346
32	9771	2560	4963	3343	866	14695
33	12902	6302	8099	6843	3091	18439
34	11163	4958	6275	5229	112	17398
35	7724	1944	2805	1987	3156	14594
36	3720	8865	8574	9022	12485	3678
37	12693	8600	8199	8414	11315	20294
38	11757	8226	7174	7692	3933	20008
39	9883	6160	5242	5514	9	18751
40	11687	7128	7037	6601	2061	21115
41	6287	1720	1586	1068	4284	16314
42	2351	2455	2271	3039	5495	12839
43	7430	12616	11891	13005	11923	3421
44	5435	10618	9528	10682	2947	5550
45	1460	7391	5254	7018	2672	9708
46	338	5895	3935	5427	2159	11105
47	29284	34229	32721	33756	28089	17541
48	23464	26546	26162	25753	6040	12038
49	20223	21815	22341	20802	337	8978
50	27912	27896	29549	26796	7967	16773
51	28333	26432	29369	25190	4166	17445

Ek 7 (Devamı) Çarşamba Günü Toplam Hata Değerleri

52	39802	36148	40265	34778	13691	29163
53	28021	22772	27729	21071	5539	17840
54	25352	17942	24562	16281	4356	15393
55	24014	14554	22800	13002	2611	14217
56	22417	11026	20826	9625	2205	12750
57	15961	2546	14039	1372	6938	6387
58	10625	4235	8499	5142	7831	1024
59	2278	18128	4508	18735	15851	12002
60	81096	65437	78977	65156	76994	71026
61	11240	30641	14596	31338	60186	20265
Ortalama Hata Değerleri	14993	13455	13792	12778	9090	14319
En Az Hata Oranı	9090					

Ek 8 Perşembe Talep tahmin yöntemlerinin kullanılması

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
17	166624	166624	176703	176703	183045	166334
18	167609	170030	177444	177764	183078	165827
19	168426	173052	177958	178774	183003	165321
20	169359	176602	178777	180341	183317	164814
21	170008	179181	179116	181326	183219	164308
22	170801	181162	179801	182455	183563	163802
23	166233	175259	170280	172277	172237	163295
24	165913	174484	169331	171064	170902	162789
25	166382	174195	169958	171294	171529	162282
26	166559	173414	170023	170864	171457	161776
27	166646	172983	169933	170520	171192	161269
28	166685	171854	169774	169739	170844	160763
29	166958	171346	170088	169665	171192	160256
30	166730	169981	169438	168406	170106	159750
31	167278	169887	170325	169005	171414	159243
32	167847	170134	171236	169839	172763	158737
33	168022	169420	171370	169519	172831	158230
34	168211	168851	171541	169327	172975	157724
35	168643	168887	172189	169863	173967	157217
36	168768	168065	172235	169410	173871	156711
37	168960	167651	172422	169340	174055	156204
38	169347	167440	172994	169662	174977	155698
39	168132	170744	170439	170521	169797	155192
40	168582	172419	171201	172225	171385	154685
41	168965	172838	171819	172893	172634	154179
42	169202	173331	172147	173434	173240	153672
43	166299	165734	166338	164052	160642	153166
44	166381	165867	166497	164316	161562	152659
45	166285	165107	166305	163674	161622	152153
46	166294	165505	166322	164063	162130	151646
47	165739	162852	165233	161389	159990	151140
48	165360	160543	164513	159237	158788	150633
49	165021	159020	163883	157783	157816	150127
50	164693	157437	163286	156312	156930	149620
51	163215	151679	160442	150163	150314	149114

Ek 8 (Devamı) Perşembe Talep tahmin yöntemlerinin kullanılması

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
52	162760	149619	159657	148272	149286	148607
53	162123	146738	158523	145522	147318	148101
54	161717	144073	157861	143248	146650	147594
55	161354	145254	157287	144188	146193	147088
56	161002	142526	156742	141902	145776	146582
57	160736	140165	156369	140042	145809	146075
58	160568	138445	156190	138843	146346	145569
59	160532	145394	156266	145010	147555	145062
60	160847	145974	157028	146156	150712	144556
61	158902	138599	153327	138033	140057	144049

Ek 9 Perşembe Günü Toplam Hata Değerleri

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
17	16747	16747	6668	6668	326	17037
18	14718	12297	4883	4563	751	16500
19	17722	13096	8190	7374	3145	20827
20	12979	5736	3561	1997	979	17524
21	16645	7472	7537	5327	3434	22345
22	100499	110860	109499	112153	113261	93500
23	7340	16366	11387	13384	13344	4402
24	11252	2681	7834	6101	6263	14376
25	4431	3382	855	481	716	8531
26	2251	4604	1213	2054	2647	7034
27	1059	5278	2228	2815	3487	6436
28	7641	2472	4552	4587	3482	13563
29	6621	11009	9751	9328	10855	81
30	16453	13202	13745	14777	13077	23433
31	17624	15015	14577	15897	13488	25659
32	5594	3307	2205	3602	678	14704
33	6257	4859	2909	4760	1448	16049
34	14682	14042	11352	13566	9918	25169
35	4364	4120	818	3144	960	15790
36	6937	7640	3470	6295	1834	18994
37	14315	15624	10853	13935	9220	27071
38	46170	44263	49817	46485	51800	32521
39	17547	14935	15240	15158	15882	30487
40	15292	11455	12673	11649	12489	29189
41	9734	5860	6879	5805	6064	24519
42	121941	126070	124886	126173	125979	106411
43	3541	4106	3502	5788	9198	16674
44	4217	3703	4333	2152	602	9505
45	417	1595	397	3028	5080	14549
46	25567	24778	25595	23336	21403	10919
47	17773	14886	17267	13423	12024	3174
48	16291	11474	15444	10168	9719	1564
49	16064	10063	14926	8826	8859	1170
50	73925	66669	72518	65544	66162	58852
51	23181	11645	20408	10129	10280	9080

Ek 9 (Devamı) Perşembe Günü Toplam Hata Değerleri

52	33151	20010	30048	18663	19677	18998
53	21485	6100	17885	4884	6680	7463
54	19639	1995	15783	1170	4572	5516
55	19327	3227	15260	2161	4166	5061
56	14900	3576	10640	4200	326	480
57	9552	11019	5185	11142	5375	5109
58	2133	19990	2245	19592	12089	12866
59	18592	33730	22858	34114	31569	34062
60	116683	101810	112864	101992	106548	100392
61	20812	41115	26387	41681	39657	35665
Ortalama Hata Değerleri	21646	19642	19581	18668	18205	21850
En Az Hata Oranı	18205					

Ek 10 Cuma Talep tahmin yöntemlerinin kullanılması

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
17	161510	161510	171204	171204	182445	166507
18	163017	165015	172973	173249	183381	166058
19	164188	168182	174144	174885	183524	165610
20	165163	171658	175000	176472	183359	165161
21	166196	174427	176032	178107	183855	164713
22	167318	176745	177279	179828	185034	164264
23	165658	174627	173237	175570	174186	163816
24	165592	174028	172480	174562	172179	163367
25	166187	173960	173071	174852	173718	162919
26	166713	178287	173553	177333	174841	162470
27	166694	177655	173009	176390	173115	162022
28	166695	176670	172561	175340	171840	161573
29	167139	176746	173013	175568	173294	161124
30	167492	176722	173304	175638	174110	160676
31	168066	176668	174040	176008	176231	160227
32	168584	176670	174671	176355	177813	159779
33	169021	176532	175150	176518	178763	159330
34	169457	176300	175635	176633	179691	158882
35	169724	175951	175800	176468	179457	158433
36	170045	175843	176087	176557	179761	157985
37	169601	173858	174897	174375	174622	157536
38	169504	172372	174428	173033	172894	157088
39	169726	175319	174608	175320	173905	156639
40	168366	172353	171713	171292	162462	156191
41	168473	171903	171759	171002	164503	155742
42	168707	171824	172060	171154	167216	155294
43	168794	172206	172072	171476	168238	154845
44	168720	172135	171778	171257	167713	154397
45	168651	171297	171508	170462	167309	153948
46	168737	170993	171552	170282	168350	153500
47	168195	168438	170372	167603	163446	153051
48	167734	166086	169378	165224	160060	152603
49	167290	163828	168442	162976	157336	152154
50	166899	161623	167629	160864	155492	151706
51	164746	154167	163378	152508	136238	151257

Ek 10 (Devamı) Cuma Talep tahmin yöntemlerinin kullanılması

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
52	164117	151148	162197	149623	135526	150809
53	163352	149291	160769	147553	133291	150360
54	162912	147668	160000	146067	134635	149911
55	162439	145132	159177	143808	135182	149463
56	162001	146487	158434	144806	135820	149014
57	161656	144613	157881	143216	137192	148566
58	161413	142722	157534	141743	139317	148117
59	161289	141590	157422	141049	142298	147669
60	161459	141946	157884	141933	148098	147220
61	159809	135493	154755	135011	130967	146772

Ek 11 Cuma Günü Toplam Hata Değerleri

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
17	25614	25614	15920	15920	4679	20617
18	21081	19083	11125	10849	717	18040
19	18512	14518	8556	7815	824	17090
20	20674	14179	10837	9365	2478	20676
21	23555	15324	13719	11644	5896	25038
22	36524	45951	46485	49034	54240	33470
23	1508	10477	9087	11420	10036	334
24	14283	5847	7395	5313	7696	16508
25	13148	5375	6264	4483	5617	16416
26	506	12080	7346	11126	8634	3737
27	47	10914	6268	9649	6374	4719
28	12414	2439	6548	3769	7269	17536
29	10236	629	4362	1807	4081	16251
30	17224	7994	11412	9078	10606	24040
31	16075	7473	10101	8133	7910	23914
32	13979	5893	7892	6208	4750	22784
33	14384	6873	8255	6887	4642	24075
34	9064	2221	2886	1888	1170	19639
35	11249	5022	5173	4505	1516	22540
36	15977	21775	22019	22489	25693	3917
37	3620	7877	8916	8394	8641	8445
38	8445	5577	3521	4916	5055	20861
39	53036	58629	57918	58630	57215	39949
40	4300	313	953	1374	10204	16475
41	9598	6169	6312	7069	13568	22329
42	3617	501	264	1170	5108	17030
43	3180	6592	6458	5862	2624	10769
44	3029	6444	6087	5566	2022	11294
45	3865	1219	1008	2054	5207	18568
46	24907	27163	27722	26452	24520	9670
47	21677	21920	23854	21085	16928	6533
48	21296	19648	22940	18786	13622	6165
49	19173	15711	20325	14859	9219	4037

Ek 11 (Devamı) Cuma Günü Toplam Hata Değerleri

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
50	107677	102401	108407	101642	96270	92484
51	32068	21489	30700	19830	3560	18579
52	39765	26796	37845	25271	11174	26457
53	23344	9283	20761	7545	6717	10352
54	25541	10297	22629	8696	2736	12540
55	24067	6760	20805	5436	3190	11091
56	19323	3809	15756	2128	6858	6336
57	13837	3207	10062	4603	10627	747
58	7190	11501	3311	12480	14906	6106
59	10009	29708	13876	30249	29000	23629
60	99016	79503	95441	79490	85655	84777
61	25545	49861	30599	50343	54387	38582
Ortalama Hata Değerleri	20071	17157	18180	16340	14995	19448
En Az Hata Oranı	14995					

Ek 12 Cumartesi Talep tahmin yöntemlerinin kullanılması

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
17	136357	136357	145029	145029	157186	143454
18	137643	139517	146495	146751	158017	143102
19	139580	143308	149234	149926	169616	142750
20	141404	147080	151734	153024	173312	142397
21	142494	150058	152826	154791	165223	142045
22	143347	152136	153516	155978	161374	141693
23	142954	151642	151880	154306	140038	141341
24	143045	150690	151309	153277	144029	140988
25	143389	150098	151310	152872	149860	140636
26	143768	156714	151429	156273	152259	140284
27	143480	155817	150307	154708	139473	139932
28	143529	154660	149913	153547	143735	139580
29	144138	155189	150649	154199	157213	139227
30	144831	156319	151554	155349	162827	138875
31	145494	156472	152405	155862	164354	138523
32	146151	156780	153245	156483	165553	138171
33	146591	156825	153668	156666	161288	137818
34	146985	156911	154018	156839	159945	137466
35	146978	155301	153602	155364	149387	137114
36	145867	151167	151074	150789	116356	136762
37	144951	148022	149009	147252	113573	136410
38	145519	148370	149903	148134	155499	136057
39	145724	149533	150077	149142	153743	135705
40	145784	149723	149977	149247	149202	135353
41	146231	150494	150644	150260	160763	135001
42	146394	150498	150752	150342	154491	134648
43	147012	152750	151756	152677	168757	134296
44	146856	152471	151236	152116	146008	133944
45	146622	150970	150585	150540	138466	133592
46	146441	149360	150058	148972	138464	133240
47	145758	146252	148566	145668	119698	132887
48	145082	143012	147126	142324	115147	132535
49	144586	140575	146070	139878	120021	132183
50	144105	138164	145068	137506	120827	131831
51	142618	133353	142115	132063	79977	131478

Ek 12 (Devamı) Cumartesi Talep tahmin yöntemlerinin kullanılması

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
52	142017	133593	140954	131794	105551	131126
53	141386	133366	139758	131103	108500	130774
54	140907	130242	138878	128231	114498	130422
55	140427	127845	138008	125988	114872	130070
56	139977	125823	137212	124111	115542	129717
57	139658	123225	136681	121927	120781	129365
58	139364	121350	136206	120393	122487	129013
59	139269	118943	136125	118657	131552	128661
60	139115	118312	135929	118355	130490	128309
61	138051	114478	133939	114321	86290	127956

Ek 13 Cumartesi Günü Toplam Hata Değerleri

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
17	21869	21869	13196	13196	1039	14771
18	34873	32999	26021	25765	14499	29414
19	34656	30929	25002	24310	4620	31486
20	21797	16122	11467	10177	10111	20804
21	17918	10354	7586	5621	4811	18367
22	8643	17432	18812	21274	26670	6989
23	2073	6615	6853	9279	4989	3686
24	8273	628	9	1959	7289	10330
25	9470	2761	1549	13	2999	12223
26	7491	20437	15152	19996	15982	4007
27	1320	11017	5507	9908	5327	4868
28	17053	5922	10669	7035	16847	21002
29	20092	9041	13581	10031	7017	25003
30	19905	8417	13182	9387	1909	25861
31	20359	9381	13448	9991	1499	27330
32	14071	3442	6977	3739	5331	22051
33	13018	2784	5941	2943	1679	21791
34	237	10163	7270	10091	13197	9282
35	38880	47203	45504	47266	41289	29016
36	32990	38290	38197	37912	3479	23885
37	21030	17959	16972	18729	52408	29571
38	7785	4934	3401	5170	2195	17247
39	2343	1466	2010	1075	5676	12362
40	17869	13930	13676	14406	14451	28300
41	6692	2430	2279	2663	7840	17922
42	25930	21827	21572	21982	17833	37676
43	6691	12429	11435	12356	28436	6025
44	10275	15890	14655	15535	9427	2637
45	8158	12506	12121	12076	2	4872
46	31434	34353	35051	33965	23457	18233
47	31749	32243	34557	31659	5689	18878
48	23843	21773	25887	21085	6092	11296
49	23558	19547	25042	18850	1007	11155
50	74340	68399	75303	67741	51062	62066

Ek 13 (Devamı) Cumartesi Günü Toplam Hata Değerleri

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
51	30673	21408	30170	20118	31968	19533
52	32780	24356	31717	22557	3686	21889
53	25388	17368	23760	15105	7498	14776
54	25942	15277	23913	13266	467	15457
55	24718	12136	22299	10279	837	14361
56	17886	3732	15121	2020	6549	7626
57	16744	311	13767	987	2133	6451
58	5546	12468	2388	13425	11331	4805
59	9044	11282	5900	11568	1327	1564
60	63875	43072	60689	43115	55250	53069
61	28801	52374	32913	52531	80562	38896
Ortalama Hata Değerleri	20402	17762	18723	16937	13728	18641
En Az Hata Oranı	13728					

Ek 14 Pazar Talep tahmin yöntemlerinin kullanılması

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
17	98418	98418	104932	104932	108817	104581
18	98626	100519	104602	104840	104015	104448
19	100167	103531	106892	107463	119656	104315
20	100820	105674	107461	108467	114703	104182
21	101457	107433	108041	109437	113897	104049
22	102084	108588	108640	110250	114414	103916
23	101694	108259	107324	108959	99777	103783
24	101479	107176	106442	107681	97650	103650
25	101511	106852	106107	107195	100868	103517
26	101791	109582	106292	108675	106224	103384
27	101580	108503	105553	107423	99284	103251
28	101412	106902	104943	105986	97700	103119
29	101714	106786	105284	106109	106224	102986
30	102202	107858	105989	107210	112971	102853
31	102615	107991	106543	107621	114100	102720
32	103170	108348	107374	108368	118117	102587
33	103683	108948	108114	109218	119144	102454
34	104000	109710	108469	109919	115640	102321
35	104109	108544	108425	109044	110087	102188
36	106221	112635	112293	114379	157654	102055
37	108202	116633	115818	119400	171556	101922
38	108571	117084	116136	119804	136762	101789
39	108459	117761	115531	119786	114071	101656
40	108191	117840	114654	119152	102821	101524
41	108420	118782	114785	119791	112974	101391
42	108306	118484	114259	119090	106515	101258
43	108358	119371	114085	119510	109309	101125
44	109789	123925	116620	124392	151704	100992
45	109008	121772	114790	121399	98316	100859
46	108758	120641	114050	119894	97930	100726
47	108196	118662	112725	117391	87419	100593
48	107659	116357	111485	114710	84296	100460
49	107258	114408	110542	112521	87171	100327
50	106916	112930	109740	110815	89494	100194
51	106211	110677	108247	108091	77008	100061

Ek 14 (Devamı) Pazar Talep tahmin yöntemlerinin kullanılması

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
52	105737	104677	107239	102665	80540	99929
53	105177	98370	106083	96978	77784	99796
54	104744	95897	105201	94642	80922	99663
55	104300	94423	104313	93140	80813	99530
56	103917	93498	103559	92171	82482	99397
57	103650	91725	103047	90643	87025	99264
58	103340	90615	102458	89630	86297	99131
59	103211	89700	102235	88992	92990	98998
60	102937	84522	101728	84630	88813	98865
61	102554	84807	101015	84781	82642	98732

Ek 15 Pazar Günü Toplam Hata Değerleri

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
17	3539	3539	2975	2975	6860	2624
18	27734	25841	21758	21520	22345	21912
19	12413	9049	5688	5117	7076	8265
20	12732	7878	6091	5085	1151	9370
21	13179	7203	6595	5199	739	10587
22	8580	15084	15136	16746	20910	10412
23	4955	11520	10585	12220	3038	7044
24	768	4929	4195	5434	4597	1403
25	7009	1668	2413	1325	7652	5003
26	5482	13273	9983	12366	9915	7075
27	4558	11481	8531	10401	2262	6229
28	8465	2975	4934	3891	12177	6758
29	14149	9077	10579	9754	9639	12877
30	12382	6727	8595	7374	1613	11731
31	17223	11847	13295	12217	5738	17118
32	16414	11237	12210	11216	1467	16997
33	10456	5191	6025	4921	5005	11685
34	3707	2003	762	2212	7933	5386
35	73931	69496	69615	68996	67953	75852
36	71293	64879	65221	63135	19860	75459
37	13648	5217	6032	2450	49706	19928
38	4224	12737	11789	15457	32415	2558
39	10460	19762	17532	21787	16072	3657
40	9135	514	2672	1826	14505	15802
41	4673	15035	11038	16044	9227	2356
42	2200	7978	3753	8584	3991	9248
43	61516	50503	55789	50364	60565	68749
44	34354	48490	41185	48957	76269	25557
45	11244	24008	17026	23635	552	3095
46	25843	37726	31135	36979	15015	17811
47	25238	35704	29767	34433	4461	17635
48	19256	27954	23082	26307	4107	12057
49	16768	23918	20052	22031	3319	9837
50	35259	41273	38083	39158	17837	28537
51	24158	28624	26194	26038	5045	18008
52	29134	28074	30636	26062	3937	23326

Ek 15 (Devamı) Pazar Günü Toplam Hata Değerleri

Hafta	Basit Ort.	Hareketli Basit Ort.	Ağırlıklı Ort.	Ağırlıklı Hareketli Ort.	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ort.	Regresyon
53	22910	16103	23816	14711	4483	17529
54	23978	15131	24435	13876	156	18897
55	21103	11226	21116	9943	2384	16333
56	14945	4526	14587	3199	6490	10425
57	17665	5740	17062	4658	1040	13279
58	7481	5244	6599	6229	9562	3272
59	16189	2678	15213	1970	5968	11976
60	22939	4524	21730	4632	8815	18867
61	10100	27847	11639	27873	30012	13922
Ortalama Hata Değerleri	18075	17676	17937	17096	13419	16143
En Az Hata Oranı	13419					

Ek 16 Yolcu Sayılarının 14 Haftalık Tahmini

Hafta	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
62	168497	171088	163120	171783	174477	150740	106652
63	174682	177018	172750	178128	183179	163630	111454
64	175919	178204	174676	179397	184919	166208	112414
65	176166	178441	175061	179651	185267	166723	112606
66	176216	178488	175138	179701	185337	166826	112644
67	176226	178498	175153	179711	185351	166847	112652
68	176228	178500	175156	179713	185353	166851	112654
69	176228	178500	175157	179714	185354	166852	112654
70	176228	178500	175157	179714	185354	166852	112654
71	176228	178500	175157	179714	185354	166852	112654
72	176228	178500	175157	179714	185354	166852	112654
73	176228	178500	175157	179714	185354	166852	112654
74	176228	178500	175157	179714	185354	166852	112654
75	176228	178500	175157	179714	185354	166852	112654
76	176228	178500	175157	179714	185354	166852	112654
77	176228	178500	175157	179714	185354	166852	112654

Ek 17 Örnek Hafta içi Günü 15 dk'lık Yolcu Binişleri

22 Ekim 2015 Perşembe 15 DK Yolcu Binişleri

6 Araç m² x 4 Kişi 6 Araç m² x 6 Kişi Uygulanan Uygulanan

Saat		1.294 kişi	1.758 kişi	Program		Program	
06:00	251	4640	6304	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
06:15	517	2253	3060	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
06:30	1242	938	1274	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
06:45	2242	519	706	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
07:00	3285	355	482	5 dk.	10 x 6	8 dk.	7 x 6
07:15	4298	271	368	4 dk.	12 x 6	6 dk.	9 x 6
07:30	5197	224	304	3 dk.	13 x 6	5 dk.	10 x 6
07:45	5743	203	276	3 dk.	13 x 6	4 dk.	12 x 6
08:00	6084	191	260	3 dk.	13 x 6	4 dk.	12 x 6
08:15	5745	203	275	3 dk.	13 x 6	4 dk.	12 x 6
08:30	4392	265	360	4 dk.	12 x 6	6 dk.	9 x 6
08:45	3242	359	488	5 dk.	10 x 6	8 dk.	7 x 6
09:00	2656	438	596	7 dk.	8 x 6	9 dk.	6 x 6
09:15	2213	526	715	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
09:30	1868	623	847	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
09:45	1733	672	913	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
10:00	1633	713	969	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
10:15	1537	758	1029	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
10:30	1507	773	1050	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
10:45	1509	772	1049	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
11:00	1652	705	958	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
11:15	1711	681	925	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
11:30	1731	673	914	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6

Ek 17 (Devamı) Örnek Hafta içi Günü 15 dk'lık Yolcu Binişleri

11:45	1880	619	842	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
12:00	2135	545	741	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
12:15	2048	569	773	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
12:30	2103	554	752	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
12:45	2156	540	734	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
13:00	2166	538	730	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
13:15	2127	548	744	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
13:30	2191	532	722	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
13:45	2297	507	689	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
14:00	2272	513	696	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
14:15	2099	555	754	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
14:30	2317	503	683	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
14:45	2293	508	690	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
15:00	2345	497	675	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
15:15	2772	420	571	7 dk.	8 x 6	9 dk.	6 x 6
15:30	3090	377	512	6 dk.	9 x 6	8 dk.	7 x 6
15:45	2953	394	536	6 dk.	9 x 6	8 dk.	7 x 6
16:00	3292	354	481	5 dk.	10 x 6	8 dk.	7 x 6
16:15	3596	324	440	5 dk.	10 x 6	7 dk.	8 x 6
16:30	3553	328	445	5 dk.	10 x 6	7 dk.	8 x 6
16:45	3693	315	428	5 dk.	10 x 6	7 dk.	8 x 6
17:00	4647	251	340	4 dk.	12 x 6	5 dk.	10 x 6
17:15	4584	254	345	4 dk.	12 x 6	5 dk.	10 x 6
17:30	4431	263	357	4 dk.	12 x 6	5 dk.	10 x 6
17:45	4597	253	344	4 dk.	12 x 6	5 dk.	10 x 6

Ek 17 (Devamı) Örnek Hafta içi Günü 15 dk'lık Yolcu Binişleri

18:00	5236	222	302	3 dk.	13 x 6	5 dk.	10 x 6
18:15	4898	238	323	3 dk.	13 x 6	5 dk.	10 x 6
18:30	4552	256	348	4 dk.	12 x 6	5 dk.	10 x 6
18:45	3847	303	411	5 dk.	10 x 6	6 dk.	9 x 6
19:00	3343	348	473	5 dk.	10 x 6	7 dk.	8 x 6
19:15	2863	407	553	6 dk.	9 x 6	9 dk.	6 x 6
19:30	2335	499	678	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
19:45	1811	643	874	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
20:00	1899	613	833	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
20:15	1560	747	1014	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
20:30	1237	941	1279	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
20:45	1099	1060	1440	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
21:00	1239	940	1277	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
21:15	1092	1066	1449	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
21:30	1027	1134	1541	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
21:45	964	1208	1641	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
22:00	1185	983	1335	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
22:15	855	1362	1851	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
22:30	482	2416	3283	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
22:45	336	3466	4709	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
23:00	393	2963	4026	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6

Toplam 175878

Ek 18 Örnek Pazar Günü 15 dk'lık Yolcu Binişleri

29 Kasım 2015 Pazar	15 DK Yolcu Binişleri
----------------------------	------------------------------

6 Araç m² x 4 Kişi 6 Araç m² x 6 Kişi Uygulanan Uygulanan

Saat		1.294 kişi	1.758 kişi	Program	Program
06:00	133	8756	11896	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
06:15	228	5108	6939	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
06:30	433	2690	3654	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
06:45	690	1688	2293	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
07:00	802	1452	1973	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
07:15	877	1328	1804	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
07:30	1006	1158	1573	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
07:45	954	1221	1658	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
08:00	1321	882	1198	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
08:15	1295	899	1222	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
08:30	1282	908	1234	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
08:45	1139	1022	1389	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
09:00	1179	988	1342	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
09:15	1310	889	1208	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
09:30	1125	1035	1406	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
09:45	1060	1099	1493	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
10:00	923	1262	1714	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
10:15	1059	1100	1494	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
10:30	1202	969	1316	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
10:45	1218	956	1299	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
11:00	1259	925	1257	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
11:15	1389	838	1139	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6

Ek 18 (Devamı) Örnek Pazar Günü 15 dk'lık Yolcu Binişleri

11:30	1674	696	945	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
11:45	1582	736	1000	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
12:00	1853	628	854	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
12:15	1957	595	808	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
12:30	2309	504	685	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
12:45	2353	495	672	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
13:00	2475	471	639	7 dk.	8 x 6	9 dk.	6 x 6
13:15	2568	454	616	7 dk.	8 x 6	9 dk.	6 x 6
13:30	2500	466	633	7 dk.	8 x 6	9 dk.	6 x 6
13:45	2515	463	629	7 dk.	8 x 6	9 dk.	6 x 6
14:00	2402	485	659	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
14:15	2313	504	684	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
14:30	2243	519	705	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
14:45	2310	504	684,94	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
15:00	2354	495	672	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
15:15	2364	493	669	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
15:30	2236	521	708	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
15:45	2429	479	651	7 dk.	8 x 6	9 dk.	6 x 6
16:00	2751	423	575	7 dk.	8 x 6	9 dk.	6 x 6
16:15	2628	443	602	7 dk.	8 x 6	9 dk.	6 x 6
16:30	2725	427	581	7 dk.	8 x 6	9 dk.	6 x 6
16:45	2621	444	604	7 dk.	8 x 6	9 dk.	6 x 6
17:00	2656	438	596	7 dk.	8 x 6	9 dk.	6 x 6
17:15	2684	434	589	7 dk.	8 x 6	9 dk.	6 x 6
17:30	2432	479	651	7 dk.	8 x 6	9 dk.	6 x 6

Ek 18 (Devamı) Örnek Pazar Günü 15 dk'lık Yolcu Binişleri

17:45	2286	509	692	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
18:00	2421	481	654	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
18:15	2217	525,30	714	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
18:30	1949	598	812	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
18:45	1970	591	803	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
19:00	1888	617	838	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
19:15	1630	714	971	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
19:30	1386	840	1142	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
19:45	1266	920	1250	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
20:00	1351	862	1171	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
20:15	1192	977	1327	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
20:30	1047	1112	1511	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
20:45	860	1354	1840	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
21:00	865	1346	1829	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
21:15	836	1393	1893	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
21:30	768	1516	2060,16	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
21:45	768	1516	2060,16	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
22:00	959	1214	1649,84	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
22:15	830	1403	1906,27	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
22:30	449	2593	3523,83	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
22:45	309	3769	5120	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
23:00	39	29862	40569	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6

Ek 19 Örnek Cumartesi Günü 15 dk'lık Yolcu Binişleri

5 Aralık 2015 Cumartesi	15 DK Yolcu Binişleri
--------------------------------	------------------------------

6 Araç m² x 4 Kişi 6 Araç m² x 6 Kişi Uygulanan Uygulanan

Saat		1.294 kişi	1.758 kişi	Program	Program
06:00	214	5442	7393	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
06:15	398	2926	3975	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
06:30	799	1458	1980	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
06:45	1306	892	1211	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
07:00	1722	676	920	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
07:15	1977	589	800	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
07:30	2492	467	635	7 dk. 8 x 6	9 dk. 6 x 6
07:45	2461	473	643	7 dk. 8 x 6	9 dk. 6 x 6
08:00	3288	354	481	5 dk. 10 x 6	8 dk. 7 x 6
08:15	3060	381	517	6 dk. 9 x 6	8 dk. 7 x 6
08:30	2488	468	636	7 dk. 8 x 6	9 dk. 6 x 6
08:45	2013	579	786	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
09:00	2079	560	761	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
09:15	1805	645	876	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
09:30	1771	658	893	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
09:45	1483	785	1067	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
10:00	1373	848	1152	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
10:15	1470	792	1076	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
10:30	1585	735	998	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
10:45	1585	735	998	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6
11:00	1694	687	934	9 dk. 6 x 6	9 dk. 6 x 6

Ek 19 (Devamı) Örnek Cumartesi Günü 15 dk'lık Yolcu Binişleri

11:15	1798	648	880	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
11:30	1906	611	830	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
11:45	2204	528	718	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
12:00	2263	515	699	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
12:15	2689	433	588	7 dk.	8 x 6	9 dk.	6 x 6
12:30	2748	424	576	7 dk.	8 x 6	9 dk.	6 x 6
12:45	3124	373	506	6 dk.	9 x 6	8 dk.	7 x 6
13:00	3393	343	466	5 dk.	10 x 6	7 dk.	8 x 6
13:15	3755	310	421	5 dk.	10 x 6	7 dk.	8 x 6
13:30	3708	314	427	5 dk.	10 x 6	7 dk.	8 x 6
13:45	3619	322	437	5 dk.	10 x 6	7 dk.	8 x 6
14:00	3465	336	457	5 dk.	10 x 6	7 dk.	8 x 6
14:15	3371	345	469	5 dk.	10 x 6	7 dk.	8 x 6
14:30	3234	360	489	6 dk.	9 x 6	8 dk.	7 x 6
14:45	3404	342	465	5 dk.	10 x 6	7 dk.	8 x 6
15:00	3376	345	467	5 dk.	10 x 6	7 dk.	8 x 6
15:15	3491	334	453	5 dk.	10 x 6	7 dk.	8 x 6
15:30	3668	318	431	5 dk.	10 x 6	7 dk.	8 x 6
15:45	3588	325	441	5 dk.	10 x 6	7 dk.	8 x 6
16:00	3666	318	432	5 dk.	10 x 6	7 dk.	8 x 6
16:15	3983	292	397	4 dk.	12 x 6	6 dk.	9 x 6
16:30	3899	299	406	4 dk.	12 x 6	6 dk.	9 x 6
16:45	4037	288	392	4 dk.	12 x 6	6 dk.	9 x 6
17:00	4402	265	359	4 dk.	12 x 6	5 dk.	10 x 6
17:15	4240	275	373	4 dk.	12 x 6	6 dk.	9 x 6

Ek 19 (Devamı) Örnek Cumartesi Günü 15 dk'lık Yolcu Binişleri

17:30	3839	303	412	5 dk.	10 x 6	6 dk.	9 x 6
17:45	3658	318	433	5 dk.	10 x 6	7 dk.	8 x 6
18:00	3755	310	421	5 dk.	10 x 6	7 dk.	8 x 6
18:15	3522	331	449	5 dk.	10 x 6	7 dk.	8 x 6
18:30	3398	343	466	5 dk.	10 x 6	7 dk.	8 x 6
18:45	3001	388	527	6 dk.	9 x 6	8 dk.	7 x 6
19:00	2909	400	544	6 dk.	9 x 6	9 dk.	6 x 6
19:15	2498	466	633	7 dk.	8 x 6	9 dk.	6 x 6
19:30	2248	518	704	8 dk.	7 x 6	9 dk.	6 x 6
19:45	1906	611	830	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
20:00	1786	652	886	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
20:15	1642	709	964	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
20:30	1375	847	1151	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
20:45	1323	880	1196	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
21:00	1341	868	1180	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
21:15	1129	1032	1401	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
21:30	1003	1161	1577	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
21:45	1211	962	1307	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
22:00	1346	865	1175	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
22:15	1059	1100	1494	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
22:30	621	1875	2548	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
22:45	528	2206	2997	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6
23:00	39	29862	40569	9 dk.	6 x 6	9 dk.	6 x 6