

T. C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

846/8

BİR RAYLI ULAŞIM SİSTEMİNDE
PERSONEL ÇİZELGELEME PROBLEMİNE
BÜTÜNLEŞİK YAKLAŞIM
AHMET SARUCAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
Konya, 1999

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

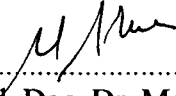
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

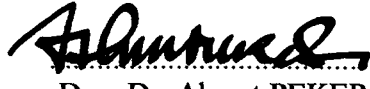
BİR RAYLI ULAŞIM SİSTEMİNDE
PERSONEL ÇİZELGELEME PROBLEMİNE
BÜTÜNLEŞİK YAKLAŞIM

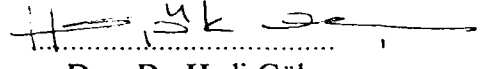
AHMET SARUCAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 31.08.1999 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir


Yrd. Doç. Dr. Mehmet Atak
(Danışman)


Doç. Dr. Ahmet PEKER
(Üye)


Doç. Dr. Hadi Gökçen
(Üye)

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİR RAYLI ULAŞIM SİSTEMİNDE PERSONEL ÇİZELGELEME PROBLEMİNE BÜTÜNLEŞİK YAKLAŞIM

Ahmet SARUCAN
Selçuk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mehmet ATAĞ

1999, 234 sayfa

Jüri : Yrd. Doç. Dr. Mehmet ATAĞ
Doç. Dr. Ahmet PEKER
Doç. Dr. Hadi GÖKÇEN

İmalat ve hizmet sektörlerinde çoğunlukla, değişen işgücü ihtiyacını karşılarken çalışanların gün içindeki vardiyalara atanması, dinlenme ve yemek molalarının belirlenmesi tur çizelgelemede önemli bir faktördür. Atanan çalışanların haftalık işgücü çizelgelerinin çıkartılması tur çizelgeleme problemini meydana getirir.

Bu çalışma da vardiya ve tur çizelgeleme modelleri incelendi. Bu modellerden Özkarahan'ın (1991) Bütünleşik Hemsire Çizelgeleme Modeli Hafif Raylı Sisteme uygulandı. Çıkan sonuçlar analiz edildi. Çalışmanın sonuçları göstermiştir ki; incelediğimiz modelin maliyeti, mevcut sistemin maliyetini daha da azaltmıştır.

Bu modellerin analiz edilmesinde Microsoft Excel ve QSB paket programı kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Personel çizelgeleme, bütünleşik model, hafif raylı sistem, tur çizelgeleme

ABSTRACT

MS Thesis

AN INTEGRATED APPROACH TO PERSONNEL SCHEDULING IN A LIGHT-RAILWAY TRANSPORTATION SYSTEM

Ahmet SARUCAN
Selcuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Industrial Engineering

Supervisor: Assis. Prof. Mehmet ATAĞ

1999, 234 Page

Jury: Assis. Prof. Mehmet ATAĞ
Assoc. Prof. Ahmet PEKER
Assoc. Prof. Hadi GÖKÇEN

In production and service sector, generally, while the companies are meeting needs of the labour force, assignment of employees into the shift and determination of the breaking time for rest and lunch are significant factors in scheduling of the tour in the companies.

The aim of the study is to examine a scheduling model for the tour. The models of Ozkarahan's (1991) which is known as integrated nurses scheduling has been implemented to a light-railway system. The results of the study show that the operating cost of the applied model is significantly less than that of the existing system.

The applied models have been analysed by The Microsoft Excel and QSB.

Key Words: Personnel scheduling, an integrated model, a light-railway system, tour scheduling

ÖNSÖZ

Çalışmam sırasında yardımlarını esirgemeyen başta danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Mehmet Atak'a, makale taramalarında yardımcı olan Arş. Grv. Yakup Kara ve Arş. Grv. Turan Paksoy'a, diğer mesai arkadaşlarıma ve Konya Hafif Raylı Sistem çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

Bunca yıl bana emeği geçen anne ve babama,

Ve en sıkıntılı zamanlarda yanımda olan eşime binlerce teşekkürler.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLULARIN LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ VE KISALTMALAR.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. PERSONEL ÇİZELGELEME GENEL METODOLOJİSİ.....	7
2.1. Vardiya Çizelgeleme.....	7
2.2. Mola Sürelerinin Çizelgelenmesi.....	14
2.3. Çalışma Günleri Çizelgeleme Problemi.....	18
2.4. Tur Çizelgeleme Problemi.....	21
2.5. Alternatif Çalışma Modelleri.....	26
3. KULLANILAN TEMEL MODELLERİN GENEL METODOLOJİSİ.....	29
3.1. Tibrewala, Philippe ve Browne Yaklaşımı.....	29
3.2. Monroe Yaklaşımı.....	32
3.3. Rothstein Formülasyonu.....	38
3.4. Mabert ve Raedels Sezgiseli.....	41
3.5. Vardiya Çizelgeleme Problemi İçin Bechtold ve Jacabs'un <i>Implicit</i> Modelleme Yaklaşımı.....	42
3.5.1. <i>Implicit</i> Modelin Formülasyonu.....	43
3.5.2. <i>Implicit</i> Modellerin Set Covering Modellere Karşı Örneklemesi.....	45
3.5.3. <i>Implicit</i> Modellemenin Avantajları.....	51
3.6. Bailey'in Bütünleşik Modeli.....	52
3.6.1. Modelin Formülasyonu.....	53
3.7. Özkarahan'ın Bütünleşik Hemşire Çizelgeleme Modeli	54
3.7.1. Modelin Formülasyonu.....	55
3.7.1.1. Sınırsız Personel Sayısı.....	55
3.7.1.2. Sınırlı Personel Sayısı.....	60

3.8.	Genel Vardiya Çizelgeleme Problemi İçin Aykin'in <i>Implicit</i> Modeli.....	61
4.	TALEP ANALİZİ.....	64
4.1.	Talebin Sınıflandırılması.....	64
4.2.	Talebe Etki Eden Faktörler.....	64
4.2.1.	Nüfus Yoğunluğu.....	65
4.2.3.	İşe Giriş-Çıkış Saatleri.....	65
4.2.4.	Gelir Dağılımı.....	65
4.2.5.	Bölgenin Durumu.....	65
4.2.5.	Bölgeye Çalışan Diğer Ulaşım Araçları.....	66
4.3.	Kapasitenin Tayini.....	66
5.	ÇÖZÜM PROSEDÜRÜ.....	67
5.1.	Konya Hafif Raylı Sistemi Hakkında Alınana Bilgiler.....	69
5.2.	Raylı Sistem İçin Simülasyon Uygulaması.....	71
5.2.1.	Yapılan Çalışmanın Özeti.....	71
5.2.2.	Seçilen Duraklar ve Seçim Nedenleri.....	72
5.2.3.	Modelin Girdileri.....	74
5.2.4.	Modelin Yapısı.....	123
5.2.5.	Modelin Çözümü.....	123
5.2.6.	Modelin Çıktıları.....	126
5.3.	Çizelgeleme Modeli.....	126
5.3.1.	Kullanılan Bilgisayar Programı.....	126
5.3.2.	Personel Çizelgeleme Modeli.....	127
5.3.2.1.	Bütünleşik Hemşire Çizelgeleme Modeli.....	127
5.3.3.	TOD Problemi.....	128
5.3.4.	DOW Problemi.....	134
5.3.5.	Çözümlerin Birleştirilmesi.....	137
5.4.	Atama Modeli.....	141
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	148
7.	KAYNAKLAR.....	150
EK-1	GÖZLEMLER.....	154
EK-2	MACROLAR.....	218
EK-3	TARİFELER.....	232

TABLULARIN İSTESİ

Tablo	Sayfa
Tablo 2.1: Üst üste gelmeyen vardiyalar için personel İhtiyacı ve tahsisi	8
Tablo 2.2: Kleen City problemi için personel ihtiyacı	9
Tablo 2.3: Konuyla ilgili yerinde vardiya çizelgeleme literatürü hakkında bilgi	18
Tablo 2.4: Beş gün çalışma ve ardışık iki gün çalışmama modelleri	19
Tablo 2.5: Çalışma günleri çizelgeleme problemi için katsayılar tablosu	21
Tablo 3.1: Örnek probleme Tibrewala, Philippe ve Browne çözümü için tablo	30
Tablo 3.2: İlk vardiyanın oluşturulması	30
Tablo 3.3: İkinci vardiyanın oluşturulması	31
Tablo 3.4: Resmi olarak izinli olması gereken personel sayısı	32
Tablo 3.5: Yeni izinli olması gereken personel sayısı	33
Tablo 3.6: Personel çizelgeleme problemini çözmede Monroe yaklaşımını kullanan tablo	33
Tablo 3.7: Örnek probleme Tibrewala, Philippe ve Browne çözümü için tablo	36
Tablo 3.8: 2. Örnek probleme Monroe çözümü için tablo	36
Tablo 3.9: 2. Örnek probleme değiştirilmiş Tibrewala, Philippe ve Browne çözümü	37
Tablo 3.10: Örnek probleme değiştirilmiş Monroe çözümü için tablo	38
Tablo 3.11: Rothstein tarafından Monroe algoritmasının doğrusal programlama formülasyonuna dönüştürülmesi	39
Tablo 3.12: Gerekli olan personel ihtiyaçları	41
Tablo 3.13: Set covering formülasyonu örnek problem matrisi ve optimal çözüm	46
Tablo 3.14: Implicit fomülasyon: Problem, matris ve optimizasyon çözüm değerleri	48
Tablo 3.15: A_{ij} matrisi ile 8 saatlik vardiya günleri modelleri	59
Tablo 3.16: A_{ij} matrisi ile 10 saatlik vardiya günleri modelleri	59
Tablo 3.17: A_{ij} matrisi ile 12 saatlik vardiya günleri modelleri	59
Tablo 5.1: Kullanılabilir tramvay kapasiteleri	69
Tablo 5.2: Haftalık tramvay sefer sayısı	70

Tablo 5.3: Cumhuriyet- Alaattin hattındaki durakların adları ve aralarındaki mesafeler	72
Tablo 5.4: 2 durak arasında geçen zamanın normal dağılıma göre ortalama ve standart sapması	75
Tablo 5.5: Haftalık duraklara gelen yolcuların üstel dağılıma göre ortalaması	75
Tablo 5.6: Kurulan simülasyon modeli	124
Tablo 5.7: İkinci tramvay kalkış zamanı ve sıklık süresinin bulunması	125
Tablo 5.8: Periyotlara göre tramvay sıklık süreleri	126
Tablo 5.9: TOD probleminin hafta içi çözümü	130
Tablo 5.10: TOD probleminin cumartesi günü çözümü	131
Tablo 5.11: TOD probleminin pazar günü çözümü	132
Tablo 5.12: 7*7 boyutlu A_{ij} haftalık vardiya matrisi	135
Tablo 5.13: DOW probleminin girdileri	135
Tablo 5.14: Sabah periyodu için DOW probleminin çözümü	135
Tablo 5.15: Gün periyodu için DOW probleminin çözümü	136
Tablo 5.16: Akşam periyodu için DOW probleminin çözümü	136
Tablo 5.17: DOW probleminin çözümlerinin birleştirilmesi	136
Tablo 5.18(a): Vatmanlar için tüm haftanın sabah periyodunun çizelgelenmesi	137
Tablo 5.18(b): Vatmanlar için tüm haftanın gün ve akşam periyotlarının çizelgelenmesi	138
Tablo 5.19: Haftanın günlerine göre vardiya görevlendirmeleri	139
Tablo 5.20: Başlangıç zamanına göre vardiyalar	140
Tablo 5.21: Sabah periyodu için vatmanların çalışma yapılarına verdikleri puanlar	143
Tablo 5.22: Sabah periyodu için atama modelinin çözümü	144
Tablo 5.23: Gün periyodu için vatmanların çalışma yapılarına verdikleri puanlar	145
Tablo 5.24: Gün periyodu için atama modelinin çözümü	145
Tablo 5.25: Akşam periyodu için vatmanların çalışma yapılarına verdikleri puanlar ve atama modelinin çözümü	146
Tablo 5.26: Çalışma yapılarına vatmanların atanması	147
Tablo 5.27: Mevcut ve önerilen sistemin karşılaştırılması	148

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1: Çizelgeleme problemlerini basitleştirme yöntemleri	3
Şekil 1.2: Tur çizelgelemenin entegrasyonu	4
Şekil 3.1: A_{IK} matrisi 8, 10 ve 12 saatlik vardiya kombinasyonları ($L = 24, K = 27$). Gece yarısı-öğlen: Gece periyodu; Öğlen-gece yarısı: Akşam periyodu; 6 AM-6PM: Gündüz periyodu. $L = 24$ günün bütün saatlik periyotlarını temsil etmektedir ve $K = 27$ bir günde bütün mümkün vardiyaları temsil etmektedir	57
Şekil 5.1: Talep ve operatör gereksinimlerinin bulunması için gerekli aşamalar	67

KISALTMALAR

TOD: Günün zamanı

DOW: Haftanın günleri

1. GİRİŞ

İmalat organizasyonlarında, talebin durgun olduğu dönemlerde stok yapıp talebin yoğun olduğu zamanlarda da stoktan çalışmak, genellikle işgücü çizelgeleme problemini meydana getirir. Bankacılık ve sağlık gibi hizmet sektörlerinde ürün genellikle kişisel hizmettir. Bu tip hizmetleri, zamanın ilerisinde gerçekleştirmek imkansız olduğundan stoklama alternatifini yoktur ve personel çizelgeleme probleminin boyutu büyümektedir. Hizmet sektöründe olduğu kadar imalat sektöründe de insanları ihtiyaç olduğunda elde bulundurma problemi, planlama ve çizelgeleme gerektirir.

1.1. Problemin Tanımı

Hizmet endüstrilerinde personel çizelgeleme problemlerinin üç ayırt edici özelliği vardır. İlk ayırt edici özellik, talebin kısa vadede çok fazla dalgalanma ve haftanın yedi gününün de meydana gelme eğiliminde olmasıdır. Bir hastanede hastabakıcılık ve yiyecek sağlama hizmetleri haftanın yedi günü her saat yerine getirilmelidir. Bu örnek iş sözleşmelerinin gerektirdiği haftada 40 saatlik klasik sabah 8:30 akşam 5:00 programına uymaz.

Personel çizelgelemenin ikinci bir özelliği, insan performansının, hizmetinin stoklanamamasıdır. Müşteriyi hizmet için bekletmek mümkündür, fakat bir işçi hizmeti, talep meydana gelmeden gerçekleştiremez. Üretim planı, talepteki dalgalanmaları insanların zamanlarını stok olarak yığıp, talep olduğunda stoktan harcamak sureti ile ortadan kaldıramaz.

Problemin üçüncü bir özelliği, müşteri memnuniyetinin önemli olmasıdır. Personeli azaltmak, hizmet kalitesini kötüleştirdiğinden ve uzun bekleme hatları oluşturduğundan müşteri memnuniyetsizliğine yol açar. Bunun sonucunda getireceği maliyet ve rekabet gücündeki düşüş göz ardı edilmemelidir.

Hizmet sektörünün içinde yer alan ulaşım sistemlerinin genel amacı, insanların ulaşım ihtiyaçlarını hızlı, düzenli ve rahat bir şekilde karşılamaktır. Bu ihtiyacı karşılamak için çeşitli devlet ve özel sektör kuruluşları ortaya çıkmıştır. Örneğin

şehirler arası otobüs işletmeleri, deniz-havayolu-tren işletmeleri, şehir içi ulaşımı sağlayan otobüs, tramvay, dolmuş, taksi gibi.

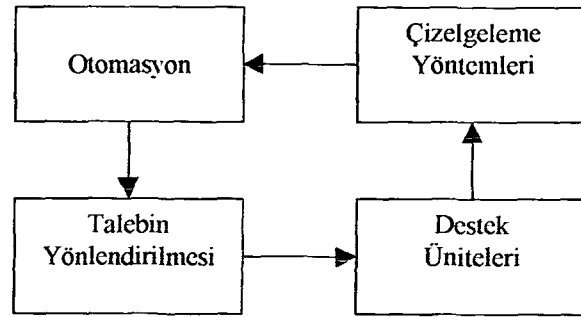
Özellikle şehir içi ulaşımın büyük bir kısmını belediyeler üstlenmiştir. Konya'da ulaşım sisteminin kurulması ve yürütülmesini Büyükşehir Belediyesi otobüs ve tramvaylarla sağlamaktadır. Büyük şehirlerde ulaşım sisteminin yürütülmesi zor ve karmaşık bir iştir. Bunun nedeni ise talebin yoğunluğu ve bu talebi karşılayacak fonksiyonların (tramvay sayısı, vatman sayısı, tramvay çizelgelerinin düzgün hazırlanmaması gibi) karmaşıklığıdır. Tüm bu karmaşıklık içinde belediyeler görevlerini en iyi şekilde yapmaya çalışırlar. Amaç belirli bir hizmet düzeyini yakalamaktır. Bu hizmet düzeyi yolcuların duraklarda mümkün olduğu kadar az beklemesi, talebe uygun sayıda operatör ve araç ihtiyacının karşılanması, araçların belirli yolcu kapasiteleriyle çalışması, vatman ve şoförlerin esnek iş saatlerinde ve vardiyalarda çalışması gibi faktörlerden etkilenir. Tüm bunlar ise karşımıza personel çizelgeleme problemini çıkarır.

1.2. Çözüm Yöntemlerinin Geliştirilmesi

Yukarıda saydığımız özellikler personel çizelgeleme problemini daha zor bir hale getirmektedir. Bu problemin çözümü birkaç adımda olmaktadır. Birincisi, çalışma için sunulan hizmetler tek tek belirlenir. Her hizmetin gerekli ortalama sürelerini belirlemek için zaman etüdü kullanılır. Her hizmete olan talebi tahmin eden modelleri oluşturacak tahmin çalışmaları yapılır. Toplam personel ihtiyacını tahmin için bütünleşik talep modelleri geliştirilir. Bu ihtiyaçlar muhtemelen zamanla değişirler. Günün hangi saati, haftanın hangi günü veya yılın hangi haftası olduğuna göre değişiklik gösterebilirler.

Talepler elimizde iken bir sonraki adım personel ihtiyaçlarını belirleme ve mümkün olan çizelgeleri araştırmaktır. Bu konuda Şekil 1.1'de görüldüğü gibi bir dizi yaklaşım ele alınabilir. Bu yaklaşımlar kendi aralarında etkileşim içindedir. Örneğin, gelen müşterinin hizmet süresi ihtiyacını azaltmanın yolları aranmalıdır. Belki işin belli bölümleri otomatik hale getirilebilir; mikro işlemci bilgisayarlar bu bağlamda çok kolay imkanlar sunarlar. Belki işin bazı bölümleri müşteri gelmeden önce yapılabilir. Bu tip faaliyetler talebin az olduğu periyotlarda veya destek nitelikli

personel tarafından gerçekleştirilebilir. İşe yarayabilecek seçeneklerden biri de müşterilere hizmet ihtiyaçlarına veya önceliklerine göre önceden gözlemektir; hızlı-hat hesap kesme sayacı bu seçeneğe bir örnektir. Son olarak, müşterilerin siparişlerini telefonla verip bunları daha sonraki, anlaşılan bir zamanda almalarını sağlama ihtimali incelenebilir. Bu ve diğer fikirler, gelen müşterinin hizmet süresini azaltmak için tasarlanmalıdır. Bunları kullanarak, talepteki değişiklikler daha az kişiyi etkileyecektir.

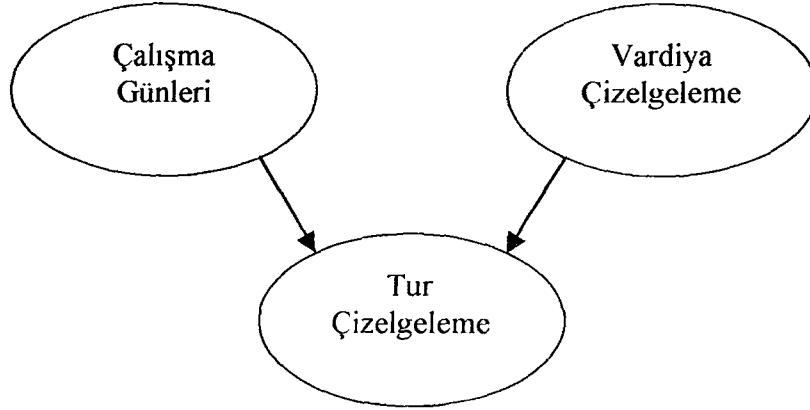


Şekil 1.1: Çizelgeleme problemlerini basitleştirme yöntemleri

Bir diğer yaklaşımda, tüm hizmet elemanlarının iş yükünü azaltacak yollar olabilir. Bir doktorun muayenehanesinde, mesela müşteri gelişleri bir randevu sistemi ile düzenlenebilir eğer müşteriler uzun bir bekleme riskini göze almaktansa gelişlerini çizelgelemeye istekli olurlarsa bu fikir işe yarayabilir. Talebin en fazla olduğu periyotlara göre personeli istihdam edip daha durgun zamanlar içinde meşgul edecek işler sağlamakta iş yükünü azaltmak için başka bir yoldur. Bütün işçiler çalışma günlerinde molaya ihtiyaç duyarlar ve molalar tipik olarak daha durgun periyotlarda olacak şekilde çizelgenir.

Çizelgeleme problemini basitleştirmek için son fikir, istihdam edilen kişilerin sayısını değiştirmenin yollarını bulmaktır. Talebin en yoğun olduğu periyotlarda birkaç saatliğine çalışması için kurumun diğer bölümlerinden personel çekmek mümkün olabilir. Personel departmanının politikaları elverdiğinde *part time* personel alımı genelde kolay bir çözümdür daha geniş topluluklarda, bu ihtiyaçları karşılamada uzmanlaşmış kuruluşlardan geçici çalışan personel sağlamak mümkündür. Bir başka yaklaşımda vardiyaları ayrı zamanlarda düzenlemektir. Yoğun talepler mevsimsel olarak meydana geldiğinde daha uzun ve çakışan

vardiyalar şeklinde fazla mesai çizelgelemek yardımcı olacaktır. Değişik bir alternatif olarak; ufak bir haberle hemen işe gelebilecek insanlardan bir grup kurulabilir. Emekli kişiler bu tip işçiliğe kaynak olabilir.



Şekil 1.2: Tur çizelgelemenin entegrasyonu

Personel çizelgelemede ilk problem, vardiya çizelgeleme olarak tanımlanır ve işçileri günün çeşitli zamanlarındaki vardiyalara atamayı içerir. 1954 yılında Dantzig, 1973'de Luce, 1975'de Wagner, 1977'de Henderson ve Berry, 1984 ve 1986'da Glover ve Mc Millen, 1986'da Hollaran ve Byrn, 1989'da Taylor ve Huxley, 1990'da Love ve Hoey, Betchold ve Jacobs, 1993 yılında Schindler ve Semmel, Gopalakrishnan ve Miller tarafından çeşitli sezgisel ve doğrusal tamsayı programlama modelleri geliştirildi. 1984'de Koelling ve Bailey doğrusal *set covering* formülasyonuna dayanan hedef programlama modelini geliştirdiler. İkinci problem, mola sürelerinin çizelgenmesi olarak isimlendirilir ve dinlenme ve öğle yemeği molalarının vardiyalara atanmasını sağlar. 1972 yılında Segal, 1976'da Baker, Henderson ve Berry, 1979'da Keith, 1990'da Bechtold ve Jacobs, 1992'de Nanda ve Browne, 1995 yılında Thompson tarafından çeşitli mola sürelerinin çizelgenmesi yaklaşımları geliştirildi. Üçüncü problem çalışma günlerini çizelgeleme problemidir ve işçilerin çalışma ve tatil günlerini kararlaştırmayı gerektirir. 1972 yılında Tibrewala, Philippe ve Browne, 1976'da Lowerre, 1978'de Chen ve Burns, 1985 yılında Burns ve Catter tarafından çeşitli sezgisel ve doğrusal modeller öne sürüldü. Dördüncü problem, her bir işçi için iş çizelgesini, genelde bir hafta uzunluğunda olan

planlama çevresinde yapılandırmak için, çalışma günleri ve vardiya çizelgeleme problemlerinin entegrasyonunu kapsayan tur problemidir. Bu problemde, çoğunlukla Dantzig tarafından öne sürülen set covering formülasyon kullanılarak modellenmiştir. Bu konuda ilk olarak 1976 yılında Baker çalışmıştır. 1978’de McGinnis, Culver ve Deane, 1982’de Mabert ve Wats, 1985’de Bailey ve Field, 1991’de Easton ve Rossin, 1988 ve 1991’de Özkarahan, 1994 yılında Jarrah, Bard ve deSilva tur çizelgeleme problemini modellemiştir. En son olarak da alternatif çalışma modelleri 1985 yılında Bailey ve Field tarafından incelenmiştir.

1.3. Çözüm Yönteminin Uygulanması

Bu çalışmada, **“personel çizelgeleme problemine genel bir giriş yapıldı ve kullanılan bazı temel modeller açıklandı. Bizim amacımız, tur çizelgeleme problemine Özkarahan’ın getirmiş olduğu bütünleşik hemşire çizelgeleme yaklaşımını incelemek ve bu modeli raylı sisteme uygulamak”** oldu. Burada raylı sistem için gerekli olan vatman sayısını bulunacak ve bulunan vatmanların hangi gün ve vardiyalarda çalışacağını belirlenecektir. İlk olarak tramvay sıklık sürelerinin bulunması için bir simülasyon modeli kurulacak. Bu model günün farklı periyotları için çalıştırılarak tramvay sıklık süreleri elde edilecektir. Bulunan sonuçlar TOD (Günün zamanı) problemine veri olarak alınacak. TOD problemi tamsayı doğrusal programlama ile çözülerek hangi gün, hangi vardiya tipinde kaç kişiye ihtiyaç olduğu belirlenecektir. TOD probleminin sonuçları DOW (Haftanın günleri) modeline veri olarak aktarılacaktır. DOW problemi de tamsayı doğrusal programlama ile çözülerek vatmanların hangi günler tatil yapacağı tespit edilecektir. Daha sonraki aşama ise TOD ve DOW problemlerinin birleştirilmesi ve çalışma yapılarının sezgisel atama ile oluşturulmasıdır. Belirlenen çalışma yapılarına vatmanların atanması ise, atama modeli ile sağlandı. Atama yapılırken vatmanların istedikleri 4 çalışma yapısını seçmelerine izin verildi. Böylece bir hat için, haftalık çizelgelemenin yapılması sağlandı.

Tüm bu modellerin uygulanmasında Microsoft Excel ve QSB paket programı kullanıldı.

1.4. Sonuç ve Analizler

Bütünleşik hemşire çizelgeleme yaklaşımının raylı sisteme uygulanması sonucu, yeni bir tramvay hattı izelgesi elde edildi. Bu izelgeye göre gerekli vatman sayısı ve çalışma yapıları oluşturuldu. Bulunan değerler mevcut sistemle kıyaslanarak tutarlılık ve maliyet analizi yapıldı. Sonuçta da geleceğe yönelik çalıŐmalar belirlendi.



2. PERSONEL ÇİZELGELEME GENEL METODOLOJİSİ

Thompson (1995), iş çizelgeleme problemini dört görevde toplamıştır:

1. Hizmete olan talebi, her çizelgeleme süresi (bir çalışma gününün saatleri veya bir haftanın günleri vb.) için önceden tahmin et,
2. Müşteri talep tahminlerini, zamanla hedef personel düzeyine çevir,
3. Her çizelgeleme periyodu için, mümkün olduğunca kısa sürede, çizelgelenmiş personel sayısını hedeflenen personel boyutuna getirip bir iş çizelgesi hazırla,
4. Çizelgeyi, gerektiğinde değiştirerek, hizmetin dağıtılmasını zamanında kontrol et.

Günlük sabit vardiyaları olan organizasyonlar için tek problem; her işçi için, 5 günlük çalışma programını sağlayacak çalışma günlerinin oluşturulmasıdır. Sabit olarak haftada beş gün çalışan ve gün boyu dalgalı bir talep modeline sahip bir organizasyon için problem, işgücünü değişen talebi karşılamak için çeşitli vardiya modelleri için çizelgelemektir. Eğer, haftanın yedi günü çalışan, havayolları, işletme, genel hizmet sektörleri ve *part-time* işçilerin oluşturduğu hizmet organizasyonları için, çalışma günleri ve günlük çalışma modelleri kullanılır (Topaloğlu, 1997).

2.1. Vardiya Çizelgeleme

Vardiya çizelgeleme problemini daha iyi anlayabilmek için aşağıdaki terimlerin tanımlanması gerekir.

Planlama Periyodu: Kararlaştırılmış işçi ihtiyaçlarını tahmin etmek için olan en kısa zaman aralığıdır, genellikle 15 dakika ile bir saat arasında değişir. Bu kelime başka bir ifade ile eşit sürelerdeki bitişik planlama periyotları sayısından bir çalışma gününün oluşacağını açıklayabilir.

Vardiya: Planlama periyodunda sırasıyla dinlenme ve çalışma periyotlarının paylaştırılarak detaylı belirtilmesidir.

Vardiya uzunluğu: Verilen bir vardiya için olan mola süresini de içeren, toplam planlama periyodu sayısıdır.

Mola Penceresi: Belirlenmiş bitişik planlama periyotları içindeki molanın başlama ve bitmesidir. (Örneğin 9 saatlik bir vardiyanın 4. ve 6. saatleri arasındaki herhangi bir saatte bir saatlik yemek molası atanmasına izin verilmesi mola penceresidir).

Çizelgeleme: Talep kriterini sağlayan vardiyalar kümesidir.

Altı veya yedi günlük bir çalışma haftasını kapsayacak personeli çizelgelerken amaç, uygun sayıda insanı minimum işgücü maliyeti ile yerleştirmektir. Bu problem, ne zaman insan ihtiyacı, standart 5 gün/kırk saatlik çalışma haftasına uygun hale getirilemezse meydana gelir.

Bu problemde tüm yaklaşımlar yedi günlük dönemdeki ihtiyaçların bir tahmini ile başlar. Bu tip tahminler, aynı yeteneklere sahip insanlara göre tahlil edilir. Örneğin, bir hastanede hemşirelerin yardımcıları, pratisyen hemşireler ve hastabakıcılar için farklı tahminler yapılması gerekir.

Tipik bir hizmet ortamında, vardiya çizelgeleme aşağıdaki durumlarla karakterize edilebilir (Bechtold ve Jacobs, 1991):

- * Zamanla değişen hizmet talebi,
- * Kayıt altına alınamayan acil hizmete olan talep,
- * Alışlagelmiş günlük 8 saat haftada 5 gün çalışmanın dışında olan talep,
- * Mümkün çalışma vardiyalarının, başlangıç zamanı, vardiya uzunluğu, yerleştirme ve molaların süresinden kaynaklanması beklenen farklılıklar.

Tablo 2.1: Üst üste binmeyen vardiyalar için personel ihtiyacı ve tahsisi

VARDİYA	İHTİYAÇ	TAHSİS EDİLEN PERSONEL
NO.1 (8-16)	25	25
NO.2 (16-24)	20	20
NO.3 (24-8)	10	10
TOPLAM	55	55

Vardiya çizelgeleme; çalışan işçi sayısını, çalışma gününün her planlama periyodu için arzulanan müşteri hizmeti seviyesine çıkartmak için gerekli olan işçi

sayısına eşitlemektir. Bu, değişik vardiyalara atanılacak işçi sayısını ve onların mola zamanlarını ayarlamayı gerektirir.

En basit vardiya çizelgeleme problemi, üst üste binmeyen vardiyalara izin verildiği ve bu vardiyalar süresince talep değişiminin gözlenmediği planlama çevrelerinde görülebilir. Bu gibi durumlarda, her vardiyadaki personel ihtiyacı uygun atamaya karar verirken serbest davranılabilir. Atama, her vardiya için gereken ihtiyacı, Tablo 2.1'deki gibi, vardiyadan vardiyaya değişen işgücü miktarını vererek karşılar. Fakat, sadece üst üste binmeyen vardiyalar kullanmak, vardiya uzunluğuna kıyasla daha küçük sürelerde dalgalanan talebi gidermek için verimli değildir.

Telefon operatörleri, hemşireler, perakende satış elemanları, restoran çalışanları, geçiş ücreti toplayanlar ve havayolları rezervasyon memurları gibi çalışanları çizelgelemek, onların hizmetlerindeki talebin gün boyunca çok süratli bir şekilde değişmesi sebebiyle karmaşıktır.

Kleen City problemi (Wagner, 1975), üst üste binen vardiyalara izin verildiği ve sık sık talep değişimlerinin gözlendiği çizelgeleme çevrelerinde tahsisat probleminin çözümü için bir temel modeldir. Bu problemde talep, personelin 8 saatlik çalışması boyunca, 4 saatlik sürelerce dalgalanmaktadır. Tablo 2.2'de de görülebileceği gibi, çalışma vardiyaları gece yarısı 12'de, sabah 4 ve 8'de, öğlen 12'de, öğleden sonra 4 ve 8'de başlamaktadır. Tahsisat probleminin formülasyonu için:

$$D_i = i \text{ süresince gerekli olan işçi sayısı, } 1 \leq i \leq 6$$

$X_i = i, i+1$ çalışma periyotlarına tahsis edilen personel (X_6 6. ve 1. periyotları kapsamak üzere)

Tablo 2.2: Kleen City problemi için personel ihtiyacı

SÜRE	İHTİYAÇ
NO.1 (8-12)	90
NO.2 (12-16)	30
NO.3 (16-20)	60
NO.4 (20-24)	50
NO.5 (24-4)	20
NO.6 (4-8)	20

En uygun çözüm, en düşük personel sayısını verir ve aşağıdaki tamsayı doğrusal programdan elde edilir:

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Min } Z = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6$$

Kısıtlar:

$$X_1 + X_6 \geq D_1$$

$$X_1 + X_2 \geq D_2$$

$$X_2 + X_3 \geq D_3$$

$$X_3 + X_4 \geq D_4$$

$$X_4 + X_5 \geq D_5$$

$$X_5 + X_6 \geq D_6$$

$X_j \geq 0$ ve tamsayıdır.

Vardiya çizelgeleme probleminde, eğer müşteri isteği çalışma gününün zamanının bir fonksiyonu ise; çeşitli çalışma modelleri benimsenmelidir. Çeşitli çalışma modelleri oluşturmakta, üç tane vardiya çizelgeleme esnekliği alternatifi kullanılabilir (Bechtold ve Jacobs, 1993):

1. Gün boyunca herhangi bir planlama periyodunun başlangıcında başlayan vardiyalar (başlangıç zamanı esnekliği).
2. Değişik zaman uzunluğundaki vardiyalar (vardiya uzunluğu esnekliği),
3. Daha önceden kararlaştırılmış zaman aralıklarında başlatılabilecek molalar (mola yerleştirme esnekliği).

Vardiya başlangıç zamanı, vardiya uzunluğu ve molaların yerleştirilmesiyle sağlanan esneklik, toplam personel maliyetini ve ihtiyaç duyulan işçi sayısını düşürür (Aykin, 1996).

Üst üste binen vardiyalar ve çalışma günü boyunca değişen talep modelinin alışılmış şekilde *set-covering* formülasyonuna dayandığı vardiya çizelgeleme problemlerine tamsayı programlama yaklaşımı, aslen Dantzig (1954) tarafından önerilmiştir. Formül, çeşitli vardiya modellerine ve istenilen süreli herhangi planlama periyoduna göre aşağıdaki notasyonlarla gösterilebilir:

- i = günün planlanan süresini gösteren indis, $1, \dots, n$ arasında,
 j = vardiya modelini gösteren indis, $1, \dots, m$ arasında,
 a_{ij} = eğer i süresinde j vardiyasında çalışılıyorsa 1, aksi halde 0,
 X_j = j vardiya modeline atanan çalışan sayısı,
 C_j = j vardiya modeline atanan bir çalışanın maliyeti,
 D_i = i süresi boyunca gerekli olan çalışan sayısı.

Böylece genel vardiya çizelgeleme problemi aşağıdaki şekli alır:

$$\text{Min } Z = \sum_{j=1}^m C_j \cdot X_j \quad (1.1)$$

Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^m a_{ij} \cdot X_j \geq D_i \quad i = 1, \dots, n \text{ ve } j = 1, \dots, m \text{ için} \quad (1.2)$$

$$X_j \geq 0 \text{ ve tamsayı} \quad j = 1, \dots, m \text{ için} \quad (1.3)$$

Amaç fonksiyonu işçi tahsisat maliyetini minimuma indirir. Eğer amaç personel sayısını minimuma düşürmek ise C_j bir alınmalıdır. Yalnız C_j fazla mesai veya değişken vardiya uzunlukları göz önüne alınırsa farklı değerler alacaktır. Kısıt (1.2), i süresindeki personel ihtiyacını karşılayacak olan yeterli sayıda çalışanın çizelgenmesini sağlar. Kısıt (1.3), tamsayı ve negatif olamama şartlarını değişkenlerin karşısına yerleştirir.

Burada, n bir iş devrindeki planlama periyot sayısını belirtmektedir, Örneğin bir günlük devirde, periyot uzunluğu bir saat olursa planlama periyot sayısı $n=24$ 'dür. Kabul edilebilir vardiya modelleri sayısını m temsil eder. j tipindeki bir vardiya modeli, a_{ij} vektörüyle belirtilir. Örneğin, 12 saatlik bir çalışma gününün ilk saatinden başlayan bir 9 saatlik tam gün vardiya, planlama periyodu bir saat olarak göz önüne alınırsa aşağıdaki vektörle gösterilebilir:

$$a_{ij} = [111111111000]^1$$

Burada, çalışma süreleri ardışık 9 adet bir ile gösterilirken, devam eden 3 adet ardışık sıfır ise bu vardiya modeline atanan işçinin çalışma gününün son üç saatinde çalışmadığını göstermektedir. Farklı vardiya uzunlukları, farklı vardiya başlangıç

zamanları ve farklı mola zamanlamaları vardiyalarda çeşitlilik sağlamak için kullanılırlar, a_{ij} vektörünün modeli her vardiyanın şeklini açıkça belirtecek şekilde değişir.

Vardiya çizelgeleme literatüründe, tamsayı doğrusal programlama hem *part-time* hem de tam gün işçileri çizelgelemek için kullanılmaktadır. Schindler ve Semmel (1993) *set-covering* tamsayı doğrusal programlama formülasyonunu Pan American World Airlines'daki *part-time* ve tam gün işçileri çizelgelemek için biraz değiştirmişlerdir. Onlar, 4 saatlik ve 5 saatlik *part-time* personeli kullanmak için iki farklı tamsayı değişken kümesiyle karşılaştılar ve toplam *part-time* saatlerini toplam işçilik saatlerine sınırlayan bir kısıt kullanarak *part-time* yüzdesi koşulunu uyguladılar. Aynı zamanda onlar eğer vardiya verilen sürede başlıyorsa 1 aksi halde 0 değerini alan, hem *part-time* hem de tam gün vardiyalar için geçerli olan ikili değişkenlerle karşılaştılar. İkili değişkenler kullanmak, vardiya başlangıç zamanları sayısını izin verilen maksimum sayıya sınırlar. Onlar, tam gün işçiler için bir öğle yemeği ve iki dinlenme molası planladılar. Her vardiya için farklı bir mola zamanlaması olan bir tamsayı değişken tanımlamak dışında onlar problemi iki adımda çözdüler. İlk adımda, temel model mola formülasyonu olmaksızın oluşturuldu ve tüm diğer kısıtlara uygun olarak çözüldü. İkinci adımda, ilk adımdaki önemsiz kısıtlar elimine edilerek öğle yemeği ve mola çizelgelemesi formüle edildi. Onların çalışmasının bir sonucu olarak, Pan Am işçilik maliyetlerini düşürdü ve varolan personelini daha verimli kullandı ve vardiya çizelgelemesi oluşturmak için gerekli olan zaman tatmin edici şekilde düştü. Kullanılan bu model sonucunda çalışma saati yüzde 11 azalma ile sonuçlandı.

Love ve Hoey (1990) *fast-food* restoranlarda çalışan *part-time* işçiler çizelgelemek için bir tamsayı doğrusal program geliştirdiler. Onlar, tamsayı doğrusal programlama formülasyonuna dayandırılan çizelgeleme paket programını uyguladılar. Bu uygulamanın sonucunda gerekli olan işgücü saati garanti edilmiş olan minimum personel fazlalığı olan saatlerde tatmin edilmiş, direkt işçilik maliyetini düşürülmüş, her işçi için çalışma planı hazırlamak, onların çalışma becerilerini ödüllendirmek, çalışma zamanı yaratmak ve tercihlerle işçi morali ve verimliliği geliştirilmiştir.

Dantzig' in geleneksel olan vardiya çizelgeleme problemi için vardiyaların açık gösterimini içeren *set-covering* formülasyonundan beri, başka vardiyaların sayısı da vardiya esnekliği (farklı vardiya başlangıç ve bitiş zamanları, farklı vardiya süre uzunlukları ve öğle yemeği ve dinlenme için farklı mola zamanlaması olarak) arttıkça artmaktadır. Başka vardiyaların sayısının artmasıyla problem optimal bir çözümü olması giderek zorlaşmaktadır. Optimal olarak çözülen en geniş problem, 970 farklı vardiya içermektedir (Bechtold ve Jacobs 1990). Bu nedenle, büyük boyutlu vardiya çizelgeleme problemlerini çözmek için sezgiseller geliştirilmiştir (Glover, Mc Millen ve Glover, 1984; Glover ve McMillen, 1986; Holloran ve Byrn, 1986; Taylor ve Huxley, 1989).

Luce (1973), vardiya tahsisatını personel gereksinimlerine mümkün olduğunca yakın denkleme çalışan bir sezgisel metot geliştirdi. Vardiya seğimi, bir küme kabul edilebilir vardiya arasından, aday vardiya modelinin giderilmemiş talep oranına dayanan bir seçim kriterine göre yapılıyordu.

Henderson ve Berry (1977), tüm mümkün vardiya alternatifleri arasından iyi olan vardiyayı tanımlamak için üç sezgisel sunmuşlardır. Sonra, bu vardiyaları kullanarak vardiya çizelgeleme problemini çözmek için doğrusal programlamaya dayanan sezgiseller sundular.

Gopalakrishnan ve Miller (1993), her *part-time* vardiya için gereksinim üretmekten ve *part-time* çalışanları kesin kritere dayanan bir sezgisel çözüm yaklaşımı geliştirdiler. Bu yaklaşımı kullanarak *part-time* çalışanları planlamaktan oluşan PC tabanlı bir karar destek sistemini, yerel bir gazete şirketinde *part-time* çalışan işçileri planlama ve programlamak için uyguladılar. Sezgisel, iki evrede işler. İlk evrede, vardiyalar, tercihlerine göre, en kıdemli *part-time* işçiden başlayarak aşağı doğru ilerleyerek *part-time* işçilere tahsis edilmiştir. Sezgisel oluşturulurken, belirli vardiya için olan ihtiyaç giderilmemiş ve *part-time* çalışan, ilk evrede 24 saatten fazla yerleştirilmemiş olmalıdır. Bu aynı zamanda bir *part-time* çalışanın bir gün boyunca 8 saatten fazla çalışmamasını da sağlar. Eğer, vardiyalar için olan talep ihtiyacı tüm *part-time* çalışanların ataması yapıldıktan sonra giderilmemiş ise; ikinci safha yeniden en deneyimli çalışanla, çalışma saatlerinin üst limiti bir çalışanın çalışabileceği süreyi aşmaması sağlanarak başlanır. Sezgisel, optimal çözüm probleminin üç test problem sonucuna dayanarak karşılaştırılmıştır. Sonuçlar

gösteriyor ki elde edilen sezgisel, iki durumda optimal sonuca neredeyse eşittir ve üçüncü durumdaki sapma sadece yüzde 1.8'dir. Ama optimal çözümler problem boyutu büyüdükçe 190 dakikaya uzarken sezgisel çözümler birkaç saniyede elde edilir. Bu çizelgeleme sisteminin kullanımıyla, *part-time* işçi sayısı altı aylık bir test süresi boyunca yüzde 16 oranında azaltılmıştır, bu da personel giderlerinde yıllık 50.000 \$'lık bir tasarrufa eşittir.

Koelling ve Bailey (1984) vardiya çizelgeleme problemi için sezgisel ve optimizasyon tekniklerini eleştirirler. Onlar, bu tekniklerin dinamik ve çeşitli vardiya ortamlarına karşı esnek olmayan ve aldatıcı olduklarını ve kesin çizelgeleme ortamları için geliştirildiklerini, her birinin özel bir çizelgeleme ortamını ve bir küme kısıtı gösterdiklerini öne sürerler. Onlar, çizelgeleme ortamının dinamik doğası göz önüne alarak, doğrusal *set-covering* formülasyonuna dayanan hedef programlama modeli geliştirdiler. Modelin Kısıtları, sabit sayıdaki *part-time* ve tam gün personeli çizelgelemeyi olanaklı kılar ve herhangi bir sürede çalışan işçi sayısını, ihtiyaç duyulan minimum sayıya ilişkilendirir. Aynı zamanda her periyot içinde bekleme ve işgücü giderlerinden minimum toplam gideri veren belirli personel sayısıdır. Amaç fonksiyonu çok değişik formlarda, esnekliği ve fırsatları belirterek yazılabilir.

2.2. Mola Sürelerinin Çizelgenmesi

İşçiler vardiya tipi, uzunluğu (örneğin 4 saatlik *part-time*, 9 saatlik tam gün vardiya), vardiya başlangıç saati, dinlenme ve öğle yemeği molalarının sayısı ve uzunluğu ile belirtilen çeşitli vardiyalara atanırlar. Dinlenme ve öğle yemeği molalarının çizelgenmesinde esnekliği sağlamak için genellikle hangi işçilerin molalarına başlaması ve bitmesi mola pencerelemleri ile belirtilmiştir. Bu yüzden, genel vardiya çizelgeleme problemi, vardiyaların sayısına ve türüne ve onların dinlenme ve öğle yemeği molası zamanlamasına karar vermeyi içerir.

Daha önce de gösterildiği gibi, herhangi bir vardiya bir ve sıfırların oluşturduğu bir model olarak ifade edilebilir. Örneğin dört saatlik çalışma, devamında bir yemek saati ve sonra başka bir dört saatlik çalışmadan oluşan 9 saatlik bir vardiya, 111101111 şeklinde ifade edilir. Eğer bu vardiya tipinde yemek saati sabitse, bu vardiya tipinde her başlama zamanı için sadece bir değişken gerekecektir.

Her ne kadar, mola yerleştirme esnekliği, her vardiya başlangıç zamanı için yemek molası yerleştirmeye dördüncü, beşinci veya altıncı saatte izin verse, her biri ayrı bir çalışma modeline karşılık gelen üç model 111011111, 111101111, 111110111 kullanılmalıydı. Örneğin bir saatlik yemek molası dokuz saatlik vardiya tipinin dördüncü ve beşinci saatleri boyunca yarım saatlik sürede başlamaya planlansaydı, yarım saatlik planlama sürelerine göre oluşan dört muhtemel model aşağıdaki gibi olacaktır:

111111001111111111

111111100111111111

111111110011111111

111111111001111111

Bazen, bir çalışana yemek molası kadar kısa mola (örneğin 15 dakikalık kahve molası) verilmelidir. Örneğin, sırasıyla 2 saatlik çalışma, bir 15 dakikalık mola, 2 saat 15 dakika çalışma, 1 saatlik yemek molası, 3 saat 30 dakika çalışma; model, 15 dakikalık planlama süresiyle 111111110111111111000011111111111111 gösterilecekti. Her, bir ve sıfır sırasıyla 15 dakikalık çalışma ve dinlenme süresine karşılık gelmektedir. İlk mola 15 dakika uzunluğunda olduğundan bir sıfır ile gösterilmiştir. Yemek molası bir saat uzunluğundadır ve ardışık dört sıfırla gösterilmiştir.

Her ne kadar mola ayarlama esnekliği toplam personel maliyeti ve ihtiyaç duyulan işçi sayısını azaltmakta önemli bir rol oynasa da; vardiya modellerinin sayısı yemek molası ve/veya dinlenme molası zamanlamalarının alternatifleri olarak dramatik bir şekilde artacaktır. İş anlaşmaları ve planlama politikaları yemek ve dinlenme molalarını çizelgeleme için koşulları belirtse de; farklı vardiya modellerinin sayısı birkaç bin olmalıdır ve eldeki tamsayı programlama teknikleri bu boyuttaki çizelgeleme problemlerini çözmek için elverişli değildir. Nanda ve Browne (1992) belirtilmiştir ki; değişken molalı problemleri çizelgelerken tamsayı doğrusal programlamayı kullanmak teorik olarak mümkünken; pek çok uygulama için tamsayı doğrusal programlama ile formüle etmek elverişli değildir, çözülemez. Örneğin 15 dakikalık planlama süresiyle başlayan 9 saatlik bir vardiyalara izin veren, günde 18 saat ve haftada 7 gün çalışan bir hizmet organizasyonunda karar değişkenleri sayısı üstel bir şekilde artacaktır. Bu organizasyonda, işçilerin herhangi

dört pozisyonda başlayabilecek olan iki dinlenme molası ve herhangi altı periyottan birinde başlayacak (örneğin, saat başı ya da buçukta herhangi bir sürede başlar) yemek molası alacaklarını farzederek. Bu, $(4*4*6=)$ 96 vardiya modeli meydana getirecektir. 18 saatlik işgünü için 40 muhtemel vardiya başlangıç saati olduğunu gözönüne alırsak; çizelgeleme probleminin boyutu tek bir gün için $(40*96=3960)$ neredeyse 4000 değişkene çıkacaktır.

Bazı alternatif çözüm metotları vardır. İlki, önce problemi çözmek sonra da tamsayı olmayan çözümü bazı sezgisel metotlar kullanarak yuvarlamaktır (Baker, 1976). Başka bir popüler yol yerleştirme problemini basitleştirmek için, bazı veya tüm dinlenme ve öğle yemeği molalarını ve mola pencerelerini katmadan problemi çözmeyi içerir. Böylece, dinlenme ve öğle yemeği molalarını yerleştiren ve çalışan-vardiya ayarlamasını yapan bir sezgisel uygulanarak mümkün vardiya çizelgeleme oluşturulur. Keith (1979) Illinois Bell Telefon Şirketinde öğle yemeği, erken ve geç dinlenme molalarını içeren operatör vardiya çizelgeleme problemini gözönüne aldı ve şöyle bir çözüm metodu izledi. O, mola çizelgeleme esnekliğini göz ardı ederek ve önceden karar verilen dinlenme ve öğle yemeği molalarını varsayarak biraz farklı bir *set-covering* modeli oluşturdu. Önerilen Sezgisel çözüm metodu ilk önce modelin doğrusal programlama çözümünü hafifletir ve yuvarlayan bir sezgisel kullanarak mümkün bir vardiya çizelgeleme geliştirir. Mola penceresi, ikinci adımda bulunan vardiya çizelgelemeyi geliştirme deneyinde test edilmişlerdir.

Segal (1972) vardiya uzunluklarına bağlı olarak 30 dakikalık bir adet ve 15'er dakikalık iki adet dinlenme molası alan telefon operatörlerini çizelgelemek için bir tamsayı programlama modeli formüle etti. Mola pencereleri bir buçuk saat uzunluğunda tanımlandığından her 15 dakikalık dinlenme molası altı değişik zamanda başlayabilir. Segal, pratikte çizelgeleme problemlerine tam bir sonuç bulmanın zorluğunu fark etti. Bu nedenle, vardiya atama ve mola yerleşim problemlerini bağımsız olarak üç aşamada çözmek için *network flow* tabanlı bir sezgisel geliştirdi. İlk olarak molalara olan ihtiyaç göz ardı edildi ve son problem saf *network* problemi gibi modellendi ve çözüldü. İdeal çalışma vardiyaları, gerekli olan molaların olabildiğince çoğunu sağlamak için biraz fazla kapasite içeren *network* probleminden elde edildi. Bu noktada eğer bazı molalar henüz tatmin edilmemiş ise

fazladan çalışanlar planlandı ve problem her operatör için dinlenme ve öğle yemeği molalarına karar vermek için *network flow* modeli gibi formüle edildi.

Birçok dinlenme ve öğle yemeği molaları içeren vardiya çizelgeleme problemi, Henderson ve Berry (1976) tarafından çalışıldı. Yaptıkları çalışmada, telefon operatörü vardiya çizelgeleme problemindeki vardiya değişim sayısı 7.120 idi ve daha genel durumlarda 15.000 kadar çok değişik vardiya olabilirdi. Öne sürdükleri metot, bu problemi iki adımda çözen bir dizi sezgiselden oluşuyordu.

Yıllar boyunca vardiya çizelgeleme probleminin farklı doğrusal tamsayı programlama formülasyonları öne sürüldü. Moondra (1976) molasız vardiyaların kesin gösterimi için bir metot sundu. Her planlama periyodunda sırasıyla başlayan ve biten vardiya sayısını belirten iki değişken kümesi tanımladı ve kabul edilebilir vardiya uzunluklarının limitlerine götüren bir küme kısıt geliştirdi. Bechtold ve Jacobs, esnek mola atamaları için yeni bir *implicit* tamsayı doğrusal programlama formülasyonu öne sürdüler. Bu *implicit* formülasyonda, belirtilen mola pencereleri içinde her vardiyaya bir tek mola atamak için bir küme mola yerleştirme değişkeni kullanıldı. Bu model *set covering* formülasyonundan hafıza ihtiyacı, sonuca ulaşma zamanı, daha büyük mola zamanlama esnekliği olan büyük çizelgeleme problemlerini optimal olarak çözmesi açısından daha iyi olarak gösterildi.

Thompson (1995) Moondra (1976)'nın *implicit* vardiya modelleme yaklaşımını, Bechtold ve Jacobs (1990)'ın *implicit* mola modelleme yaklaşımıyla tamamladı. Modeli, pratikte çizelgeleme politikalarında böylesi bir esnekliğe yer verilmesi nadir da olsa, üst derecede vardiya uzunluğu ve başlangıç zamanı esnekliği sağlar. Bu nedenle modelin faydaları fark edilemez. Diğer taraftan model, personel sayısı sınırsız olan bir çizelgeleme ortamı varsayar oysa gerçek dünyadaki vardiya çizelgeleme problemlerinin çoğu personel sayısında bir sınırlama içerir.

En genel olarak, kısa süreler kullanılan modellerin optimal olarak çözümünün zorluğunun bir sebebi olarak araştırmacılar 30 dakika ya da daha uzun süreli planlama süreleri kullandılar. Buna rağmen, kısa süreler (10 veya 15 dakika) kullanmanın da iyi nedenleri vardır (Thompson, 1995). İlk olarak, çizelgeleme ortamında daha çok sayıda talep varyasyonu varsa kısa süreler kullanmak, daha iyi sonuçlar üretecektir. İkincisi, kısa süreli periyotlar kullanmak, dinlenme sürelerini

çizelgelemeyi olanaklı kılar. Tablo 2.3 (Thompson, 1995) planlama süreleri ile alternatif vardiyalar için çözüm metodolojisini gösterir:

Tablo 2.3: Konuyla ilgili, yerinde vardiya çizelgeleme literatürü hakkında bilgi

REFERANS	PLANLAMA SÜRESİ (DAKİKA)	ALTERNATİF VARDIYA SAYISI	ÇÖZÜM METODU
Bailey ve Field (1995)	30	72	LP
Bechtold ve Jacobs (1990)	30	970	IP
Bechtold ve Jacobs (1991)	30	444	IP
Buffa et.al. (1976)	30	500	H
Henderson ve Berry (1976)	15	100	LP
Henderson ve Berry (1977)	15	100	LP ^b
Keith (1979)	15	NA ^c	LP
McGinnis et.al. (1978)	60	504	H
Moondra (1976)	60	26	LP
Morris ve Showalter (1983) ^d	60	24	LP
Segal (1974)	30	3000	LP
Thompson (1990)	15	6588	LP
Thompson (1992)	60	12	IP

NOTLAR: ^aLP= doğrusal programlama tabanlı sezgisel, H= sezgisel (ama LP tabanlı değil), IP= tamsayı programlama (optimal sonuç verir). ^bHenderson ve Berry (1977) LP tabanlı bir dal sınırlı metodunu geliştirdiler. ^c verilmemiş. ^dHer ne kadar Morris ve Showalter (1983)'in birincil odak noktası tur çizelgeleme olsa da verilen veri, araştırmalarının vardiya çizelgeleme bölümü içindir.

2.3. Çalışma Günleri Çizelgeleme Problemi

Hastaneler, mağazalar ve süper marketler gibi pek çok hizmet organizasyonları haftada 7 gün çalışırlar. Bununla birlikte, ayrı işçiler bir hafta boyunca çalışma ve tatil günlerinden oluşan bir çalışma haftası modeli sürdürürler. Hizmet organizasyonlarında işçi ihtiyacındaki günlük dalgalanmalar oldukça geneldir. Çizelgeleme problemi işçilerin çalışma günlerini, yasal gereklilikler ve işçi/yönetim anlaşmalarıyla emredilen ve çalışan organizasyonun yedi günlük çalışma haftası boyunca hizmetin devamlılığını sağlayarak, atamakla ilgilidir. Çalışma haftası modeli, bir işçinin iş başında olduğu ve olmadığı haftanın günlerini belirtir. Bir işçi için mümkün bir çalışma planı, 5 günlük çalışma kısmı ve iki ardışık gün tatili içerebilir. Çalışma günleri çizelgeleme problemi, bir işçi çizelgesinde her işçinin çalıştığı ve çalışmadığı günleri göstermekle sonuçlanır ve günlük personel ihtiyacını

karşılıyacak gerekli işgücü miktarını sağlar. Çizelgeleme problemini çözmek için aşağıdaki değişkenler tanımlanmalıdır:

1. Çizelgeleme periyodunun uzunluğu: En genel süre bir haftadır. Fakat, başka örneklerde başka bir değer olabilir. Örneğin, iki haftalık süre hemşire çizelgeleme modellerinde genellikle kullanılır.

2. Çizelgeleme periyodu başına çalışma ve tatil günleri sayısı: En genel model beş gün çalışma ve iki gün tatildir. Fakat, üç veya dört gün tatile izin veren sıkışık çalışma haftaları da olabilir.

3. Tatil günleri modelleri: İki ve üç günlük tatil çizelgelerinde, tercih edilen model ardışık tatil günleridir.

Çeşitli çizelgeleme ortamlarında çalışma günleri problemi için çeşitli çözüm yaklaşımları öne sürülmüştür. Tibrewala, Philippe, Browne (1972) yedi günlük çalışma günü ve ardışık iki tatil günü içeren çalışma günleri problemine optimum bir sonuç elde etmek için bir algoritma öne sürdüler. Bu algoritma, her gün için çalışan ihtiyacı karşılandıktan sonra, bir işçi için bir çift tatil günü tespit eder. Browne ve Lowerre (1976) çalışma günü problemlerini hafta içi ve hafta sonunda sabit taleple göz önüne aldılar.

Çalışma günleri problemi, değişik türlerde çalışma haftası modelleri içerebilir. Tablo 2.4, iki ardışık tatil günüyle yedi çalışma gününü gösterir:

Tablo 2.4: Beş gün çalışma ve ardışık iki gün çalışmama modelleri

	1. Tip	2. Tip	3. Tip	4. Tip	5. Tip	6. Tip	7. Tip
Pazartesi	0	1	1	1	1	1	0
Salı	0	0	1	1	1	1	1
Çarşamba	1	0	0	1	1	1	1
Perşembe	1	1	0	0	1	1	1
Cuma	1	1	1	0	0	1	1
Cumartesi	1	1	1	1	0	0	1
Pazar	1	1	1	1	1	0	0

Chen (1978) yedi gün çalışan bir organizasyon için iki ardışık tatil alan işçilerin sayısını, verilen tam gün işçi sayısına yükselten bir basit çözüm algoritması sunmuştur. Burns (1978) değişken personel ihtiyacı problemi için her işçiye iki hafta

sonundan birinde tatil yapmayı garanti eden bir çözüm yaklaşımı sundu. Burns ve Carter (1985) kontratlardaki taahhütleri yerine getirmek için ihtiyaç olan işçilerin gerçek alt sınırını, her işçinin B hafta sonu tatilinden A tanesini almasını ve herkesin gerçekten haftada 5 gün çalışmasını ve hiç kimsenin haftada 6 ardışık gün çalışmamasını garanti ederek hesapladılar. Aynı zamanda onlar, birincil amaçları yerine getiren çizelge üreten bir algoritma sundular.

Çalışma günleri problemi, aşağıdaki *set-covering* formülasyonu kullanılarak bir tamsayı programlama modeli olarak gösterilebilir:

$$\text{Min } Z = \sum_{j=1}^J C_j \cdot X_j \quad (1.4)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^J A_{ij} \cdot X_j \geq D_i \quad i = 1, \dots, 7 \text{ için} \quad (1.5)$$

$$X_j \geq 0 \text{ ve tamsayı} \quad (1.6)$$

i = haftanın günlerini gösteren indis,

J = mümkün çalışma günleri modeli sayısı,

X_j = j çalışma modelinde çalışan işçi sayısı için karar değişkeni,

C_j = j çalışma modeline atanan bir işçinin maliyeti,

A_{ij} = a ($7 \times J$) matrisidir. $a_{ij}=1$ eğer j modeli i çalışma gününü gerektiriyorsa aksi halde sıfırdır,

D_i = i gününde gerekli olan işçi sayısı.

Amaç fonksiyonu, işçileri ideal çalışma günü modellerine atayarak işçilik giderlerini minimuma düşürmektir. Kısıt (1,5) mümkün olan çalışma günleri modeline atanan çalışan sayısının haftanın her günü için gereken personel sayısına eşit veya daha fazla olmasını gerektiren talep kısıtları kümesidir. Kısıt (1.6) karar değişkenlerine tamsayı olma ve negatif olmama şartlarını zorunlu kılar.

Tablo 2.4'de örneklenen beş günlük çalışma modellerinin işçi çizelgeleri oluşturmakta kullandıklarını farz edelim. *Set-covering* tabanlı model, her günün işçi ihtiyacı için bir tane değişken atar ve yedi kısıt oluşturur. Tablo 2.4, her gün için

talep kısıtıyla ilişkili çalışma günü değişkenlerinin katsayılarına karşılık gelen tatilleri 0 ile ve çalışma günlerinin 1 olmasını sağlayan A_{ij} matrisini sunar.

Hiçbir özel çalışma modeli için bir fırsat olmamasından beri, amaç fonksiyonundaki değişkenlerin gider katsayıları aynı bir değere atanmış olduğu varsayılmıştır. Eğer haftanın her günü için gerekli olan personel sayısı sırasıyla 17, 13, 15, 19, 14, 16 ve 11 ise değişkenlerin katsayı Tablo 2.5'de gösterildiği gibi olacaktır.

Tablo 2.5: Çalışma günleri çizelgeleme problemi için katsayılar tablosu

X_i	J=	1	2	3	4	5	6	7	
Amaçların katsayılar		1	1	1	1	1	1	1	Gereken personel sayısı
Kısıtlar	1	0	1	1	1	1	1	0	\geq 17
	2	0	0	1	1	1	1	1	\geq 13
	3	1	0	0	1	1	1	1	\geq 15
	4	1	1	0	0	1	1	1	\geq 19
	5	1	1	1	0	0	1	1	\geq 14
	6	1	1	1	1	0	0	1	\geq 16
	7	1	1	1	1	1	0	0	\geq 11

2.4. Tur Çizelgeleme Problemi

Vardiya çizelgeleme ve çalışılan günler problemlerinin entegrasyonu, personel çizelgeleme literatüründe yeterli ilgiyi görmedi. Geleneksel olarak; personel çizelgeleme araştırması, hem çalışma günleri hem vardiya çizelgeleme problemlerini aralarındaki etkileşimi göz önüne almadan inceledi. Fakat, bu iki problemde elde edilen sonuçların mümkün çalışma çizelgeleri hazırlamak için aynı tutarlılıkta olmalıydılar. Bu iki problemin entegrasyonunun gerekliliği personel çizelgeleme literatüründe bildirilmiştir (Baker, 1976).

Personel çizelgelemenin bu iki aşamasını birleştirmek için, her çalışma gününde çalışanın çalışacağı vardiya tipini belirten ve genellikle 7 günlük olan süre boyunca çalışanın çalışacağı günleri kararlaştırmayı içeren tur çizelgeleme problemi bir adımdı. Tur çizelgeleme probleminin amacı, her mümkün çalışma vardiyasına

ideal sayıda işçi atamaya karar vererek hedeflenen düzeyde sistemi personelleştirmek için en az maliyetli yolu bulmaktır

Tur çizelgeleme problemi, günlük vardiya başlangıç ve bitiş zamanları, günlük araların sayısı ve uzunluğu (örneğin dinlenme molası, öğle yemeği molası) ve çizelgeleme tarafından kaplanan süre boyunca çalışma günleri ile belirtilen tur çizelgelemenin geliştirilmesi ile ilgilidir.

Bu problem çoğunlukla Dantzig (1954) tarafından öne sürülen aşağıdaki *set-covering* formülasyonu kullanılarak modellenmiştir:

$$\text{Min } Z = \sum_{k=1}^m C_k \cdot X_k \quad (1.7)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{k=1}^m a_{ik} \cdot X_k \geq D_{il} \quad l = 1, \dots, h \text{ ve } i = 1, \dots, n \text{ için} \quad (1.8)$$

$$X_k \geq 0 \text{ ve tamsayı} \quad k = 1, \dots, m \text{ için} \quad (1.9)$$

i = çizelgeleme günlerini gösteren indis,

n = çizelgeleme tarafından kaplanan gün sayısı,

l = bir iş gününün planlanan sürelerini gösteren indis,

h = çalışma günü içinde çizelgeleme süresi sayısı,

m = kabul edilebilir toplam tur sayısı,

X_k = k turuna atanan işçi sayısı,

a_{ik} = eğer i gününü l süresi k turu için bir çalışma süresi ise 1, aksi halde 0,

D_{il} = i gününün l süresinde olması gerekli olan işçi sayısı,

C_k = bir işçiyi k turuna atamanın maliyeti.

Bu modelin amacı, işçilik maliyetini minimize etmektir. Kısıt (1.8) i gününün l süresindeki yeterli sayıdaki işçi ihtiyacını karşılamaya yeterli olduğunu göstermek için oluşturulmuştur. Kısıt(1.9), karar değişkenlerine negatif olmama ve tamsayı olma sınırlamalarını yerleştirmektedir.

Bu formülasyonda, her tur ayrı bir tamsayı değişkenle ifade edilmiştir. Easton ve Rossin (1991)'de uygulanabilir çalışma kurallarının milyonlarca tura izin verdiği

ifade edilmiştir ve bu problemleri hepsiyle birlikte formüle etmenin pratik olmadığına işaret edilmiştir. Hizmet organizasyonları, genellikle gün boyunca vardiya tiplerindeki değişikliğe izin verir ve personel sayısını dalgalı talebe denkleme için *part-time* işçileri mümkün olduğunca çok kullanırlar. Bu çizelgeleme politikasının bir sonucu olarak, mümkün olan tur sayısı yukarıdaki modelin çözümünü imkansız kılarak dramatik bir şekilde artmaktadır. Mabert (1982)'de işaret ettiği gibi, 12 saatlik iş günü boyunca 4 saatlik vardiyalarda çalışan ve 5 günlük çalışma haftası boyunca bir günden beş güne kadar çalışan bir organizasyon için, mümkün tur çizelgeleri sayısı rahatlıkla 70.000'i aşabilir. Eğer organizasyon 5 saatlik *part-time* vardiyalara da izin verse, mümkün olan çalışma çizelgeleri sayısı bir milyondan fazla olabilirdi.

Problemin boyutunu küçültmek için kullanılan tur çizelgeleme sonucu sezgisellerin bir sınıfı tüm mümkün turları kullanmaktansa onların bir alt kümesini geliştirmektir. Henderson ve Berry (1976) hiç kimse tüm mümkün çizelgeleri (ana küme olarak adlandırılmıştır) bir sonuca ulaşmak için kullanamaz. Bunun yerine, bir çalışma kümesi (ana kümenin bir alt kümesi) çizelgeleme problemine katılmak için seçildi. Fakat, çalışma kümesinin boyutu ve nasıl geliştirildiği elde edilen sonucun tutarlılığına bir etki yapabilir.

Mabert ve Watts (1982) tur çizelgeleme probleminin, uygulanabilirliğini kontrol etmek ve Ohio Ulusal Bankası'nı aynı yaklaşımla kapsamak için çalıştılar. İmalat firmalarına kıyasla, hizmet organizasyonlarında meydana gelen tur çizelgeleme problemlerinin zorluğu için iki neden öne sürdüler. İlki, pek çok hizmetin zirve talep dönemlerinde ekstra kapasiteyi sağlamanın bir yolu olarak üst üste binen vardiyalar kullanmasıdır. Ama, imalat firmaları genellikle günlük çalışma modellerini üst üste binmeyen üç vardiya olarak, örneğin 7-15, 15-23, 23-7, sınırlamışlardır. İkincisi, hizmet firmaları, talep değişimlerini karşılamak için *part-time* işçilerin en büyük kullanıcılarıdır. Diğer yandan, üretim firmaları beş günlük temelde, genelde tam gün işgücü kullanırlar. Bu iki gerçeğin ışığında, mümkün olan çalışma çizelgeleri sayısı çok büyük olabilir. Onların, öne sürdüğü tur çizelgeleme metodu iki adımdan oluşur. İlk adım, gün boyunca *part-time* işçilerin atanacağı vardiya tipinin kararlaştırılmasını gerektirir. İkinci adım, hafta boyunca hangi günlerin iş planına dahil edilmesinin belirtilmesini içerir. Bu iki adımlı metot çalışma

kümesine eklenecek tur tipi sayısı tamamlanana kadar tekrar edilir. Çalışma kümesi, ana kümenin bir parçası olarak meydana geldiğinde, örnekleyici metotları seçilen işlemde kullanırlar.

McGinnis, Culver ve Deane (1978) tur çizelgeleme problemi için bir ve iki aşamalı sezgiseller ileri sürdüler. Öne sürülen sezgisellerin ilkinde, vardiya tahsisatı birinci olarak yapılmıştı; oysa işçilere vardiya ataması sezgiselin ikinci adımında yapılmıştı. İkinci sezgisel işçileri atamak için aynı başlangıç zamanı olan 8 saatlik vardiyaları doğrudan seçer. Çalışma modelleri, her mümkün model için bir öncelik değeri hesaplayarak ve en yüksek değeri olanı seçerek çizelgelenmiştir.

Set-covering yaklaşımına alternatif olarak birkaç araştırmacı, artan esnekliği kaplayan iş çizelgelerini göstermek için formülasyonlarında kesin modellemeyi kullanmışlardır. Örneğin, Jarrah, Bard ve DeSilva (1994) genel mektup faaliyetlerindeki tur çizelgeleme problemleri için bir implicit model önermişlerdir. Model, *part-time* ve tam gün vardiya tipleri, belirtilen mola pencerelerinde esnek mola yerleştirme. tam gün işçiler için 4 ve 5 günlük çalışma çizelgelerini sağlar. Onlar, Burns ve Carter (1985)'in çalışma günleri çizelgelemesini ve Bechtold ve Jacobs (1990)'ın esnek mola atamaları için olan implicit modellemelerini bütünleşmişlerdir. Modelleri, problem çözümünden önce değil sonra tur çizelgeleri hazırlayarak tüm mümkün turları dolaylı olarak göz önüne almışlardır. Bu model, gün boyunca ve 7 günlük çalışma haftası süresince talep değişmelerini karşılamak için, minimum maliyetli iş gücü ihtiyacını verir. Model, hem *part-time* hem tam gün vardiya tiplerini kullanır. Sekiz buçuk saatlik vardiyalarda tam gün çalışan işçiler için 5 günlük çalışma çizelgesi yapmayı olanaklı kılar ama on buçuk saatlik vardiyalarda tam gün çalışan işçiler için dört günlük çalışma çizelgesi yapmayı elverişli kılmaya geliştirilebilir. Sonuç, en az sayıda tam gün işçiyi, her gün için başlangıç saatleriyle birlikte mola sayısını ve her gün sırasıyla gerekli sayıda tam gün ve *part-time* işçiyi, tam gün ve *part-time* vardiya tiplerine atamayı gösterir. Model, yeterli sayıda tam gün işçinin, tam gün vardiyaları doldurmasını sağlar ama bir tam gün işçinin haftalık iş çizelgesi içinde vardiya başlama zamanı şartlarını etkilemez. Bir sonraki aşama, molaları vardiyalara atamayı gerektirir ve tam gün işçilere atanacak turları belirtmektir.

Bailey (1985) araştırmasında, çalışma günleri ve vardiya çizelgeleme problemlerinin birleştirilmesinin önemi, personel sayısı sabit olan bir çizelgeleme ortamı için vurgulanmıştır. Dolaylı olarak, her gün için olan vardiya atamaları ile başka çalışma günleri modellerini birleştirmiştir.

Bazı hizmet organizasyonları, gün boyu ve hafta boyunca değişen talep modelini, mümkün olduğunca işgücü miktarına denkleme için adım olarak çeşitli esnek çizelgeleme politikaları uygulayabilirler. Böyle bir politika da bir işçi herhangi bir çizelgeleme süresinde başlayan ve çalışma gününü geçmeden vardiya süresi kadar olan bir vardiyaya atanabilir. Başka bir politika, işçilerin haftalık çalışma çizelgeleri içinde işçilere farklı başlama zamanları veren vardiya atamalarını olanaklı kılar.

Çalışma gününün süresi 24 saate yaklaşırsa, bazı çalışanlar haftalık tur çizelgeleri ardışık günlerinde arka arkaya gelen vardiyalarda çalışmaya zorlanabilir ve yeterli dinlenme zamanı verilmeyebilir. Bu eksikliği gidermek için, Bailey ve Field (1985) 24 saatlik iş günü boyunca c kez st üste gelen 12 saatlik süre ne sürdüler. Çalışma modellerinin aynı 12 saatlik sürede başlaması ve bitmesini sınırlayarak ve hafta boyunca her işçiyi aynı süreye atamakla çalışma süreleri arasında en az 12 saat garantileneceğine işaret ettiler.

Vardiya izelgeleme ve çalışma günleri problemleri sırasıyla günün zamanları (TOD) ve haftanın günleri (DOW) problemleri olarak isimlendirilebilirler. TOD ve DOW problemlerini birleştirerek bir işçinin çalışması gereken günleri olduğu kadar bir işçinin her gün çalışması gereken iş modelini de kararlaştırabiliriz.

zkarahan (1988) hemşireleri 24 saatlik bir gün boyunca çizelgelemek için Bailey'in tamamlanmış formülasyonunu temel alan bir hedef programlama modeli ne sürmüştür. zkarahan (1988), bir takım esnek vardiya uzunluğu ve onlara karşılık gelen çalışma günleri modelleri kullanmıştır. Hedef programlama yaklaşımının sağladığı esneklik sebebiyle, model çeşitli çizelgeleme ortamları için hemşire çizelgeleri oluşturmakta yetersizdir. Eğer, bütünleşik model sonucu zor ve elverişsiz kılırsa, bütünleşik model iki aşamalı bir optimizasyon kullanılarak ayrıştırılabilir.

Aşağıdaki adımları, bu metodu tamamlamak için bildirmiştir:

* DOW ve TOD çizelgeleme problemlerinin hedef programlama versiyonlarını formüle et,

* DOW ve TOD çizelgeleme problemlerinin hedef programlama versiyonlarının entegrasyonunu yap,

* Optimum çalışma modellerinin günlerine başlama zamanlarını atayacak bir sezgisel geliştir.

Özkarahan (1991) TOD ve DOW problemlerini Bailey'in modeli iki fazlı doğrusal programlama formülasyonuna basitleştirilerek bütünleştirmiştir. Bu iki fazlı optimizasyona Bailey'in modelini kullanılabilir bir boyuta çekmek için ihtiyaç duyulmuştur. Hemşire çizelgeleme problemi hem sınırlı hem de sınırsız personel sayısı için çözülmüştür. TOD içindeki optimum çalışma yapılarını başlangıç zamanlarına atayacak bir sezgisel geliştirmiştir.

2.5. Alternatif Çalışma Modelleri

Çalışanlara klasik haftanın beş günü günde sekiz saatlik şablondan ayrı şablonlarda çalışmalarına müsaade edecek personel çizelgelemedeki umut veren yeni bir gelişmeyi ele alalım. Telefon tesisleri, karakol ve itfaiyeler, hastaneler vb. hizmet sektörü organizasyonlarında talep haftanın yedi işgünü günde 24 saat değişmektedir. Tipik sabah 9:00-akşam 5:00 iş günü ve Pazartesi-Cuma iş haftası talep profiline uymaz. İmalat sektöründe, iş zamanında bitirildiği sürece insanların alışılmadık şablonlarda çalışmamaları için genelde hiçbir teknik sebep yoktur. Her durumda gerçek problem, personel politikalarını ve sözleşmeleri ihlal etmeden üretim taleplerini verimli biçimde karşılayacak şekilde işçilerin saatlerini çizelgelemektir

Alternatif iş modellerine ait bazı yaklaşımlar aşağıda verilmiştir (Bailey ve Field, 1985):

Esnek Zaman (Flexitime): İşçiler yönetim tarafından belirlenen sınırlar dahilinde günün can alıcı bölümü göz önüne alınacak şekilde kendi başlama ve çıkış zamanlarını belirlerler. Bu önemli bölümlerin çoğu sabah 10:00 öğleden sonra 14:00 arasında, başlangıç ve bitiş zamanları sabah 6:00'dan akşam 6:00'ya kadar olacak şekilde değişir.

Esnek Periyot (Flexitour): Esnek zamandaki gibi, işçiler günün önemli bölümü dışında bir başlangıç ve çıkış zamanları seçerler; bununla birlikte işçiler günlük sekiz saatlik mesaiye bağlı kalmalı ve bu çizelgeyi üzerinde anlaşılan bir periyot için takip etmelidirler.

Geçen Zaman (Gliding Time): İşçiler işe başlama ve işi bırakma zamanlarını günlük olarak değiştirebilirler, fakat hâlâ her gün üzerinde mutabakata varılan bir süre çalışmalıdırlar.

Değişken Gün (Variable Day): İşçiler günlük çalışma saatlerini değiştirebilirler; bununla birlikte her periyot için belirlenen bir miktar çalışmalıdırlar. Bu periyotlar haftadan aya kadar (periyodik alacak/borç ayarlaması yapılarak) değişir.

Azami Esneklik (Maxiflex): İş yapıldığı sürece günlük çalışma saatleri tamamen değişkendir.

İş Bölünmesi (Job Splitting): İnsanlar haftada 30 saatten az çalışmak isteyebilirler.

Ayrı Ayrı Düzenlenmiş Zamanlar (Staggered Times): Muhtemel vardiyalar listesinden seçilecek veya belirlenecek alternatif başlangıç zamanları ve çalışma sürelerini ifade eder.

Esnek Vardiya (Flexshift): Yönetim belli başlangıç zamanları olan 6, 8, 10 saatlik kombinasyonlar tanımlar ve işçi bu muhtemel haftalık periyotlar arasından seçim yapabilir.

Kısaltılmış Çalışma Haftaları (Compressed Work Weeks): İşçiler 5'ten daha az gün çalışabilirler. Örneğin, aşağıdaki çizelgelere göre çalışabilirler:

- 4 gün, günde 10 saat; ardından 4 gün izin
- 3 gün, günde 12 saat
- 4 gün, günde 9 saat ve 1 gün 4 saat

Alternatif çalışma modellerinde en sık gözlenen avantaj gecikmenin ve işe gelmemenin azalması şeklinde yansıyan moral artışıdır. İlgili bir avantajda çalışma performansındaki artıştır. Artan iş hayatı kalitesi ve ailesi ile sosyal aktiviteler için daha çok zamanının olması da işçinin avantajlarıdır. Ekipmanlardan daha iyi yararlanılması, daha iyi çok amaçlı eğitim yapılması, daha kolay personel alınması, daha büyük oranda muhafaza etmek, enerji tasarrufu ve azalan değişim zamanları da

ayrıca yayınlanan durum çalışmalarında belirtilmiştir. Bu durum çalışmaları, alternatif çalışma çizelgelerinin uygulanmasındaki dikkatli planlama ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Dikkatli olunması gereken bir nokta, çalışma çizelgelerinin anahtar kişilerin ulaşabilirliğinin artışı koordine edecek şekilde planlanmasıdır. Yönetim daha çok, vardiya seçim kontrolünü çalışanlara bırakırken vardiyaların planlamasını kendisi yapmalıdır. Farklı kişiler farklı farklı çalışma şablonu tercih ederler ve daha kısa iş günü veya haftasının uygulanması bazı işçileri memnun ederken diğerlerini uzaklaştırabilir. En çok dikkat edilmesi gereken de herhalde alternatif çalışma çizelgeleri için kullanılan yaklaşımın gerçekleştirilmek istenen işin özelliklerine uyması zorunluluğudur. Alternatif çalışma modellerinin ne derece adapte edilebilecekleri öncelikle işlerin ne kadar bağımsız olduklarına ve işçilerinde diğerlerinden ne kadar bağımsız olabileceklerine bağlıdır. Bununla birlikte, eğer bu kavram uygulanabilirse esnek modellerin benimsenmesinin önemli avantajları olacaktır.



3. KULLANILAN TEMEL MODELLERİN GENEL METODOLOJİSİ

3.1. Tibrewala, Philippe ve Browne Yaklaşımı

Algoritma bir tahmin edilmiş talep profili ile başlar ve tek tek herkese düzenli iki günlük tatil tahsis eder. Ardışık çift günlük tatiller daha sonra belli bir ferde tahsis edilen bir vardiya oluşturur. Algoritma aşağıdaki gibi üç adımlık yöntem olarak ifade edilebilir:

Algoritma 1.1

Tibrewala, Philippe ve Browne (1972),

Adım 1: En çok işgücü ihtiyacı olandan başlayıp ikinci en çok işgücü gerektiren güne doğru giderek şunları yapın. Tek bir ardışık iki günlük tatili olan periyot ortaya çıkana kadar aynı işgücünü gerekli günlere yerleştir. Bir engel varsa Adım 2'ye gidin

Adım 2: Eğer iki tane aynı iki gün tatilli periyotlar oluşursa, komşu günlerde en az talebi olan çifti seçin. Eğer engel halledilmezse yani aralarında seçim yapılamazsa Adım 3'e gidin.

Adım 3: En makul çifti seçin; örneğin Cumartesi-Pazar tatil olanı veya haftanın ilk çiftini.

Algoritmayı açıklamak için bir örnek üzerinde çalışıldı. Örneğin Pazar'dan başlayan yedi günlük dönemin talep tahminleri 4, 8, 7, 7, 7, 7 ve 6 kişi olsun. Talep toplamı 46 olup en az 10 kişi gerektirir. Yani, talep tahminlerini karşılayan 10 vardiya çizelgelik herhangi bir dizi optimum bir çözümü temsil eder. Tekrarlı çözüm yöntemi Tablo 3.1'de verilmiştir ve aşağıdaki açıklamalar o Tablo ile ilgilidir.

Tablo 3.1'deki vardiya 1'in gelişimini ele alalım. Pazartesi'den Cumaya kadar (-1)'ler Cumartesi ve Pazar için de 0'lar olduğuna dikkat edelim. Algoritmanın birinci adımı kullanılıncaya ilk olarak en fazla talep alan Pazartesiye (-1) konulmalı. Adım 1, daha sonra, ikinci en fazla talebi alan günler olan Salı'dan Cumaya kadar olan günlere (-1) koymak için kullanılabilir. Bu ise Cumartesi ve Pazar'ı artarda tatil olan iki gün olarak bırakır. Bu şekilde ilk vardiya oluşturulur. Bu noktada Tablo 3.2 aşağıdaki gibi olacaktır.

Tablo 3.1 Örnek probleme Tibrewala, Philippe ve Browne çözümü için tablo

Pazar	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	
4	8	7	7	7	7	6	Başlangıç Talebi
0	-1	-1	-1	-1	-1	0	Vardiya 1
4	7	6	6	6	6	6	
0	-1	-1	-1	-1	-1	0	Vardiya 2
4	6	5	5	5	5	6	
-1	-1	0	0	-1	-1	-1	Vardiya 3
3	5	5	5	4	4	5	
-1	-1	-1	-1	0	0	-1	Vardiya 4
2	4	4	4	4	4	4	
0	-1	-1	-1	-1	-1	0	Vardiya 5
2	3	3	3	3	3	4	
0	0	-1	-1	-1	-1	-1	Vardiya 6
2	3	2	2	2	2	3	
-1	-1	0	0	-1	-1	-1	Vardiya 7
1	2	2	2	1	1	2	
-1	-1	-1	-1	0	0	-1	Vardiya 8
0	1	1	1	1	1	1	
0	-1	-1	-1	-1	-1	0	Vardiya 9
0	0	0	0	0	0	1	
0	0	-1	-1	-1	-1	-1	Vardiya 10
0	0	-1	-1	-1	-1	0	

Tablo 3.2: İlk vardiyanın oluşturulması

Pazar	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	
4	8	7	7	7	7	6	Başlangıç Talebi
0	-1	-1	-1	-1	-1	0	Vardiya 1
4	7	6	6	6	6	6	Arta Kalan Talep

Tablo 3.2'deki son satır henüz karşılanmamış ihtiyaçları göstermektedir. Bu rakamlar başlangıç talebinden çizelgelenen günlerin çıkarılmasıyla bulunur.

Süreci şimdi ikinci vardiya için tekrar edelim. Yedi kişilik talep Pazartesi programına yerleştirmeyi gerektirir, fakat karşımıza bir engel çıkmaktadır. Altı kişilik talebe sahip 5 günden en fazla 4'ü çizelgelenebilir. Sorun, Adım 2 tekrar kullanılarak çözülür. Artarda gelen iki gün tatil için seçilmelidir. Arzu edilen, toplam ihtiyacı en küçük olan iki tanesinin bulunmasıdır. Cumartesi-Pazar çiftinin toplam 10 kişilik ihtiyacı varken diğer bütün kombinasyonlar 12 kişi gerektirir. 6 kişilik ihtiyaç olan günlerden en düşük talepli komşuya sahip olan gün Cumartesidir (Pazar günü 4 kişiye ihtiyaç duyulmaktadır.) Böylece Salıdan Cumaya kadar (-1)'ler yerleştirilir ve Tablo aşağıdaki gibi değiştirilir.

Tablo 3.3: İkinci vardiyanın oluşturulması

Pazar	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	
4	8	7	7	7	7	6	Başlangıç Talebi
0	-1	-1	-1	-1	-1	0	Vardiya 1
4	7	6	6	6	6	6	
0	-1	-1	-1	-1	-1	0	Vardiya 2
4	6	5	5	5	5	6	

3. Vardiyanın geliştirilmesinde ilk önce en yüksek talebe sahip olan Pazartesi ve Cumartesiye (-1) koyarız. Salıdan Cumaya kadar olan günler Adım 2 kullanılarak çözülemeyecektir. Bu yüzden Adım 3'ü uyguluyoruz. Daha iyi herhangi bir alternatif olmadığından, Adım 3 bize Salı ve Çarşambaları tatil günleri olarak almamızı söyler

Bu döngüleri kullanarak 1., 2.ve 3. vardiyaları geliştirdik. Tüm çözüm Tablo 3.1'de verilmişti. Algoritma 1.1'in uygun bir şekilde kullanılarak bu vardiyaların üretildiğinden emin olmak için geri kalan vardiyaları incelemek akıllıca olacaktır.

Tablo 3.1'de gösterilen çizelge sadece 10 kişi gerektirdiğinden optimumdur. 10 numaralı vardiyanın altında bulunan negatif sayılar aşırı istihdamdan kaynaklanan atıl günleri göstermektedir. Cumartesi-Pazar'ın tatil olduğu 4 çizelge var (1, 2, 5 ve 9). İki çizelgede Salı-Çarşamba tatildir. Diğer ikisinde de Perşembe-Cumaları tatildir. Son olarak iki çizelgeninde Pazar-Pazartesi günleri tatil. Pazar-Pazartesi tatil olan çizelgelerden birinin Cumartesi izinli olan 4 kişiden birine tek bir günlük fazla mesai teklifi ile yer değiştirebileceği açıktır. Bir günlük bir fazla mesai tahsisi böylece bir kişiden kurtaracak ve 4 atıl günün tamamını da ortadan kaldıracaktır. Bu yüzden atıl zaman bulunmayan mükemmel bir çizelge ortaya çıkacaktır.

Genellikle, sadece ardışık çift gün izinler içeren optimum bir çizelge bulmak mümkün değildir. Ardışık iki izinli günü garanti etmek için algoritma genelde, minimum insan sayısından daha fazlasını isteyen veya bir çok atıl gün getiren, aşırı istihdam içeren çözümlere yol açar.

Herhangi bir durumda soru bu defa iş çizelgelerinin insanlarla eşlenmesinden biri olacaktır. Kıdemini kullanarak her işçi, sırayla kendi tercihine göre bir çizelge seçecektir.

Eğer beş günlük ihtiyaç talepleri her hafta tekrar edecek olursa çizelgeler tüm personelin arasında dönüşümlü olarak kullanılabilir.

Tibrewala, Philippe ve Browne yaklaşımının öğretici yönü genel uygulanabilirliğinde yatmaktadır. İlk adım, işgücünü benzer kabiliyetlerine göre gruplara ayırmaktır. Her grup için her seferinde bir kişi olacak şekilde bazı akıllıca sezgiseller kullanılarak vardiya seçilir. Her çizelgede, şirketin politikalarına mümkün olduğunca fazla uymaya dikkat edilir. Tüm istihdam ihtiyacı karşılandığında, fazla mesai kullanımı veya transferlerin herhangi göze batan bir yetersizliği ortadan kaldıracabileceğini görmek için seçilen vardiyaları gözden geçirmek gerekir. Son olarak, çalışanlara geri dönülür ve çeşitli vardiya çizelgelerine insan tahsisi için onların girdileri kullanılır. Herhangi yayınlanmış bir sezgisel bilmeden bu yöntem, oldukça iyi bir personel çizelgeleme sonucunu verecektir.

3.2. Monroe Yaklaşımı

Vardiya çizelgeleme problemine getirilen bir diğer yaklaşım Monroe (1970) tarafından yayınlanmıştır. Bu yaklaşımın amacı da ardışık iki gün düzenli tatil günlerini araması bakımından Tibrewala (ve diğerleri)'ninkine çok benzerdir. Bununla birlikte, ardışık olmayan iki gün izinli vardiyalar üretmek durumunda bile olsa minimum insan sayısı için bir çözüm garanti ettiğinden farklılık göstermektedir.

Bu algoritmaya daha önceki örneğimizde verilen 4, 8, 7, 7, 7, 7, 6 kişilik talep profilleri ile başlayalım. İlk adım gerekli minimum personel sayısını belirlemektir ki bu daha önce olduğu gibi 10 kişidir. Personel sayısını tespit ettikten sonraki adım her gün için düzenli izin günleri belirlemektir.

Eğer personel sayısı 10 ise ve Pazar günü 4 kişiye ihtiyaç duyuluyorsa o zaman Pazar günleri izinli olan 6 kişi var demektir. Herhangi bir gün için izinlilerin sayısı basitçe personel sayısı ile o gün için ihtiyaç duyulan personel sayısı arasındaki farktır. Örneğin, resmi olarak izinli olması gereken personel sayısının Tablosu şöyledir.

Tablo 3.4: Resmi olarak izinli olması gereken personel sayısı

	Pazar	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi
En az personel	10	10	10	10	10	10	10
Tahmin edilen talep	4	8	7	7	7	7	6
İzinli sayısı	6	2	3	3	3	3	4

Bu noktada basit bir kısıt mevcuttur. Her kişinin haftada 5 gün çalışmasının temini için tahmin edilen taleplerin toplamı beşin bir katı olması gerekir. Eğer durum bu değilse değişik günlerde talep artırılabilir. Artırılacak günler mantıksal olarak fazla kapasiteyi kolayca kaldıracak olanlar olmalıdır. Örnekte, toplam talep 46'dır; bu yüzden 4 kişilik ekstra bir talep girilmelidir. Bunları rasgele Salı, Çarşamba, Perşembe ve Cumaya koyalım. Böylece izinli sayıları aşağıdaki gibi değişir.

Tablo 3.5: Yeni izinli olması gereken personel sayısı

	Pazar	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi
En az personel	10	10	10	10	10	10	10
Tahmin edilen talep	4	8	8	8	8	8	6
İzinli sayısı	6	2	2	2	2	2	4

Diğer bir alternatif çözüm yöntemi de talebi herhangi bir günde, mesela Pazartesi için, bir azaltıp böylece toplam talebi 45 kişiye indirgeyebileceğimize dikkat edelim. Bunun yanında minimum personel ihtiyacı 10 dan 9'a düşecektir.

Monroe Yöntemindeki bir sonraki adım ardışık izin günleri çiftlerini aramaktır. Bu aşamayı daha iyi anlayabilmek için Tablo 3.6'daki örneği inceleyelim.

Tablo 3.6: Personel çizelgeleme problemini çözmeye Monroe yaklaşımını kullanan tablo

	P	Pa	S	Ç	Per	C	Cte	(P)	(Pa)
İzinli sayısı	6	2	2	2	2	2	4	(6)	(2)

İzin günü çiftleri	PPa	PaS	SÇ	ÇPer	PerC	CCte	CteP	(PPa)
İlk Deneme	1	1	1	1	1	1	3	(3)
İkinci Deneme	2	0	2	0	2	0	4	(2)

Dikkat edecek olursak, şekildeki gün sayısı en sonunda Pazar ve Pazartesi günleri tekrarlanarak 7'den 9'a çıkarılmasıdır. Bunun sebebine biraz sonra değinilecektir. Ardışık izin günleri çiftlerini bulma işlemi iki deneme gerektirmektedir. Tablo 3.6'ya bakarsak günlerin çiftlendiği farkedilir. Yani Pazar ve Pazartesi PPa çiftini; Pazartesi ve Salı PaS çiftini oluşturmak için birleştirilmişlerdir.

Çizelgeyi yapan; ilk denemede, ardışık iki izin günleri çifti için ilk iki günü PPa izinli olan vardiya sayısını tahmin etmeye çalışır. İki nolu günün (Pazartesi) toplam iki izin günü istediğine dikkat edin; bunların yarısı rasgele PPa çiftine tahsis edilmiştir. Böylece, örnekteki ilk deneme için tahminen bir vardiya çizelgesinde PPa çifti izinli olacaktır. Açıkta ki, eğer bir kişi Pazar ve Pazartesi günleri izinli ise ve Pazartesi iki izin istiyorsa bir ikinci şahsın Pazartesi ve Salı izinli olması gerekir; yani Pazartesi-Salı çifti, Pazartesi izinli sayısından Pazar-Pazartesi deneme değeri çıkarılarak hesaplanmıştır. Bunların sonucunda ilk PPa çifti ile ikinci PPa çiftinin izin günlerinin sayısının eşit çıkmadığı görülmüştür. Bu fark, ikinci bir denemeye çözülen bir çelişkiyi göstermektedir. Birinci ve ikinci PPa (Pazar-Pazartesi) çifti eşit olsaydı ikinci bir deneme gerekmecekti. Açıkta ki Tablonun iki günle genişletilmesi bu kıyaslamaların gerçekleştirilebilmesi için yapılmıştır.

İkinci denemeye başlamak için yeni PPa çiftinde birinci ve ikinci PPa çiftlerinin ortalaması kullanılmıştır. Örnekte bu ortalama 2'dir. Tüm çiftleri elde etmek için yöntemi tekrarladığımızda birinci ve ikinci PPa çiftlerinin ikinci denemede eşitlendiği görülür. Bu her zaman böyle olacaktır.

Tablo şimdi, 10 vardiyanın her biri için çizelgelenmiş izin günlerini içerir. İki kişi Pazar-Pazartesi, iki kişi Salı-Çarşamba, iki kişi Perşembe-Cuma, 4 kişi de Cumartesi-Pazar izinli olacaktır. Bu algoritma 1.1. ile bulunan çözümle aynıdır. Ayrıca, öncekinde olduğu gibi, bir kişiden Cumartesi fazla mesai yapması istenilebilir. Tibrewala ve (diğerleri) yönteminde olduğu gibi son adım seçilen vardiyalara kişilerin tahsis edilmesidir.

Yönteme kesin şeklini vermek için Monroe'nun yaklaşımının ana adımları aşağıda bir algoritma ile olarak ifade edebiliriz.

Algoritma 1.2

Monroe:

Adım 1: Haftanın her günü için, düzenli günlük izinli sayısı, seçilen personel sayısından günlük personel ihtiyacı çıkarılarak hesaplanır. 5 çalışma günlü haftalar çizelgelenenekte toplam personel ihtiyaç sayısı 5'in bir çift katı olmalıdır. Eğer durum böyle değilse, personel ihtiyacına 5'in bir katına ulaşıncaya kadar bir veya daha çok gün eklenir.

Adım 2: Haftanın ilk iki gününden başlayarak birinci çift ikinci bir defa tekrarlanana kadar düzenli izinli günleri belirleyin.

Adım 3: Düzenli izinlilik günleri çiftlerini çizelgelemede bir ilk deneme için ikinci günün izinlilerinin yaklaşık yarısını ilk izinlilik günleri çiftine tahsis edin. Tahsisatı ikinci günün izinlilerinden çıkararak geri kalanı ikinci izinlilik günleri çiftine tahsis edin. Bu yöntem bütünü çiftler tahsis edilene kadar devam edin. Eğer ilk çiftin birinci ve ikinci meydana gelişleri eşit ise durun; aksi takdirde Adım 4'e gidin.

Adım 4: İlk izinlilik günleri çiftinin birinci ve ikinci meydana gelişlerine tahsisatların ortalamasını hesaplayın. Bunu ilk çift için ikinci deneme tahsisatı olarak kullanın. 3. Adımdaki yöntemi kullanarak bütün izinlilik günleri çiftlerini tekrar tespit edin.

Tibrewala ve Monroe'nun algoritmalarının eksikliklerini göstermek için örnek problemin ikinci bir versiyonu çözülecektir. Bu problemin ihtiyaç profili Pazar ihtiyacının sıfır alınması dışında öncekiyle tamamen aynıdır. Bu tipik altı günlük çalışma haftası problemidir. Problemin Algoritma 1.1 kullanılarak çözümü Tablo 3.7'de, Algoritma 1.2 kullanılarak çözümü Tablo 3.8'de gösterilmiştir. Her iki yaklaşımda ilginç sonuçlar vermiştir. Toplam 42 insan-gün gerekiyordu ve Algoritma 1.1 10 kişi çizelgeledi. Bu fazla kapasiteli toplam 8 vardiyayı göstermiştir. Bu fazlalık vardiyaların dördü Pazar günleri 3, 4, 7 ve 8 vardiyalarındaki işçiler tarafından üretilmiştir. Bu insanlar Pazar günleri hiçbir şey yapmayacakları için işe gelmeyeceklerdir. Pazar günü evde oturmalarına rağmen 4 günlük çalışmalarına karşılık 5 günlük ücret ödemek de akıllıca olmayacaktır. Tablo 3.8'de Pazartesi günü 8 kişiye ihtiyaç duyulurken 9 kişinin 4'üne Pazar/Pazartesi izin verilmiştir. Bu Pazartesi/Salı günleri -3 kişinin izinli olması sonucunu verir. Negatif izinli günler, 4 tam gün çalışanın izinli olarak evlerinde otururken 3 geçici işçinin sadece Pazartesileri çalışmak için işe alınması olarak tercüme edilebilir.

Tablo 3.7: Örnek probleme Tibrewala, Philippe ve Browne çözümü için tablo

Pazar	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	
0	8	7	7	7	7	6	Başlangıç Talebi
0	-1	-1	-1	-1	-1	0	Vardiya 1
0	7	6	6	6	6	6	
0	-1	-1	-1	-1	-1	0	Vardiya 2
0	6	5	5	5	5	6	
-1	-1	0	0	-1	-1	-1	Vardiya 3
-1	5	5	5	4	4	5	
-1	-1	-1	-1	0	0	-1	Vardiya 4
-2	4	4	4	4	4	4	
0	-1	-1	-1	-1	-1	0	Vardiya 5
-2	3	3	3	3	3	4	
0	0	-1	-1	-1	-1	-1	Vardiya 6
-2	3	2	2	2	2	3	
-1	-1	0	0	-1	-1	-1	Vardiya 7
-3	2	2	2	1	1	2	
-1	-1	-1	-1	0	0	-1	Vardiya 8
-4	1	1	1	1	1	1	
0	-1	-1	-1	-1	-1	0	Vardiya 9
-4	0	0	0	0	0	1	
0	0	-1	-1	-1	-1	-1	Vardiya 10
-4	0	-1	-1	-1	-1	0	

Tablo 3.8: 2. Örnek probleme Monroe çözümü için tablo

	P	Pa	S	Ç	Per	C	Cte	(P)	(Pa)
Personel	9	9	9	9	9	9	9	(9)	(9)
İhtiyaç	0	8	8	8	8	7	6	(0)	(8)
İzinli sayısı	9	1	1	1	1	2	3	(9)	(1)

İzin günü çiftleri	PPa	PaS	SÇ	ÇPer	PerC	CCte	CteP	(PPa)
İlk Deneme	1	0	1	0	1	1	2	(7)
İkinci Deneme	4	-3	4	-3	4	-2	5	(4)

Problem, herkesin ardışık iki gün izinlendirilmesi ihtiyacından kaynaklanmaktadır. Ardışıklık şartı ortadan kaldırıldığında yeterli bir çözüm bulunabilir. Algoritma 1.1 kullanılırken Tabloda büyük negatif değerler ortaya çıkarsa, çözüm; ardışık olmayan izin günlerini gerektiği zaman belirlemektir. Tablo 3.7'ye bakarak Vardiya 3'ün oluşturulmasının yapacak hiçbir işi yokken Pazar günü bir işçinin çalışmak için atandığına dikkat edin. Bunun yerine, çizelgeyi yapanın Pazar ve ardışık olmayan başka bir günü izin günü olarak belirlemiş olması gerekirdi.

İkinci izin günü için kural, ilk en küçük ihtiyaçlı görülen gün olmasıdır. Tablo 3.7'deki vardiya 3 için bu Salı olacaktır. Böylece vardiya 3 için Pazar ve Salı günleri izin günleri olacaktır. Tablo 3.9 ikinci örneğin, Algoritma 1.1'e uyarlanması ile yapılan çözümdür. Benzer şekilde Monroe Algoritmasındaki yapılacak değişiklik yeterli bir çözüm elde edebilmek için ardışık olmayan günlerin seçilmesidir. Değişiklik, Tablodaki en büyük negatif sayıyı (Tablo 3.8'de -3) almak ve bu vardiyayı ardışık olmayan izin günlerinden oluşturmaktır. İlk olarak bu sayıyı en fazla izin sayısına ihtiyaç duyulan günün izinli sayısından çıkarın; bu Tablo 3.10'da gösterilmiştir; geri kalan izinli günler rakamları diğer ardışık olmayan günlerin rakamlarından çıkarılır. Monroe bu ikinci izin günlerini belirlemek için bir deneme yanılma metodu önermektedir. Burada tavsiye edilen geriye kalan izin günleri rakamlarını mümkün olduğunca aynı yapmaya meyilli ardışık olmayan günleri seçmektir. Bu çıkarma işlemi yapıldıktan sonra, geri kalan izin günleri rakamlarını Algoritma 1.2 kullanılarak daha önceki gibi dağıtımı yapılır. Eğer bu ikinci denemedeki tüm negatif değerleri ortadan kaldırmazsa, ardışık olmayan izin günleri içeren çizelge sayısını artırın. Örneğin değiştirilmiş Algoritma 1.2 kullanılarak yapılan çözüm Tablo 3.10'da gösterilmiştir.

Tablo 3.9: 2. Örnek probleme değiştirilmiş Tibrewala, Philippe ve Browne çözümü

Pazar	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	
0	8	7	7	7	7	6	Başlangıç Talebi
0	-1	-1	-1	-1	-1	0	Vardiya 1
0	7	6	6	6	6	6	
0	-1	-1	-1	-1	-1	0	Vardiya 2
0	6	5	5	5	5	6	
0	-1	0	-1	-1	-1	-1	Vardiya 3
0	5	5	4	4	4	5	
0	-1	-1	0	-1	-1	-1	Vardiya 4
0	4	4	4	3	3	4	
0	-1	-1	-1	0	-1	-1	Vardiya 5
0	3	3	3	3	2	3	
0	-1	-1	-1	-1	0	-1	Vardiya 6
0	2	2	2	2	2	2	
0	0	-1	-1	-1	-1	-1	Vardiya 7
0	2	1	1	1	1	1	
0	-1	-1	-1	-1	-1	0	Vardiya 8
0	1	0	0	0	0	1	
0	-1	0	-1	-1	-1	-1	Vardiya 9
0	0	0	-1	-1	-1	0	

Tablo 3.10: 2. Örnek probleme değiştirilmiş Monroe çözümü için tablo

	P	Pa	S	Ç	Per	C	Cte	(P)	(Pa)
Eski izinli sayısı	9	1	1	1	1	2	3	(9)	(1)
Ardışık olmayan	-3				-1	-2		(-3)	
Geri kalan iz.say.	6	1	1	1	0	0	3	(6)	(1)

İzin günü çiftleri	PPa	PaS	SÇ	ÇPer	PerC	CCte	CteP	(PPa)
İlk Deneme	1	0	1	0	0	0	3	(3)
İkinci Deneme	2	-1	2	-1	1	-1	4	(2)

	P	Pa	S	Ç	Per	C	Cte	(P)	(Pa)
Eski izinli sayısı	6	1	1	1	0	0	3	(6)	(1)
Ardışık olmayan	-1			-1				(-1)	
Geri kalan iz.say.	5	1	1	0	0	0	3	(5)	(1)

İzin günü çiftleri	PPa	PaS	SÇ	ÇPer	PerC	CCte	CteP	(PPa)
İlk Deneme	1	0	1	-1	1	-1	4	(1)
İkinci Deneme				İhtiyaç duyulmadı				

	P	Pa	S	Ç	Per	C	Cte	(P)	(Pa)
Eski izinli sayısı	5	1	1	0	0	0	3	(5)	(1)
Ardışık olmayan	-1		-1					(-1)	
Geri kalan iz.say.	4	1	0	0	0	0	3	(4)	(1)

İzin günü çiftleri	PPa	PaS	SÇ	ÇPer	PerC	CCte	CteP	(PPa)
İlk Deneme	1	0	0	0	0	0	3	(1)
İkinci Deneme				İhtiyaç duyulmadı				

3.3. Rothstein Formülasyonu

Monroe Algoritmasının, minimum ardışık olmayan izin günleri sayısı ile bir mümkün çözümü garanti eden bir doğrusal programlama formülasyonu vardır. Bu formülasyon Rothstein (1972) tarafından yapılmıştır. Formülasyon, Tablo 3.11'de gösterildiği gibi 15 kısıt ve 15 değişken gerektirmektedir. Kısıt 1, Pazar/Pazartesi ve Pazartesi/Salı için programlanmış artarda iki gün izinli olanların sayısı ile ardışık olmayan günlerde izni olan ve izin günlerinden biri Pazartesi olanların sayılarının toplamının Pazartesi günü izinli olması gerekenlerin sayısına eşit olması gerektiğini ifade eder. 2'den 7'ye kadar olan kısıtlarda 1. kısıtın benzeridir. Kısıt 8, ardışık olsun olmasın belirlenen izin günleri çiftleri sayısının çalışan sayısına eşit olması gerektiğini ifade eder. Her çalışanın iki gün izni olduğundan, işçi sayısı $1/2 \sum b_i$ 'dir. 9'dan 15'e kadar olan kısıtlar bir u_i 'nin hiçbir değerinin diğer bütün u değerlerinin

Tablo 3.11: Rothstein tarafından, Monroe algoritmasının doğrusal programlama formülasyonuna dönüştürülmesi

Maximize $z = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 - x_7$			
Kısıtlar:			
1	$x_1 + x_2$	$+ u_1$	$= b_1$
2	$x_2 + x_3$	$+ u_2$	$= b_2$
3	$x_3 + x_4$	$+ u_3$	$= b_3$
4	$x_4 + x_5$	$+ u_4$	$= b_4$
5	$x_5 + x_6$	$+ u_5$	$= b_5$
6	$x_6 + x_7$	$+ u_6$	$= b_6$
7	$x_1 + x_7$	$+ u_7$	$= b_7$
8	$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7$	$+ d$	$= \frac{1}{2} \sum b_i$
9		$u_1 - u_2 - u_3 - u_4 - u_5 - u_6 - u_7$	≤ 0
10		$-u_1 + u_2 - u_3 - u_4 - u_5 - u_6 - u_7$	≤ 0
11		$-u_1 - u_2 + u_3 - u_4 - u_5 - u_6 - u_7$	≤ 0
12		$-u_1 - u_2 - u_3 + u_4 - u_5 - u_6 - u_7$	≤ 0
13		$-u_1 - u_2 - u_3 - u_4 + u_5 - u_6 - u_7$	≤ 0
14		$-u_1 - u_2 - u_3 - u_4 - u_5 + u_6 - u_7$	≤ 0
15		$-u_1 - u_2 - u_3 - u_4 - u_5 - u_6 + u_7$	≤ 0
		$d, u_i, x_i \leq 0$ her i için	

x_1 = Pazar/Pazartesi izinli sayısı

x_2 = Pazartesi/Salı izinli sayısı

x_3 = Salı/Çarşamba izinli sayısı

x_4 = Çarşamba/Perşembe izinli sayısı

x_5 = Perşembe/Cuma izinli sayısı

x_6 = Cuma/Cumartesi izinli sayısı

x_7 = Cumartesi/Pazar izinli sayısı

b_1 = Pazartesi günü izinli olması istenenlerin sayısı

b_2 = Salı günü izinli olması istenenlerin sayısı

b_3 = Çarşamba günü izinli olması istenenlerin sayısı

b_4 = Perşembe günü izinli olması istenenlerin sayısı

b_5 = Cuma günü izinli olması istenenlerin sayısı

b_6 = Cumartesi günü izinli olması istenenlerin sayısı

b_7 = Pazar günü izinli olması istenenlerin sayısı

Tablo 3.11 (Devamı var)

-
- u_1 = Ardışık olmayan günlerde Pazartesi izinli olanların sayısı
 u_2 = Ardışık olmayan günlerde Salı izinli olanların sayısı
 u_3 = Ardışık olmayan günlerde Çarşamba izinli olanların sayısı
 u_4 = Ardışık olmayan günlerde Perşembe izinli olanların sayısı
 u_5 = Ardışık olmayan günlerde Cuma izinli olanların sayısı
 u_6 = Ardışık olmayan günlerde Cumartesi izinli olanların sayısı
 u_7 = Ardışık olmayan günlerde Pazar izinli olanların sayısı
 d = Ardışık olmayan günlerde izin verilecek personel sayısı
-

toplamını aşamayacağını anlatır. Bu ardışık olmayan izin günlerinin aynı güne denk gelmemesini temin eder. Bir kişi aynı günde iki günlük izinli olamayacağından böyle bir çözüm mümkün değildir. Doğrusal programlama formülasyonunun amaç fonksiyonu ardışık olan izin günleri sayısının maksimize edilmesi gerektiğini belirtir.

Bu doğrusal programlama formülasyonu yapısıyla, tam sayılı bir çözümü garanti eder. Bu yüzden, yaygın olan doğrusal programlama paket programlarından herhangi bir tanesi problemi çözmek için kullanılabilir. Temel temadaki değişiklikler çizelgeyi yapana muhtelif politika kısıtları uygulayabilmesi imkanı verebilir. Mesela, eğer Cumartesi/Pazar izinli olan en az n tane insan olması arzu edilse $x_7 \geq n$ kısıtı eklenebilir. Bununla birlikte, eğer n çok büyükse sistem bir mümkün çözüm sağlamayacaktır. Eğer politika Pazar günleri izinli olmayı teşvik etseydi, amaç fonksiyonu u_7 'yi kapsayacak ve x_1 ile x_7 'ye 1'den daha büyük bir ağırlık verecek şekilde değiştirilebilirdi. Böylece, çizelgelemeyi yapan çeşitli ek kısıtlarla alternatif çizelgeleri inceleyebilir.

Şu ana kadar istihdam probleminin üç çözümü incelendi. Probleme bütün yaklaşımlar haftanın günlerine göre bir personel ihtiyaç tahmini gerektirmektedir. Bu tahmin daha sonra *part-time* veya geçici olarak çalışanları içine alacak şekilde değiştirilir. Normal tam gün personel daha sonra geri kalan ihtiyaçlara göre atanır. Tibrewala, Philippe ve Browne probleme her seferinde bir çizelge bulmak olarak bakmıştır. Monroe problemi mümkün olan en fazla sayıda ardışık izin gün çifti bulmak olarak görmüştür. Birçok durumda çözüm, ardışık olmayan günlere atama yapılması için sezgisel bir yaklaşım gerektirmektedir. Rothstein, Monroe'un anlayışını, otomatik olarak ardışık olmayan izin günlerini belirlerken maksimum

sayıda ardışık izin günleri sayısını arayan bir doğrusal programlama formülasyonu geliştirmiştir.

3.4. Mabert ve Raedels Sezgiseli

Daha önce belirtildiği gibi, bazı organizasyonlarda *part time* çalışacak personel kullanımı personel çizelgeleme problemini büyük ölçüde hafifletecektir. Mabert ve Raedels (1977) normal tam günlük 8 saatlik mesaiyi gerçekleştirip haftada 5 günden daha az çalışacak *part time* çalışanları çizelgelemesi için basit bir sezgisel algoritma modellemiştir. Sezgisel algoritma, günlük personel ihtiyacı tahmini ile başlar. Örneğin tahminler Pazar gününden başlayarak 0, 11, 6, 8, 6, 10 ve 0 olsun

Ayrıca, 5 tam gün çalışan olsun ve politikamız da geri kalan ihtiyaçlar için *part time* çalışacak insanlar kullanmak olsun. Bu yüzden tam gün ve *part time* ihtiyaçları Tablo 3.12'de görüldüğü gibidir.

Mabert ve Raedels Pazartesi günü en yüksek ihtiyacı karşılayabilmek için en az 6 tane *part time* çalışanın işe alınması gerektiğini vurgulamaktadırlar. Farzedelim ki bu kişiler daha uzun saatler çalışmaya istekli ve kıdemliliği ifade eden daha düşük kimlik numaraları olan 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 nolu kişiler olsun.

O zaman bunları çizelgeleyecek sezgisel algoritma sadece, kişilerin kimlik numaralarına göre sırayla günlerin rotasyonunu gerektirir.

Tablo 3.12: Gerekli olan personel ihtiyaçları

	Pazar	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi
Toplam ihtiyaç	0	11	6	8	6	10	0
Tam gün	0	5	5	5	5	5	0
Part-time	0	6	1	3	1	5	0

Sonuç aşağıdaki gibi olur:

Pazartesi	Kişi 1, 2, 3, 4, 5, 6
Salı	Kişi 1
Çarşamba	Kişi 2, 3, 4
Perşembe	Kişi 5
Cuma	Kişi 6, 1, 2, 3, 4

3.1. Vardiya Çizelgeleme Problemi İçin Bechtold ve Jacobs'un *Implicit* Modelleme Yaklaşımı

Bechtold ve Jacobs (1990) ve Aykin (1996) kendi özel mola pencereleri içinde vardiyalara mola periyotları tahsis eden vardiya çizelgeleme problemi için optimizasyon temelli modelleme yaklaşımları önerdiler. Bailey (1985), tüm mümkün tur çizelgeleri kesin olarak temsil eden ve her gün için günlük çizelgeleme probleminden temin edilen çalışanların sayısına günlük vardiyaları sınırlandıran bir model geliştirdi.

Bechtold ve Jacobs (1990) her bir çizelgelenmiş çalışana bir tek mola atamak için yeni bir model geliştirdi. Bu modellerinde vardiyalar *set covering* fomülasyonda açık gösterimindeki gibi *implicit* tanımlanmıştır.

Implicit modele geçmeden önce vardiya tipinin tanımına dikkat çekmek gerekir. Bechtold ve Jacobs (1990) bir vardiya tipini belirli bir çalışma adımı ile bir veya daha fazla mola penceresinin birleşimi ile oluşturulduğunu belirttiler ve her vardiya için bir tane atamak yerine her vardiya tipi için bir değişken atadılar. Dolayısıyla, belirli bir mola penceresinden farklı mola yerleri yüzünden vardiya değişimleri bir vardiya değişkeni ile temsil edilir. Aynı tür vardiyaların bir değişken ile gösterilmesi büyük ölçüde vardiya değişkenlerinin sayısını azaltır.

Yeni modelleri geliştirmek için yapılan kabuller şunlardır:

1. Servis organizasyonu günde 24 saatten az çalışmaktadır.
2. Tüm planlama periyotları eşit uzunluğa sahiptir.
3. Her çalışan tam olarak bir mola almaktadır.
4. Modellenen her vardiya tipi için molaların süresi belirlidir.
5. Molaların uzunluğu bir veya daha fazla planlama periyodu uzunluğundadır.
6. Belirli bir çalışma adımına bir mola penceresinin atanması ile bir vardiya tipi oluşturulur.
7. Mola aralığı ile kapsanan tüm periyotların altındaki kısıtlara hedef bir bitişik planlama periyotları setinden oluşan her vardiya tipi için mola penceresi, vardiya tipine ilişkin çalışma adımının bir alt seti olmak zorundadır.
8. Üst üste gelme yoktur.

9. Eksik iş gücüne izin verilmemektedir.

Yeni model mola yeri esnekliğini sağlamak amacıyla mola pencerelerini birleştirmiştir. Esnek mola atamalarının *implicit* modellemesi fikri şu gerçekten gelir; modelin ihtiyaç duyduğu bilgilerin azaltılması ile model hacminde önemli bir indirgeme sağlanır. Özellikle, vardiyalara karşıt olarak planlama periyotları ile mola değişkenlerini birleştirerek olur. Özel bir mola değişkeni, kendi planlama periyotlarında mola alan çalışanların toplam sayısı olarak tanımlanır.

3.5.1. *Implicit* Modelin Formülasyonu

Implicit modelin formülasyonu aşağıdaki gibi gösterilir.

$$\text{Min } \sum_{j=1}^m C_j \cdot X_j \quad (3.1)$$

Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^m A_{ij} \cdot X_j - \sum_{t \in I} b_{it} \cdot B_i \geq D_i \quad i = 1, \dots, n \text{ için} \quad (3.2)$$

$$\sum_{i=p}^t B_i - \sum_{j \in F1t} X_j \geq 0 \quad \forall t \in N \text{ (q hariç)} \quad (3.3)$$

$$\sum_{i=t}^q B_i - \sum_{j \in F2t} X_j \geq 0 \quad \forall t \in M \text{ (p hariç)} \quad (3.4)$$

$$\sum_{i=p}^q B_i - \sum_{j=1}^m X_j = 0 \quad (3.5)$$

$$X_j \geq 0 \text{ ve tamsayı} \quad j = 1, \dots, m \text{ için} \quad (3.6)$$

$$B_i \geq 0 \text{ ve tamsayı} \quad i = 1, \dots, n \text{ için} \quad (3.7)$$

i, t = Zaman periyodu için index, $i=1,2,\dots,n$,

D_i = i periyodu boyunca çalışanlar için talep,

j = Vardiya tipi için index $j=1,2,\dots,m$,

X_j = Vardiya tipi j 'ye atanan çalışanların sayısı için karar değişkeni.

C_j = j . Vardiya tipinde çalışan bir işçinin işçilik ücreti,

B_i = i . Periyotta başlayan molaların toplam sayısı için mola değişkeni,

M = Tüm vardiya türleriyle ilgili mola pencerelerinde başlangıç periyotları kümesi, azalan sıradadır,

N = Tüm vardiya türleriyle ilgili mola pencerelerinde son periyotlar seti, artan sıradadır,

p = Herhangi bir vardiya için molanın başlayabileceği periyotlar kümesinde en erken periyot,

q = Herhangi bir vardiya için molanın başlayabileceği periyotlar kümesinde en geç periyot,

$F1_t$ = Tümüyü p ve t zaman periyotları arasında uzanan mola pencereleri olan vardiya türlerini gösteren indisler kümesi,

$F2_t$ = Tümüyü zaman periyotları t ve q arasında uzanan mola pencerelerine sahip vardiya türlerini gösteren indisler kümesi,

T = Mümkün tüm mola periyotlarının kümesi,

$b_{it} = 1$ eğer periyot $t \in T$ 'ye eşit ise ve diğer durumda $b_{it} = 0$,

A_{ij} = Eğer vardiya tipi j periyot i deki işi gösteriyorsa $a_{ij} = 1$ olan ($n \times m$) boyutunda bir matris, diğer durumda $a_{ij} = 0$.

Amaç fonksiyonu (3.1) toplam işçilik maliyetini minimize eder. Kısıt (3.2), periyot i 'deki çeşitli vardiyalara atanan çalışanların toplam sayısından molalarını alan çalışanların sayısı farkı o periyottaki işçilik ihtiyacını karşılamaya yeterli olmalıdır diyen talep kısıtlarının bir setidir.

Kısıt (3.3) ileriye geçiş (*forward pass*) kısıt setidir, p ve t periyotları arasında herhangi bir zaman aralığında başlayan molaların toplamının tamamıyla bu aralıkta uzanan mola pencereleri ile vardiya türlerinin toplam sayısına eşit veya daha büyük olduğunu kesinleştirir. Burada t , q periyodu hariç, N kümesinde ardışık planlama periyotlarını gösterir. İleriye geçiş kısıt seti şunu sağlar; kendi zaman penceresinin son periyodundan daha geç bir zaman periyodu süresince hiçbir vardiya tipi mola almamaktadır.

Benzer olarak, kısıt (3.4), bir geriye geçiş (*backward pass*) kısıt setidir, b ve q periyotları arasında herhangi bir zaman aralığında başlayan molaların toplamının tamamıyla bu aralıkta uzanan mola pencereleri ile vardiya tiplerinin toplam sayısına eşit veya daha büyük olduğunu kesinleştirir. Burada t , p periyodu hariç M kümesinde

ardışık planlama periyotlarını gösterir. Geriye geçiş kısıt seti şunu sağlar; kendi zaman penceresinin son periyodundan daha erken bir zaman periyodu süresince hiçbir vardiya tipi mola almamaktadır. Burada (3.4) kısıtı için aralıklar her zaman periyot q 'yu içerirken kısıt (3.3) için aralıklar daima periyot p 'yi içerir.

Kısıt (3.5) çizelgelenen molaların toplam sayısını vardiyalara atanan çalışanların toplam sayısına eşitliğini sağlayan tek bir eşitlik kısıtıdır. (3.6) kısıtı boyunca kısıtlar (3.4) ve (3.5), her çizelgelenmiş çalışanın onun kendi vardiya tipi için belirlenmiş mola penceresi içinde bir mola almasını sağlar. Vardiya değişkenlerinde önemli bir azalış yukarıdaki kısıtlar ile gerçekleşir.

3.5.2. *Implicit* Modellerin *Set Covering* Modellere Karşı Örnekleme

Set Covering Modeller ile *implicit* modellere yaklaşımı arasındaki farkı açıklamak için bir vardiya çizelgeleme örnek problemi (Jacobs ve Bechtold, 1991) bu iki yaklaşım ile de örneklenmiş ve çözülmüştür. Çizelgeleme ortamı, günde 8 saat çalıştığı varsayıldığı bir ortamdır. Çizelgeleme politikaları 5 ve 6 saatlik vardiyalara ve her çalışanın 1 saat yemek molası almak zorunda olduğunu kabul etmektedir. Çalışma günü planlama periyodunun uzunluğunun 1 saat olduğunu düşünerek 8 bitişik planlama periyodunun bir kümesinden oluşur. Bir vardiya çalışma gününün sonunu geçmediği sürece, günün herhangi bir saatinde başlayabilir. İşçilik ihtiyaçları sırasıyla gün boyunca birden sekize 22, 47, 29, 72, 91, 55, 42 ve 21 çalışandır.

Bu aşamada, *implicit set-covering* modelleme formüllerine göstermek için A matrisinin tanımı gereklidir. A matrisi model formülasyonunda her kısıt için karar değişkenlerinin katsayılarını gösteren bir tamsayı doğrusal programlama matrisidir.

Set-Covering Formülasyonu: *Set-covering* formülasyonunun ihtiyaç Tablosu (A matrisi) ve bileşik optimal amaç fonksiyonu değeri örnek vardiya çizelgeleme problemi için Tablo 3.13'de verilmiştir. Burada A matrisi 8 satır ve 24 kolondan meydana gelmektedir. Her satır bir kısıta ve her kolon Bölüm 2'de tanımlanan a_{ij} vektörünü temsil eder ki bunlar çalışma günü boyunca her vardiya tipinin mola

Tablo 3.13: Set covering formülasyonu: Örnek problem matrisi ve optimal çözüm

No	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	X ₂₀	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄	Min	
0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	>=
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
2	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	47
3	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	29
4	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	72
5	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	91
6	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	55
7	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	42
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	21
Optimal Çözüm		22	10	19	4	4	17	9	6																	
Çözüm Maliyeti = 379 işçilik saati																										

periyotlarını çalışma ve çalışmamayı gösterir. Herhangi bir kolonda 1'ler o vardiyanın çalışma saatlerini temsil eder. Dolayısıyla kolonda ilk sıradaki 1 ilgili vardiyanın başlangıç saatini gösterir ve aynı kolonda son sıradaki 1 aynı vardiyanın bitiş saatini gösterir. Ardışık 1'lerin iki kümesi arasında tek sıfırlı olanlar, bu vardiyaya atanan çalışanların yemek molasında olacağını ve iş için kullanılmayacağını gösterir. Kolonda geriye kalan sıfırların durumları kendi zamanlarındaki çalışanların saatlerini temsil eder. Amaç fonksiyonu (0 satırı) çalışılan toplam işçilik saatini minimize eder.

Implicit Formülasyon: Tablo 3.14'de *implicit* modelin tamsayı doğrusal programlama A matrisi ve bileşik optimal amaç fonksiyonu değeri vardiya çözelgeleme problemi için verilmiştir. *Implicit* formülasyonda A matrisi her kısıt için vardiya ve ana değişkenlerinin katsayılarını gösterir.

Şunu belirtmek gerekir; bir vardiya değişkeni ancak belirli mola pencereleri içerisinde aynı vardiya başlangıç ve bitiş saatlerine sahip ancak farklı mola vardiyaları kümesine atanır. Burada vardiya değişkenlerine atanan çalışanların alacakları yemek araları gösterilmez. Herhangi bir kolonda 1'ler atanan çalışanların çalışıyor olacakları veya mola alacakları saatleri gösterir. Molaları çalışanlara tahsis etmek için *implicit* modelde bir mola değişkenleri (b_2 ile b_7) kümesi yer alır. Mola değişkenleri modelde yer aldığı anda vardiya değişkenlerinin sayısının önemli ölçüde azaldığı biliniyor her mola değişkeni alt indis ile belirtilen saatte bir mola alan işçilerin toplam sayısını belirtir. Örneğin b_2 ile belirtilen molalar vardiya değişkenleri X_1 ve X_5 ile ikinci saatte alınacak. Amaç fonksiyonu (sıra 0) *set covering* formülasyonunda olduğu gibi toplam işçilik saatini minimize eder.

Set covering temelli modelde kısıtlar her operasyonel günün her saati için işçilik ihtiyaçlarını karşılamayacak olan bir tek amaç fonksiyonu ile çalışırlar. Bununla birlikte *implicit* modelde kısıtlar iki modelleme yaklaşımının değerini sağlamak üzere 4 amaç için çalışırlar.

Tablo 3.14: *Implicit formülasyon*: Problem, matris ve optimal çözüm değerleri

No	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇	
0	4	4	4	4	5	5	5	0	0	0	0	0	0	Min
Kısıt Seti 1														
1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	≥ 22
2	1	1	0	0	1	1	0	-1	0	0	0	0	0	≥ 47
3	1	1	1	0	1	1	1	0	-1	0	0	0	0	≥ 29
4	1	1	1	1	1	1	1	0	0	-1	0	0	0	≥ 72
5	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	-1	0	0	≥ 91
6	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	-1	0	≥ 55
7	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	-1	≥ 42
8	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	≥ 21
Kısıt Seti 2 (forward pass)														
9	-1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	≥ 0
10	-1	-1	0	0	-1	0	0	1	1	1	1	0	0	≥ 0
11	-1	-1	-1	0	-1	-1	0	1	1	1	1	1	0	≥ 0
Kısıt Seti 3 (backward pass)														
12	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	≥ 0
13	0	0	-1	-1	0	0	-1	0	0	1	1	1	1	≥ 0
14	0	-1	-1	-1	0	-1	-1	0	1	1	1	1	1	≥ 0
Kısıt Seti 4														
15	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	= 0
Optimal Çözüm														
	22	30	19	20		2	1	7	45	22		3	17	
Çözüm Maliyeti = 379 işçilik saati														

Kısıt seti 1: Bu kısıt seti operasyonel günün her periyodunda işçilik ihtiyaçlarını karşılamak için uygun vardiya değişkenler setlerini zorlar. İki yaklaşımın işçilik ihtiyaçları kısıtları arasında bir anahtar farkı vardır ki bu iki formülasyonda X_j değişkenleri arasındaki farklılıkların direk sonucudur. *Implicit* modelde vardiya tipine atanan çalışanları gösteren 1'leri içeren herhangi bir vardiya tipinin kolonun bazı çalışanların yemek aralarında olacak şekilde çizelgelenebildiği denk gelen çalışma periyotları boyunca çalışırlar. Bununla birlikte *set covering* modelde vardiya değişkeni atanmış bir çalışanın mola almaya çizelgelendiği bir saati gösterir ve doğrudan bir mola periyodunun atanmasını gösterir. İki yaklaşım arasında denge sağlayabilmek için (-1) katsayısı ile bir mola değişkeni bir çalışan molasını atama sürecindeki bir operasyonel saate karşılık gelen her kısıtta içerilir. Mola periyotlarının çalışanlara atanması optimal çözüm bulunduğundan sonra yapılır.

Kısıt seti 2 ve 3: Bu kısıt setleri vardiyalara atanan tüm çalışanların yemek aralarını kendi mola pencerelerinde aldıklarını kesinleştirmek için kullanılır.

Kısıt seti 4: Bu kısıt, verilen molaların toplam sayısının tüm vardiyalar için çizelgelenmiş çalışanların toplamına eşit olduğunu kesinleştirir.

Kısıt seti 2 ve 3 ile kısıt geliştirme için genel prosedür:

Kısıt seti 2: Kısıt seti 2'nin formülasyonu ileriye geçiş kısıt seti sırasıyla b_f ve X_f vardiya tipi değişkenler ve molaların alt kümelerini kullanarak 4 adımda çözümlenir.

Adım 1: b_f ve X_f boş kümeleri ile başla

Adım 2: X_f kümesinde seçilmeyen vardiya değişkenleri arasında, en erken bitiş mola periyodunda izin verilen mola pencerelerini belirle. Eğer, bir mola başlayabilirken mümkün mola periyotları arasında en geç periyoda en erken final mola periyodu eşit ise kısıt seti 2'nin üretilmesi tamamlanmıştır; kısıt seti 3 için prosedüre git. Diğer durumda, X_f e belirlemiş mola pencerelerine karşılık gelen vardiya tiplerinin tümünü ekle ve adım 3 ile devam et.

Adım 3: X_f setindeki tüm vardiya türlerinin mola pencerelerindeki izin veren her mola periyoduna karşılık gelen b_f de bir molanın varlığını kesinleştirmek için gerekli tüm mola değişkenlerini b_f kümesine ekle.

Adım 4: Her mola değişkeni için b_f de bir (+1) katsayısı ve X_f de her vardiya tipi değişkeni için bir (-1) katsayısı içeren bir sıfır sağ taraf (*right-hand side*) ile büyük veya eşit bir kısıt yarat. Adım 2'ye dön.

Kısıt seti 3: Kısıt seti 3'ün formülasyonu, geriye geçiş kısıt seti (*the backward pass constraint set*) sırasıyla b_b ve X_b vardiya tipi değişkenleri ve molaların alt kümelerini kullanarak dört adımda başarılır.

Adım 1: b_b ve X_b boş kümeleri ile başla.

Adım 2: X_b kümesinde seçilmeyen vardiya değişkenleri arasında, en son birinci mola periyoduna izin veren mola pencerelerini belirle. Eğer bir mola başlayabilirken mümkün mola periyotları arasında en erken periyoda en son mümkün ilk mola periyodu eşit ise kısıt seti 3'ün üretilmesi tamamlanmıştır. Kısıt seti 4 için prosedüre git diğer durumda X_b ye belirlenmiş mola pencerelerine karşılık gelen vardiya tiplerinin tümünü ekle ve adım 3 ile devam et.

Adım 3: X_b kümesinde tüm vardiya değişkenleri için mola pencerelerinde izin verilen her mola periyoduna karşılık gelen b_b 'de bir mola değişkeninin varlığını kesinleştirmek için gerekli tüm mola değişkenlerini b_b kümesine ekle

Adım 4: X_b de her vardiya tipi değişkeni için bir (-1) katsayısı ve her mola değişkeni için bir (+1) katsayısı içeren bir sıfır sağ taraf değeri ile büyük veya eğit kısıtı oluştur. Adım 2'ye dön.

Kısıt seti 4 için yalnızca bir kısıt oluşturulur ve (-1) katsayıları ile tüm vardiya tipi değişkenlerini ve (+1) katsayıları ile tüm mola değişkenlerini içeren 0 sağ taraf ile bir eğitlik kısıtıdır. Bu kısıt 2 ve 3 kısıt kümeleri ile mola yerlerini *implicit* modellemesi için izin verir ve kendi mola penceresinde her vardiyaya bir tek mola atar.

4 adımlık prosedürü izleyerek, kısıt seti 2'deki kısıtların biraz gelişimini göstermek için bir örnek veriliyor. Bu örnek problemde sırasıyla (2-4), (3-5), (4-6), (5-7), (2-5), (3-6) ve (4-7) zaman periyotları arasında uzanan mola pencereleri ile 7 vardiya tipi vardır.

Tablo 3.14'de kısıt seti 2'de kısıt 9 ve geliştirilmesi 4 aşamalı bir prosedür ile yapılır.

1. X_f ve b_f boş kümeleri ile başla.
2. X_1 den X_f kümesine vardiya tipi değişkenini ekle, X_1 kendi mola penceresinde en erken final mola periyodudur.
3. b_2 , b_3 ve b_4 'ü b_f kümesine ekle. Çünkü vardiya tipi değişkeni X_1 kendi mola penceresini yapan 2, 3 veya 4 periyotlarında bir molaya atanabilir..
4. Kısıt 9'u oluştur ve adım 2'ye dön.

Kısıt 10'un geliştirilmesi kısıt 9'dan sonra yapılır. Şimdi vardiya tipi değişkenleri X_1 'e (X_f kümesinde) b_f kümesinde mola değişkenleri b_2 , b_3 ve b_4 'e sahibiz. Sonraki en erken son izin verilen mola periyodu ile tüm vardiya tipi değişkenlerini belirle. Bu durumda vardiya tipi değişkenleri X_2 ve X_5 , 5 olan bir sonraki en erken finale izin veren periyoda sahiptir. Bu vardiya tipi değişkenleri X_f kümesine eklenir. Çünkü X_2 ve X_5 sırasıyla (3-5) ve (2-5) zaman periyotları arasında bir mola atanabilir. Mola değişkeni b_5 , b_f kümesine eklenmelidir, çünkü bu vardiyalar periyot 5'te molalar alabilirler. Bu atamalardan sonra, X_1 , X_2 ve X_5 , X_f kümesinde ve b_f kümesinde b_2 , b_3 , b_4 ve b_5 var ve gerekli kısıtlar üretilebilir.

3.5.3 *Implicit* Modellemenin Avantajları

Başlangıç saatleri, bitiş saatleri ve molaların yerlerinin varyasyonlarının kullanımı ile geliştirilen pek çok alternatif iş vardiyaları vardır. Vardiya tipleri işçilik kullanımını artırırken, ayrıca çizelgeleme probleminin çözümünün karşılığını artırır. (Byrne ve Potts 1973; Showalter ve Mabert, 1988)

Yüksek derecede bir çizelgeleme esnekliği arzulanan bir personel ortamında vardiya çizelgeleme problemine optimal tamsayılı çözümler elde etmek amaçtır. Geleneksel *set covering* formülasyonu Dantzig (1954) tarafından önerilen tamsayılı programlama ile optimal çözümlere ulaşmak için vardiya çizelgeleme problemleri üzerine durulmuştur. Eğer mola yerleşimi modellenirse, çözümler bir *network flow* yaklaşımı ile (Segal, 1974) etkin olarak elde edilebilir.

Ne yazık ki molaların yerleşimi *set covering* formülasyonunda gerekli tamsayı değişkenlerin sayısını ciddi olarak artırır. *Set covering* formülasyonu optimal tamsayı çözümlere ulaşmak için kontrol edilmesi zor bir çözüm yaklaşımıdır. Bu yüzden sezgisel çözümler çizelgeleme esnekliğinden faydalanmak için optimal çözümler üzerinden geniş problemler için tercih edilir.

Mola atamalarının *implicit* modellemesi fikri modelin bilgi ihtiyaçlarının azaltılması ile model hacminde önemli ölçüde indirgemeler yapmakla benzer olduğu fikrinden çıkmıştır. Özel olarak bu vardiyalara karşıt olarak planlama periyotları ile mola değişkenlerinin bileşimiyle yapıldı. Özel bir mola değişkeni kendi birleşik planlama periyodunda mola alan çalışanların toplam sayısı olarak tanımlanır. Açıktır ki *implicit* modelli bir optimal çözüm bulunmadan özel vardiyalara mola atamaları gerçekleştirilemez

Eğer iki modelin karşılaştırılmasına ihtiyaç duyulursa *implicit* modelin çok küçük hacminin sonucu olarak işletim zamanında ve problem hacminde önemli indirgemeler elde edildiği belirtilmelidir. Verilen örnekte, bu çok açık olmasının rağmen model formülasyonundaki uygunluğa ve çözüm için gerekli zaman daha fazla gerçek dünya çizelgeleme uygulamaları içinde dikkat çekicidir.

3.6. Bailey'in Bütünleşik Modeli

Bailey (1985) çalışma günü (*days on*) ve vardiya çizelgeleme problemlerinin bütünleştirilmesinin önemini vurgular. Personel hacmi ve fazla mesai kısıtları ve günlük çizelgelemede tatil (*days off*) politikası, çalışanların elde edilebilirliğini sınırlandırır ve bunun vardiya çizelgeleme problemine yansıtılması gerektiğini vurgular. Benzer olarak iş gücü esnekliğinden ve fazlasının maliyetindeki değişiklikler saatlik talebi dalgalanmaları gibi vardiya çizelgeleme problemlerindeki kısıtlar çalışma günü problemine yansıtılmalıdır. Açıktır ki bu problemlerin kısıtları arasında bir etkileşim vardır ve bütün model ile formüle edilmedikçe etkin çözüme ulaşılamaz.

Sınırlı personel hacmi kısıtı altında 12 saatlik çalışma günleri ile 7 günlük işletim servis organizasyonunun talep değişimlerinin modellenmesi için bir genel tamsayılı programlama modeli önerilir. Bu modelde ardışık iki tatil ihtiyacı ile 8 saatlik vardiyalar ve 5 gün çalışma adımları kullanılıyor. Personel sınırlı olduğu için amaç fonksiyonu eksik iş gücü sebebiyle saatlik müşteri uygunsuzluğu toplamı ve çalışanların elde edilebilirlik sayısı için haftalık işçilik maliyetini minimize etmeye çalışır. Bütünleşik personel çizelgeleme modeli için çözüm, 7 günlük planlama için saatlik işgücü ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla her bir mümkün çalışma gününe atanan çalışanların sayısını verir.

3.6.1. Bailey'in model Formülasyonu

Bütünleşik model şu şekilde formüle edilir.

$$\text{Min } Z = \sum_{j=1}^J C_j \cdot X_j + \sum_{i=1}^7 \sum_{l=1}^{L_i} \alpha_{il} \cdot U_{il} \quad (3.8)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^J A_{ij} \cdot X_j - \sum_{k=1}^{K_i} X_{ik} = 0 \quad i = 1, \dots, 7 \text{ için} \quad (3.9)$$

$$\sum_{k=1}^{K_i} A_{ik} \cdot X_{ik} - O_{il} + U_{il} = D_{il} \quad l = 1, \dots, L_i \text{ ve } i = 1, \dots, 7 \text{ için} \quad (3.10)$$

$$\sum_{j=1}^J X_j = W_{\text{toplaml}} \quad (3.11)$$

$$X_{ik}, X_j \geq 0 \text{ ve tamsayı} \quad (3.12)$$

Burada:

i = haftanın günleri $i = 1, 2, \dots, 7$,

l = günün planlama periyodu,

J = mümkün çalışma yapısının sayısı,

L_i = i gününde çizelgelenecek toplam planlama periyotlarının sayısı,

K_i = i gününde mümkün vardiya türlerinin sayısı,

C_j = j çalışma yapısında çalışan bir çalışanın haftalık iş gücü maliyeti,

D_{il} = i gününde l periyodunda çalışmak için gerekli işçilerin sayısı,

X_j = j vardiyasında çalışan personel sayısı,

X_{ik} = i gününde k vardiya tipine atanan personel sayısı

A_{ij} = Bir $(7 \times J)$ boyutunda matris öyleki $a_{ij} = 1$ ise eğer i gününde j vardiya tipinde çalışılıyorsa, $a_{ij} = 0$ diğer durumda,

A_{ik} = Bir $(L_i \times K_i)$ boyutunda matris öyleki $a_{ik} = 1$ ise i gününde çalışılan gerekli k vardiya tipi, $a_{ik} = 0$ diğer durumda,

O_{il} = i gününde l periyodu boyunca fazladan istihdam edilen çalışanların sayısı,

U_{il} = i gününde l periyodu boyunca eksik istihdam edilen çalışanların sayısı,

a_{il} = eksik istihdam sebebiyle oluşan müşteri uygunsuzluğunun işçi başına maliyeti,

W_{toplaml} = toplam elde edilebilir işçi sayısı.

Bütünleşik modelin amacı haftalık iş gücü maliyetini ve eksik iş gücünden kaynaklanan müşteri memnuniyetsizliği maliyetini minimize etmektir. Yukarıdaki formülasyonun ilk kısıtı DOW günlük probleminden elde edilen X_j vardiyalarının sayısının her gün için vardiya çizelgeleme (TOD) probleminden elde edilen X_{ik} vardiyalarının sayısına eşit olmalıdır. Kısıt (2.10) i gününün l periyodu boyunca atanan çalışanların sayısının eksik iş gücü ve fazla istihdam hesaplandıktan sonra geçici personel talebine eşit olmasını gerektirir. Kısıt (2.11) vardiyaları toplam mevcut iş gücü sayısı ile sınırlandırır.

Bailey (1985)'in önerdiği formülasyon 7 gün için saatlik işçilik ihtiyaçlarını karşılamak için sabit bir iş gücünü çizelgelemeye çalışır. Formülasyon ardışık veya ardışık olmayan tatiller ile 5-6 ve 7 günlük çalışma haftalarını mümkün kılmaktadır

3.7. Özkarahan'ın Bütünleşik Hemşire Çizelgeleme Modeli

Günde 12 saat için sadece 8 saatlik vardiyaya göre Bailey'in modelinin büyüklüğü 92 ile 210 vardiyadır. Bu model günde 24 saati kapsayacak şekilde genişletilebilir ve alternatif çalışma günleri 4, 6, 10 ve 12 saattir. Formüle edildiği gibi Field'in ve Bailey'in esnek personel çizelgeleme modelleri karmaşık bir hemşire çizelgeleme ortamının ihtiyaçları ile uyuşmamaktadır. Hem hastanelerin ve hemde hemşirelerin amaçlarını sağlamak için modelde değişikliklere ihtiyaç duyulmaktadır.

Değiştirilmiş formülasyonlar bütünleşik model olarak adlandırılır. Field'in modeli üzerine kurulmuş olan sınırsız personel sayısı bütünleşik modeli TOD ve DOW çizelgeleme problemleri Field'in (1983) önerileri kullanılarak bütünleştirilmiştir. Sınırlı personel sayısı bütünleşik model için Bailey'in modeli, günde 24 saat ve diğer vardiya kombinasyonlarını içerecek şekilde genişletilerek adapte edilmiştir.

Özellikle formülasyonda ve modelin çözümünde aşağıdaki değişiklikler yapılmıştır:

* DOW ve TOD problemlerini Bailey'in modeli iki fazlı doğrusal programlama formülasyonuna basitleştirilerek bütünleştirmiştir. Bu iki fazlı optimizasyona Bailey'in modelini kullanılabilir bir boyuta çekmek için ihtiyaç duyulmaktadır. İlk olarak DOW problemi her gün için mevcut işçi sayısını tespit etmek için çözülür. Bu problemin çözümü sınırlı personel sayısı ile eksik işgücü veya fazla işgücü maliyetlerini minimize eden her gün için mevcut vardiyaların bir vektörüdür. Önce günlük personel sayısı tespit edilir, daha sonra 7 günlük TOD çizelgeleme problemi çözülür. Çözümün toplam maliyeti; 7 TOD çizelgeleme çözümünden gelen eksik işgücü maliyeti ve DOW çözümünden gelen işgücü maliyetinin toplamına eşittir. Bu iki fazlı optimizasyonun kullanımı; ilk olarak DOW

problemi çözülerek ve TOD formülasyonuna geçilerek haftanın her günü için vardiyanın sınırlı personel sayısı üzerinde integrasyon meydana getirilir.

* TOD içindeki optimum çalışma yapılarını başlangıç zamanlarını atayacak bir sezgisel yöntem geliştirildi

3.7.1. Modelin Formülasyonu:

Modeli formüle ederken personel sayısının sınırlı ya da sınırsız olması durumlarına göre farklı yollar izlenir.

3.7.1.1. Sınırsız Personel Sayısı

Personel sayısının sınırsız olması durumunda TOD ve DOW problemlerinin birleşiminde ilk önce TOD problemi çözülmekte ve alınan sonuçlar DOW probleminin girdileri olmaktadır. TOD çizelgeleme formülasyonu (Field ve Bailey, 1985):

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Minimize } Z = \sum_{k=1}^{K_i} C_{ik} X_{ik} \quad (3.13)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{k=1}^{K_i} A_{ik} X_{ik} \geq D_{il} \quad l = 1, 2, \dots, L_i \quad (3.14)$$

$$X_{ik} \geq 0 \text{ ve tamsayı} \quad (3.15)$$

C_{ik} = i gününde k çalışma aralığında çalışan bir vatmanın maliyeti,

i = Haftanın günleri; Pazartesi,.....,Pazar,

K_i = i gününde olabilecek mümkün çalışma aralıkları sayısı,

L_i = i gününde çizelgelenen periyot sayısı,

X_{ik} = i gününde k çalışma aralığında çizelgelenen vatman sayısı,

D_{il} = i gününde l periyodundaki vatman talebi,

$A_{ik} = L_i * K_i$ boyutlu vardiya matrisi, $a_{ik} = 1$ ise l periyodunda k vardiyasında çalışma vardır, aksi halde $a_{ik} = 0$ 'dır.

Field (1983) ve Bailey, Field (1985) de belirtildiği gibi 24 saatlik işgünü hesaba katıldığında bir karmaşıklık ortaya çıkar. Artarda iki gün için çizelgelenmiş bir işçi, arka arkaya gelen vardiyalarda çalışmak için çizelgelenebilirdi. Geriye kalan bir periyodu garanti altına almak için, esnek vardiyaları günde 12 saat için çizelgeleyen “esnek vardiya modeli” 24 saatlik bir günü kaplayacak şekilde üst üste binmiş 12 saatlik 3 periyot için sunulmuştur.

Üst üste binmiş bu üç periyot şunlardır:

Gece yarısı – Öğle : Gece periyodu
 Sabah 6.00 – Akşam 6.00 : Gündüz periyodu
 Öğle – Gece yarısı : Akşam periyodu

A_{ik} matrisindeki mümkün çalışma kalıplarını, başlatmak ve aynı 12 saatlik periyot içinde bitirmek üzere sınırlandırarak ve her bir hemşireyi hafta boyunca aynı periyoda atayarak, çalışma periyotları arasındaki minimum olanı garanti altına alır. Bu üç periyottan herhangi biri için ve 8, 10, 12 saatlik esnek vardiyaların kullanımı durumunda TOD probleminin A_{ik} matrisi şekil 3.1'deki gibi olacaktır. Şekil 3.1'den de görülebileceği gibi A_{ik} matrisinin boyutu 24×27 dir. Dikkat edilmesi gerekir ki, L_i satırları ve K_i kolonları günlük saatlik periyotlarını ve bütün mümkün vardiyaları kişisel olarak temsil etmektedir. Örneğin K_i 1 ve 9 arası bölge 24 saatlik bir günün gece periyodu parçası için 8, 10 ve 12 saatlik vardiyaları temsil etmektedir. (Aynı notasyon günlük 24 saat için gündüz ve akşam periyodu parçalarının $K_i = 10-18$ ve $19-27$ saatleri için düzenlenmiştir. 8, 10, 12 saatlik vardiyalarla birlikte, eğer ihtiyaç duyulursa 4 ve 6 saatlik vardiya kombinasyonlarında A_{ik} matrisine dahil edilebilir.

Bu modelin TOD versiyonu, toplam maliyet ölçüleri (yukarıdaki formülasyondaki gibi), çizelgelenmiş çalışma saatleri, personel sayısı ve boş zaman yüzdelerini içeren alternatif amaç fonksiyonlarını kullanabilir mevcut formülasyonda birim maliyet vektörü kullanılırsa amaç fonksiyonu personel sayısını minimize eder. Eğer toplam çizelgelenmiş çalışma saatini minimize eden bir amaç fonksiyonu kullanmak için seçim yaparsak amaç fonksiyonu aşağıdaki formu olacaktır.

$$\text{Min } Z = 8X_8 + 10X_{10} + 12X_{12}$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Gece Yarısı-1AM	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1AM-2AM	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2AM-3AM	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3AM-4AM	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4AM-5AM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5AM-6AM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6AM-7AM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7AM-8AM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8AM-9AM	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9AM-10AM	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10AM-11AM	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11AM-Öğle	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Öğle-1PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1
1PM-2PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
2PM-3PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
3PM-4PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
4PM-5PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5PM-6PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6PM-7PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7PM-8PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8PM-9PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9PM-10PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10PM-11PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11PM-Gece Yarısı	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Şekil 3.1: A_{ik} matrisi 8, 10 ve 12 saatlik vardiya kombinasyonları ($L = 24$, $K = 27$). Gece yarısı-öğlen: Gece periyodu; Öğlen-gece yarısı: Akşam periyodu; 6 AM-6PM: Gündüz periyodu. $L = 24$ günün bütün saatlik periyotlarını temsil etmektedir ve $K = 27$ bir gündeki bütün mümkün vardiyaları temsil etmektedir.

Burada X_8 , X_{10} ve X_{12} 8, 10 ve 12 saatlik vardiyalardaki toplam hemşire sayısını temsil etmektedir. Toplam çizelgelenmiş çalışma zamanını minimize eden amaç fonksiyonu aynı zamanda toplam boş zamanın minimum süresini vermektedir. Çünkü 24 saatte talep edilen toplam hemşire hizmetli sayısı sabit olacaktır. Dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta; bu çizelgeleme modelinin çıktısı talep değişimine karşı uygun olabilir, bu yüzden beklenen boş periyotlar gerçekleşmeden önce teşhis edilebilir. Bu periyotlar teşhis edilebilir veya kritik olmayan diğer aktiviteler için çizelgelenebilir. Şimdi benzer bir DOW problemi formülasyonunu düşünelim. Bu durumda maliyet vektörü mümkün her kalıp için çalışma maliyetlerini yansıtmaktadır. Talep vektörü her gün için toplam hemşire ihtiyacıdır. Açıkta ki her TOD çözümünde X 'ler toplamı günlük hemşire hizmetlerini temsil etmektedir. Bu yüzden DOW modeli:

$$\text{Min } Z = \sum_{j=1}^J C_j X_j \quad (3.16)$$

Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^J A_{ij} X_j \geq D_i \quad i = 1, \dots, 7 \text{ için} \quad (3.17)$$

$$X_j \geq 0 \text{ ve tamsayı} \quad (3.18)$$

Burada;

$X_j = j$ vardiyasında çalışan günlük hemşire sayısı,

$C_j = j$ vardiyasındaki bir hemşirenin maliyeti,

$A_{ij} = a(7 \times J)$ matrisi, eğer j vardiyası i . Gün çalışmak istiyorsa $a_{ij} = 1$, aksi halde $a_{ij} = 0$,

$D_i = i$. Gün hemşire talebi ,

$J =$ Mümkün tatil veya çalışma günü sayısı.

8, 10 ve 12 saatlik vardiyalar için A_{ij} matrisleri Tablo 3.15, 3.16 ve 3.17'de verilmiştir. Tablo 3.15 ve Tablo 3.17 arasında görülebileceği gibi A_{ij} matrisi, kullanılan vardiya tiplerinin kabul edilebilir herhangi bir kombinasyonudur ve boyutu 7×7 dir. Tablo 3.17'de verilen çizelge 36 saatlik çalışma haftası için üç 12 saatlik günü temsil etmektedir. Örneğin Tablo 3.16'da, dört ardışık 10 saatlik günü

içeren 7 mümkün çizelge vardır. Bir başka ardışık olmayan dört 10 saatlik güne sahip A_{ij} matrisleri oluşturulabilirdi. Tüm haftalık bir çizelge meydana getirmek için 8, 10 ve 12 saatlik vardiya kombinasyonlarını TOD probleminde kullandığımız için 3 bağımsız DOW alt problemi gündüz, akşam ve gece periyotları için birbirinden bağımsız olarak çözülebilir. TOD modelinde her gün için hesaplanan 8 saatlik vardiyaların sayısı, birinci DOW alt probleminin sağ tarafını oluşturur.

Tablo 3.15: A_{ij} matrisi ile 8 saatlik vardiya günleri modelleri

	1	2	3	4	5	6	7
Pazartesi	1	0	0	1	1	1	1
Salı	1	1	0	0	1	1	1
Çarşamba	1	1	1	0	0	1	1
Perşembe	1	1	1	1	0	0	1
Cuma	1	1	1	1	1	0	0
Cumartesi	0	1	1	1	1	1	0
Pazar	0	0	1	1	1	1	1

Tablo 3.16: A_{ij} matrisi ile 10 saatlik vardiya günleri modelleri

	1	2	3	4	5	6	7
Pazartesi	1	0	0	0	1	1	1
Salı	1	1	0	0	0	1	1
Çarşamba	1	1	1	0	0	0	1
Perşembe	1	1	1	1	0	0	0
Cuma	0	1	1	1	1	0	0
Cumartesi	0	0	1	1	1	1	0
Pazar	0	0	0	1	1	1	1

Tablo 3.17: A_{ij} matrisi ile 12 saatlik vardiya günleri modelleri

	1	2	3	4	5	6	7
Pazartesi	1	0	0	0	0	1	1
Salı	1	1	0	0	0	0	1
Çarşamba	1	1	1	0	0	0	0
Perşembe	0	1	1	1	0	0	0
Cuma	0	0	1	1	1	0	0
Cumartesi	0	0	0	1	1	1	0
Pazar	0	0	0	0	1	1	1

3.7.1.2: Sınırlı Personel Sayısı

Kullanılabilecek hemşire kadrosuna sınır getirilmiştir. Çözüm aşamasında önce mevcut hemşire sayısı ile ilgili kısıt koşuluna da içeren DOW problemi çözülür. Her gün, akşam ve gece periyotları için DOW problemlerinin çözümü ile günlük kullanılabilir hemşire sayısını sınırlayan bağ koşulları her günün TOD problemine eklenir.

Sınırlı personel sayısı için DOW çizelgeleme problem formülasyonu:

$$\text{Min } Z = \sum_{j=1}^J C_j X_j \quad (3.19)$$

Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^J A_{ij} X_j \geq D_i \quad i = 1, \dots, 7 \text{ için} \quad (3.20)$$

$$\sum_{j=1}^J X_j = W_{\text{Toplam}} \quad (3.21)$$

$$X_j \geq 0 \text{ ve tamsayı} \quad (3.22)$$

C_j = j çalışma yapısında bulunan bir hemşirenin maliyeti,

X_j = j çalışma yapısında bulunan hemşirelerin sayısı,

A_{ij} = $7 \times J$ 'lik bir matris; $a_{ij} = 1$ eğer i günü j vardiyasında çalışıyorsa, aksi halde $a_{ij} = 0$.

D_i = i gününde toplam hemşire talebi,

W_{toplam} = Toplam işgücü.

Eğer toplam işgücü tam gün (normal mesai) ve *part time* çalışanlar olarak ayrıldıysa W_{toplam} 'a eşitlenen kısıt iki parçaya ayrılır:

$$\sum_{j \in F} X_j = W_F \quad (3.23)$$

$$\sum_{j \in P} X_j = W_P \quad (3.24)$$

F = j çalışma yapısında tam gün çalışan hemşireler için j indisleri dizisi,

P = j çalışma yapısında *part time* çalışan hemşireler için j indisleri dizisi,

W_F = Tam gün çalışan hemşire sayısı,

W_P = *Part time* çalışan hemşire sayısı.

Hemşire hacminin sınırlı yada sınırsız olması durumlarına göre, personel kaynaklarının hangi günlerde ve günün hangi saatlerinde, ne şekilde kullanılacağı, optimum çalışma yapıları ve bu yapıların başlangıç saatleri bulunduktan sonra, bireysel olarak hemşirelerin bu yapılara istekleri doğrultusunda yerleştirilmesine sıra gelir. Atama modelinde her hemşire sadece bir çalışma yapısına atanır. Aynı çalışma yapısı içinde görevde bulunması gereken en uygun sayıda hemşire çalışabilir.

3.8. Genel Vardiya Çizelgeleme Problemi İçin Aykin'in *Implicit Modeli*

Aykin'in çalışmasında çoklu dinlenme, yemek molası ve onların mola pencereleri ile optimal vardiya çizelgelemesi için yeni bir tamsayılı programlama modeli formüle edilmiştir. Bu model çoklu molaları eşit olmayan sürelerle herhangi bir vardiyaya atanmış çok sayıda çalışan için ayrık tamsayıda değişkenlere ve birleştirilmiş mola pencereleri farklı planlama periyotlarındaki molalarına tanıtılarak çizelgelemede kabiliyetlidir. Bu tamsayılı değişkenler vardiya tipleri ve mola başlama zamanları ile birleştirilir. Bu yüzden bunlar sayılarını ve özel bir vardiya için molaların zamanlamalarını gösterirler.

Bu model beş talep kalıbı üzerinde 1728 ve 8640 arasında vardiya değişimi içeren 40 test problemi ile test edilmiştir. Genel vardiya çizelgeleme problemi için önerilen modelin daha az sayıda değişkene önemli derecede sınırsız katsayılar için daha az hafızaya ihtiyacı olduğu ve *set covering* yaklaşımı ile kıyaslanmış çok düşük bir yoğunluğu olduğu görülmektedir. Yeni tanıtılmış mola değişkenleri hariç olmak üzere *Set covering* yaklaşımı ile önerilen model arasındaki tek fark her bir mola-vardiya kombinasyonu için ek bir kısıt ihtiyacıdır.

Modelin sunumunu kolaylaştırmak için her çalışanın bir öğle yemeği molası ve iki dinlenme molası aldığı varsayılır. Öğle yemeği molası süresi, bir planlama periyodu süresi ve dinlenme molası süresi, iki planlama periyodu süresidir.

Aşağıdaki notasyonlar modeli formüle etmek için tanımlanmıştır.

i : $i = 1, 2, \dots, n$ zaman periyodu için indeks,

j : $j = 1, 2, \dots, m$ vardiya tipi için indeks,

X_j : j vardiya tipine atanmış işçilerin sayısı için karar değişkeni,

C_j : j vardiya tipinde çalışan bir işçi ile birleştirilmiş çalışma maliyeti,

$B1_j, BL_j, B2_j$: j vardiyasında çalışan bir işçinin bulunduğu planlama periyodu kümeleri sırası ile ilk dinlenme molası, öğle yemeği molası ve ikinci dinlenme molası,

U_{ji}, W_{ji}, V_{ji} : j vardiyasına atanmış çalışan sayısını sırası ile ilk dinlenme molasını, öğle yemeği molasını ve ikinci dinlenme molasını alanları i periyodunda gösteren değişkenler,

$T1_i, TL_i, T2_i$: i periyodundaki başlangıç zaman molasına göre vardiyaların setleri zaman penceresi içinde sırayla ilk dinlenme molası, öğle molası ve ikinci dinlenme molasıdır,

D_i : i periyodunda ihtiyaç duyulan işçi sayısı,

A_{ij} : (n x m) boyutlu matris. Eğer j vardiya tipi i periyodu süresince iş istiyorsa $a_{ij}=1$, aksi halde $a_{ij} = 0$.

Daha sonra önerilen model aşağıdaki gibi formüle edilir.

$$\text{Min } Z = \sum_{j=1}^m C_j \cdot X_j \quad (3.25)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^m A_{ij} \cdot X_j - \sum_{j \in T1i} U_{ji} - \sum_{j \in T1(i)} W_{j(i-1)} - \sum_{j \in T1i} W_{ji} - \sum_{j \in T2i} V_{ji} \geq D_i \quad i= 1, \dots, n \text{ için} \quad (3.26)$$

$$X_j - \sum_{i \in B1j} U_{ji} = 0 \quad \text{ve } j = 1, \dots, m \text{ için} \quad (3.27)$$

$$X_j - \sum_{i \in BLj} W_{ji} = 0 \quad \text{ve } j = 1, \dots, m \text{ için} \quad (3.28)$$

$$X_j - \sum_{i \in B2j} V_{ji} = 0 \quad \text{ve } j = 1, \dots, m \text{ için} \quad (3.29)$$

$$X_j, U_{ji}, W_{ji}, V_{ji} \geq 0 \text{ ve tamsayı} \quad (3.30)$$

Amaç iş gücü maliyetini minimize etmektir. Kısıt kümesi (3.26), i periyodunda çalışmak için çizelgelenmiş işçi sayısının bu periyottaki iş gücü ihtiyacına eşit veya bundan daha büyük olmasına ihtiyaç duyar. Sonra ilk dinlenme, öğle yemeği ve ikinci dinlenme molalarını alan çalışanların nedeni açıklanır. Bu kısıt kümesinin hakkındaki önemli detay: açıkça belirtilmiş mola penceresinde herhangi bir zaman periyodunda başlayan bir öğle yemeği molası bir sonraki periyoda kadar devam

edecek, j vardiya tipi ile birleştirilmiş öğle molası değişkeni ve $(i-1)$. periyottaki başlama, $W_{j(i-1)}$ i . periyot için işgücü ihtiyacı kısıtlarında gösterilecektir.

Kısıt seti (3.27), j vardiya tipine atanmış olan işgücü sayısının bu vardiya tipi için çizelgelenmiş ilk dinlenme molası sayısına eşit olmasını gerektirir. Benzer şekilde kısıt seti (3.28) ve (3.29) j vardiya tipine atanmış olan işgücü sayısının sırasıyla bu vardiya tipi için çizelgelenmiş öğle arası ve ikinci dinlenme molası sayısına eşit olmayı gerektirir. Bu kısıtlarla, her çalışan kendi mola penceresinde bir öğle arası ve iki dinlenme molası olacak şekilde çizelgelenir. Son kısıt (3.30) bütün karar değişkenlerinin tamsayı ve sifıra eşit veya büyük olmasını şart koşar.

Önerilen formülasyon, mola yerleşimleri üzerindeki çeşitli kısıtlamaları yansıtmak amacıyla sunulabilir. Örneğin aşağıdaki kısıt i periyodunda bir mola alan çalışanların sayısını sınırlandırmak amacıyla eklenebilir.

$$\sum_{j \in T1i} U_{ji} + \sum_{j \in T(i-1)} W_{j(i-1)} + \sum_{j \in T1i} W_{ji} + \sum_{j \in T2i} V_{ji} \leq h_i$$

h_i burada i periyodunda mola alabilen çalışanların maksimum sayısını ifade eder (Topaloğlu, 1997).

4. TALEP ANALİZİ

4.1. Talebin Sınıflandırılması

Personel ihtiyacının belirlenmesinde talebin sınıflandırılması çok önemlidir. Tipik olarak değişik servis tipleri hangi talep tipine girmektedir, önce bu sorunun cevabı bulunmalıdır.

Aşağıdaki örneklerde talepler niteliklerine göre sınıflandırılmıştır:

1. Tren istasyonundaki kondüktörlerin sayısı
2. Uluslararası havaalanında göçmen bürosunda çalışan sayısı
3. Hastanede çalışan hemşire, röntgen teknisyenleri sayısı

Burada incelenen talep şekli nitelik olarak 3. maddedekine benzemektedir. Çalışan sayısı günün saatlerine ve haftanın günlerine göre değişmektedir.

4.2. Talebe Etki Eden Faktörler

Talebin belirlenmesi çalışmasında ilk önemli nokta talebi ve kapasiteyi etkileyecek faktörlerin önem sırasının farkında olmaktır. Faktör bulmaya yönelik veri toplama çabaları operasyon hakkında önemli bilgileri elde etmek için gereklidir.

Operasyonun yanısıra çizelgeleme kararlarının önemini akılda tutmakta fayda vardır, çünkü gösterilen çaba ve analizin maliyeti, toplanan veriyle, alınan kararlarla, hedeflenen doğruluk derecesiyle paralellik gösterir. Ayrıca bu çaba ve maliyet kullanılan hassaslık derecesi ve sınıflama sayısı ile da paralelidir.

Aktivitelerin ne kadar zaman aldığına göre sınıflamak önemlidir. Bunun nedeni ise taleple karşılaşıldığında hangilerinin kullanılacağına ve talep düştüğünde hangilerinin bekletilip bir çalışma bankası olarak tutulacağına karar verilmesidir.

Taşınacak yolcu sayısına etki eden en önemli faktörleri önem seviyelerine göre şu şekilde sıralayabiliriz:

1. Nüfus Yoğunluğu
2. İş giriş- çıkış saatleri
3. Gelir yoğunluğu
4. Bölgenin durumu
5. Bölgeye çalışan diğer ulaşım araçları

4.2.1. Nüfus Yoğunluğu

Yolcu talebinin belirlenmesindeki en büyük etken nüfus yoğunluğudur. Nüfusun fazla olduğu yerlerde talep artarken az olduğu yerlerde düşmektedir. Nüfus dağılımı ise o bölgenin yüzölçümü ve gelir düzeyi ile değişmektedir.

4.2.2. İş Giriş -Çıkış Saatleri

Genel olarak iş giriş-çıkış saatleri 8.30-17.30 arası olmaktadır. Bu nedenle bu saatlerdeki talep oldukça artmaktadır. Şehir içinde yapılan ulaşım genellikle otobüslerle sağlanmaktadır. Çalışma yeri şehir içinde olan kesimde genellikle ulaşımını otobüs ile sağlamaktadır. Talebin yoğun olduğu saat çalışan kesime de bağlıdır. Eğer çalışan kesim işçi ise yoğunluk sabah 6.00-7.30, akşam 18.00-19.00 arası; memur ise yoğunluk sabah 8.00-9.00, akşam 17.30-18.30 arası olmaktadır. Bunun dışında sabah yoğunluğunu oluşturan diğer nedenlerden biri de öğrencilerdir. Özellikle üniversitenin bulunduğu yere talep artmaktadır.

Tüm işyerlerinde iş giriş-çıkış saatleri hemen hemen aynı zamana denk geldiğinden otobüslerde ve trafikte yığılmalar olmaktadır. Bunun da en azından bir miktar engellenmesi için iş giriş-çıkış saatlerinin farklı zamanlara alınması gerekmektedir. Bu durumda yığılmalar bir miktar önlenabilir.

4.2.3. Gelir Dağılımı

Gelir dağılımına göre de talebin değişkenliği söz konusudur. Gelir dağılımının yüksek olduğu yerlerden alışveriş merkezi, eğlence merkezi gibi yerlerde devamlı bir talep olmaktadır.

4.2.4. Bölgenin Durumu

Talebi belirleyen faktörlerden biridir. Bölgenin iş merkezi, yerleşim merkezi veya alışveriş merkezi olmasına göre talep değişmektedir. Ayrıca bölgede bulunan hastane, üniversite, sanayi bölgesi, alışveriş merkezi, spor kompleksi gibi yerler talebin artmasına sebep olacaktır.

4.2.5. Bölgeye Çalışan Diğer Ulaşım Araçları

Eğer o bölgede ulaşım ihtiyacı, otobüsle beraber diğer toplu taşıma araçları da kullanılıyorsa otobüs talebi bundan etkilenir. Diğer çalışan araçların sıklığı da bunda rol oynar.

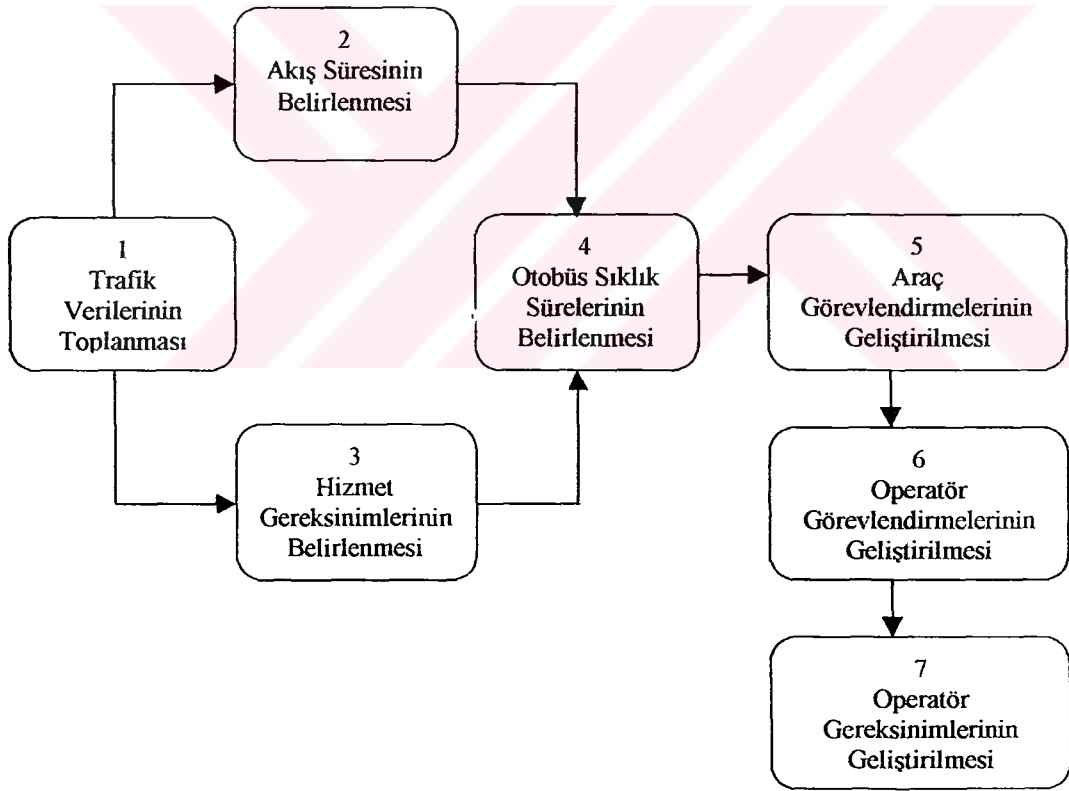
Talep analizi yaparken tüm bu faktörlerin dikkate alınması gereklidir. Bu faktörler tek başlarına etkide buldukları gibi etkileşimli olarak da talebi etkilerler.

4.3. Kapasitenin Tayini

Bir operasyon iş kapasitesini tahmin etmek için ilk bilinmesi gereken nokta operasyonun türü ve bileşenlerinin miktarıdır. Eğer operasyonlar basit ise kapasite ister istemez işlem hızına veya iş saatlerine bağlıdır. Talep kategorileri değişken ise işlem hızlarının ağırlıklı ortalaması kullanılabilir.

5. ÇÖZÜM PROSEDÜRÜ

Personel çizelgeleme prosesi, frekans, çalışma saatleri ve operasyon maliyetlerini dikkate almaktır. Yolcu talebi ve trafiğin durumu belirli bir gün boyunca, haftanın günleri boyunca ve mevsimsel olarak değişmektedir. Bu değişiklikler de hizmet frekansını etkilemekte ve bununla birlikte çizelgeleme prosesinde yakın bir gözleme ve periyodik olarak tanzime ihtiyaç vardır. Talebin belirlenmesi ve birbirini takip eden personel çizelgeleri yolculara kaliteli bir hizmet sunmanın en kritik bileşenleridir. Talebin ve personel gereksinimlerinin belirlenmesi için gereksinim duyulan aşamalar şekilde özetlenmiştir (Nanda ve Browne, 1992).



Şekil 5.1: Talep ve operatör gereksinimlerinin bulunması için gerekli aşamalar

Trafik Verilerinin Toplanması: Bu aşama tramvaya binen gerçek yolcu sayısını ve tüm bir hat boyunca varış süresini içerir. Veri toplayıcıları ya belirli noktalarda yerleştirilmiş olan kişiler yada aracı kullanan kişilerdir.

Akış Sürelerinin Belirlenmesi: Hat, zaman kriterine göre tasarlanan bileşenlere ayrılır. Akış süresi de gün boyunca trafiğin ve yolcunun durumuna göre değişiklik gösterir. Her bir akış zamanı gereksinimleri günün saatleri ve haftanın günleri için akış zamanı diyagramlarının oluşturulması için kullanılır.

Hizmet Gereksinimlerinin Belirlenmesi: Bu verilerin toplanmasının ardından hat boyunca en fazla yolcunun bindiği noktalar belirlenir. Ulaşım biriminin hizmet sunma seviyesini temel alarak maksimum yolcu yükünün bulunduğu noktalarda gereksinim duyulan sefer sayısı tespit edilir. Bu hesap aynı zamanda maksimum yolcu yükünün bulunduğu noktalardaki hizmet ve tramvay kalkış sıklığının elde edilmesi sağlanır.

Sıklık Süresinin Belirlenmesi: Hat üzerinde daha önce belirlenen bir kontrol noktasından ilk seferin çizelge zamanı hesaplanır. Bunun ardından gelen seferlerin çizelge zamanı ise belirlenmiş tramvay kalkma sıklığı kullanılır. Bilinmekte olan akış zamanları kullanılarak duraklardaki çizelge zamanları belirlenir.

Araç Görevlendirmelerinin Geliştirilmesi: Bir araç bloğu, bir tramvayın yaptığı toplam sefer sayısıdır. Bununla birlikte tramvay görevlendirme, çizelgelenmiş tüm seferleri kapsamak için tramvay bloklarını oluşturur.

Operatör Görevlendirmelerinin Geliştirilmesi: Operatörler düz hatlarda ve özel hatlarda görevlendirilirler. Fakat bu görevlendirme işçinin kontratına bağlı olarak yapılır. Bu işlem genelde *run cutting* olarak adlandırılır ve nöbetin devir edileceği noktaların belirlenmesini, operatörlerin görevlendirilmesini ve her bir operatör için ödeme yapılan çalışma saatlerini kapsar.

Operatör Gereksinimlerinin Geliştirilmesi: *Run cutting* ile hafta içi ve hafta sonları için çizelgelenmiş operatör gereksinimleri hesaplanır. Bu değerlere göre eksik kapasite belirlenir. Toplam operatör gereksinimlerinin belirlenmesi için de fazla mesailerin hesaplanması gereklidir.

Bu kısımda hizmet gereksinimlerinin ve sıklık süresinin belirlenmesine çalışılacaktır. Trafik verilerinin ve akış sürelerinin belirlenmiş olduğu varsayımı yapılacaktır.

Raylı Sistem Müdürlüğünde çalışan tramvayların kalkış saatleri tamamen sezgisel olarak belirlenmiştir. Hareket memurlarının gözlemleri sonucu "Bir tramvaya ihtiyaç var" demesi ile tramvay verilmektedir. Oysa vatmanlar bütün

duraklardaki durumu tümüyle görememekteler ve belirtilen talep sağlıklı olmamaktadır. Bu nedenle talebin belirlenmesi için bir çalışma yapılmalıdır.

Belirlenmesi gereken ilk veri tramvayın sıklık süresinin tayinidir. Sıklık süresinin gerektiğinden fazla uzun tayin edilmesi, tramvay son duraktaki yolcuların alınmaması anlamına gelir. Sıklık süresi kısa tutulursa o zamanda tramvay boş gidecektir. Bu da tramvayın veriminin düşmesine sebep olacaktır. Tramvayların her duraktaki yolcuları almaları ve tramvayın belli bir kapasitede gitmesini sağladığımızda bu problem ortadan kalkacaktır.

Tramvayın Kapasitesi: Oturan yolcu sayısı 82, ayakta giden yolcu sayısı 268 olmak üzere toplam 350'dir. Bu kapasite toplam kapasitedir. Kapasitenin tam sınırdaki kullanılması yolculuk açısından olumsuz olacağından kullanılabilir kapasitenin tayin edilmesi gerekmektedir. Trafiğin yoğunluğuna göre kullanılabilir kapasite aşağıdaki Tablo 5.1'deki gibi olacaktır. Mevcut sistemde olması gereken bu oranlara dikkat edilmemektedir.

Tablo 5.1: Kullanılabilir tramvay kapasiteleri

Tramvay		Toplam
Oturan yolcu kapasitesi	82	82
Ayaktaki yolcu kapasitesi	268	268
Yoğun zamanda kullanılabilir kapasite	$82 + 268 \times 2/3$	260
Yoğun olmayan zamanda kullanılabilir kapasite	$82 + 268 \times 1/3$	171

5.1. Konya Hafif Raylı Sistemi Hakkında Alınan Bilgiler

İlk olarak 1992 yılında faaliyete geçen raylı sistem için ilk etapta 16 adet tramvay alınmıştır. 1995 yılında Zafer-Cumhuriyet-Kampüs arası seferler başladığında, ulaşım faaliyetlerini kolaylaştırmak, insanları gidecekleri yerlere daha çabuk ulaştırmak amacıyla 25 tramvay daha alınmıştır. Bunun sonucunda tramvay sayısı 41'e yükselmiştir. 1999 yılında halen faaliyette olan 41 tramvay mevcuttur.

Mevcut hatların uzunluğu şöyledir:

Alaattin-Cumhuriyet arası 23 km(-ki bu hatlarında 16798 m oluklu olmak üzere 23873 metre ray ve 23873 metre havai raydır.)

Alaattin-Üniversite arası 38 km'dir.

Şu an Raylı Sistem İşletmesi bünyesinde:

Atölyede; bekçiler ve yan hizmetliler dahil 70 kişi; 102 vatman 17 temizlikçi ve 13 turnikeci olmak üzere toplam 209 kişi çalışmaktadır. İşletme bünyesinde 6 mühendis (2 Elektrik Mühendisi, 2 Makine Mühendisi, 1 İnşaat Mühendisi ve 1 Endüstri Mühendisi) çalışmaktadır.

Vatmanlar iki vardiyada çalışıyorlar. Çalışma süresi, 1 saat yemek molası, 7:30 saatte faal çalışma olmak üzere toplam 8:30 saattir.

Tramvayların kış dönemine ait haftalık sefer sayısı Tablo 5.2'de verilmiştir.

Tablo 5.2: Haftalık tramvay sefer sayısı

	Cumhuriyet	Kampüs	Toplam
Hafta içi sefer sayısı	109	183	292
Cumartesi sefer sayısı	183	94	277
Pazar sefer sayısı	112	89	201

17 durak Cumhuriyet-Alaattin arasında olmak üzere; toplam 29 durak mevcuttur.

Raylı sistemde duraklar ve aralarındaki mesafeler:

Kampüs(2)-Kampüs(1)	: 604,571 m
Kampüs(1)-Bosna Hersek	: 530,000 m
Bosna Hersek-Köprü	: 769,000 m
Köprü-Buzlukbaşı	: 826,000 m
Buzlukbaşı-Okul	: 675,000 m
Okul-Sancak	: 815,000 m
Sancak-Su Deposu	: 590,000 m
Su Deposu-Yazır	: 560,000 m
Yazır-MTA	: 1373,000 m
MTA-Türmak Lisesi	} :
Türmak Lisesi-Medaş	
Medaş-Cumhuriyet	: 579,000 m
Cumhuriyet-Erenkaya	: 433,382 m
Erenkaya-Karakol	: 400,567 m
Karakol-Köy Hizmetleri	: 497,600 m

Köy Hiz.-Selçuklu Belediyesi	: 754,480 m
Selçuklu Belediyesi-Teknik Lise	: 524,810 m
Teknik Lise-Sakarya	: 656,050 m
Sakarya-Şehitler Cami	: 610,750 m
Şehitler Cami-Aydınlık	: 732,000 m
Aydınlık-Sanayi	: 1170,199 m
Sanayi-Kunduracılar	: 811,245 m
Kunduracılar-Otogar	: 927,377 m
Otogar-Silleyolu	: 735,690 m
Silleyolu-Belediye	: 595,026 m
Belediye-Fuar	: 482,540 m
Fuar-Zafer	: 532,000 m
Zafer-Alaattin	: 541,050 m
Alaattin-Fuar	: 318,710 m
TOPLAM	=19173,047 m.

5.2. Raylı Sistem İçin Simülasyon Uygulaması

5.2.1. Yapılan Çalışmanın Özeti

Bu bölümde raylı sistemde tramvay hareketleri arasındaki kalkış süresinin bulunması için simülasyon çalışması yapılmış ve çıkan sonuçlara göre yeni bir tramvay tarifesi oluşturulmuştur.

İlk yapılan işlem uygun durakların seçimidir. Sonra bu duraklar 3'er gün gözlemlenerek sonuçlar kaydedilmiştir. 3'er gün gözlemlenmesinin sebebi; hafta içi oluşan yolcu dağılımlarının aynı olduğu varsayılmış ve herhangi bir günde gözlem yapılmıştır. Kalan 2'şer günlük gözlemler ise Cumartesi ve Pazar günleri yapılmıştır. Daha sonra duraklar arası mesafeyi tramvayın ne kadar sürede aldığı kaydedilmiştir. Gözlem sonuçları Siman programında test edilmiş ve sonuçların hangi dağılıma uyduğu belirlenmiştir. Bulunan sonuçlar simülasyon programında veri olarak

kullanılmıştır. Simülasyonun otomatik olarak çalıştırılması için Microsoft Excel programında macrolar yazılmıştır.

Daha sonra oluşturulan program dakika bazında çalıştırılarak iki tramvay arasındaki kalkış süresi bulunmuş ve bu sonuçlara göre yeni bir tramvay tarifesi çizelgelenmiştir.

5.2.2. Seçilen Duraklar ve Seçim Nedenleri

Raylı sistem 2 tramvay hattından oluşmaktadır. 1 numara ile tanımlanan hat Cumhuriyet-Alaattin, 2 Numara ile tanımlanan Kampüs-Alaattin hattıdır. Biz çalışmamızda Cumhuriyet-Alaattin hattını seçtik. Bu hattaki durakların adları ve aralarındaki mesafeler aşağıdaki Tablo 5.3’de gösterilmiştir.

Tablo 5.3: Cumhuriyet-Alaattin hattındaki durakların adları ve aralarındaki mesafeler

Cumhuriyet ^a	Cumhuriyet-Erenkaya	433,382 m
Erenkaya ^{*o}	Erenkaya-Karakol	400,567 m
Karakol ^a	Karakol-Köy Hizmetleri	497,600 m
Köy Hizmetleri ^a	Köy Hizmetleri-Selçuklu Belediyesi	754,480 m
Selçuklu Belediyesi ^a	Selçuklu Belediyesi-Teknik Lise	524,810 m
Teknik Lise ^o	Teknik Lise-Sakarya	656,050 m
Sakarya ^a	Sakarya-Şehitler Camii	610,750 m
Şehitler Camii ^a	Şehitler Camii-Aydınlık	732,000 m
Aydınlık ^{*a}	Aydınlık-Sanayi	1170,199 m
Sanayi ^{*o}	Sanayi-Kunduracılar	811,245 m
Kunduracılar ^o	Kunduracılar-Otogar	927,377 m
Otogar ^{*ç}	Otogar-Silleyolu	735,690 m
Silleyolu ^a	Silleyolu-Belediye	595,026 m
Belediye ^{*a}	Belediye-Fuar	482,540 m
Fuar ^a	Fuar-Zafer	532,000 m
Zafer ^{*ç}	Zafer-Alaattin	541,050 m
Alaattin ^ç	Alaattin-Fuar	318,710 m
	TOPLAM	19173,047 m
*: Çalışmada kullanılan duraklar		
^a : Az yoğun		
^o : Orta derecede yoğun		
^ç : Çok yoğun		

Tablo 5.3’de 17 tane durak tanımlandı. Tanımlanan 17 duraktan 6 tanesi simülasyon modelinde kullanıldı. Kalan diğer duraklar ise aşağıda belirtilen yoğunluk sınıflarından biriyle tanımlanarak, modelde kullanılan duraklardan birine benzetildi. Böylece kurulan modelde, Cumhuriyet-Alaattin arasında 6 durak olduğu varsayımı yapılmıştır. Bu varsayımın yapılmasının nedeni modelin boyutunu küçültmektir. Bu çalışmada seçilen raylı sistem duraklarının adları şunlardır: Erenkaya-Aydınlık-Sanayi-Otogar-Belediye-Zafer.

Seçim kriteri olarak Raylı Sistem Müdürlüğü’nün görüşleri doğrultusunda ve gözlemlenen verilerin test edilmesi sonucunda 3 yoğunluk sınıfı belirlenmiştir. Bunlar:

- 1- Az Yoğun
- 2- Orta Derecede Yoğun
- 3- Çok Yoğun

Bu durakların seçim nedenleri ise aşağıdaki gibidir:

ERENKAYA: Bu durağa yakın bir çok sanayi kuruluşu bulunmaktadır. Burada çalışan işçilerden bir kısmı tramvayları tercih etmektedirler. Durağa yakın yüksek binalar, ayrıca mahalleler arası tramvay hattı otobüsleriyle taşınan kişiler de düşünülürse durağın orta derecede yoğunluklu durakların karakteristiklerini taşıdığı gözlemlenmiştir.

AYDINLIK: Bu durak incelendiğinde durak yakınında bir kamu kuruluşu veya iş merkezi olmayışından, mahalle genelinde nüfusun fazla yoğun olmayışından dolayı çok az yoğun olduğu gözlenmiştir. Yoğunluğu az olan durakların karakteristik özelliklerini taşıdığına kanaat getirilen bu durak inceleme kapsamına alınmıştır.

SANAYİ: Bu durak tıpkı Erenkaya durağında olduğu gibi çevresi yüksek binalarla kaplı, Özalkent gibi otobüslerin çok yolcu indirildiği bir durağa yakın, yakınında bulunan bir çok okul ve yurtlardan dolayı orta dereceli yoğunluğa sahip bir duraktır. Erenkaya durağı için geçerli olan kriterlerin tümü bu durak içinde geçerlidir.

OTOGAR: Bu durak çevresinde yer alan bankalar, yüksek binalar ve en önemlisi otobüs terminaline yakınlığı nedeniyle çok yoğun olan 2-3 duraktan birisidir. Ayrıca otogar durağına yakın olan Adese süpermarketi de durağın çok yoğun olmasına etki etmektedir.

BELEDİYE: Bu durak ile Zafer arası mesafe kısa olduğundan ve gelen tramvayların çoğunun dolu olmasından dolayı yolcular tarafından az rağbet edilen bu nedenle de yoğunluğu az olan duraklardandır.

ZAFER: Şehrin merkezinde olmasından dolayı son derece yolcu yoğunluğu fazla olan duraklardandır. Bir çok iş merkezi ve mağazaların bulunması şehrin bir çok semtine yakın yerlerden tramvayların geçmesi yoğunluğun yüksek olmasına neden olmaktadır.

Görüldüğü üzere 6 adet durak seçilmiştir. Bu durakları yoğunluk açısından incelediğimizde 2 durak çok yoğun (Otogar-Zafer), 2 durak daha az yoğun (Erenkaya-Sanayi), 2 durağın ise yoğun olmadığı (Aydınlık-Belediye) gözlenmiştir. Gözlemler Cumhuriyet-Alaattin durakları boyunca hareket eden bir tramvaya binmek için gelen yolculara göre alınmıştır. Bunun sebebi sistemin başlangıç noktasının Cumhuriyet durağının olmasıdır. Zafer durağına gelen bir tramvay seferini tamamlamak amacıyla yolcuları alıp beklemeden Cumhuriyet durağına doğru hareket etmek zorundadır. Aksi halde sistem hareketleri aksar.

Yolcu gelişleri yılın yaz ve kış döneminde ve günün belli saatlerinde değişmektedir. Bu değişme yolcu yoğunluğu ile orantılıdır. Kış dönemin, okulların açık olması ve izinlerin kullanılmaması nedeniyle daha yoğundur.

Haftanın günleri de yolcu yoğunluğuna göre belli periyotlara ayrılmıştır.

Bu periyotlar ise aşağıda verilmiştir:

- 1- 06:00-07:00
- 2- 07:00-08:30
- 3- 08:30-16:00
- 4- 16:00-18:00
- 5- 18:00-24:00

5.2.3. Modelin Girdileri

Modelde kullanılan değişkenler: Duraklara birim zamanda gelen yolcu sayısı ve tramvayın 2 durak arasında geçirdiği zamandır.

Her bir durağa ait 3'er günlük gözlemler ve duraklar arası gidiş süreleri için elde edilen veriler EK-1'de Gözlemler kısmında verilmiştir. Veriler hafta içi

herhangi bir gün, Cumartesi ve Pazar günleri, saat 06:00-24:00 arası gerçekleştirilmiştir. Veriler toplanırken, kalkan tramvaydan sonra diğer tramvay gelinceye kadar durağa gelen yolcular sayılmış, tramvayın durağa geliş-kalkış süresi ve dakikada gelen yolcu sayısı hesaplanmıştır.

Toplanan veriler Siman programında test edilmiştir. Bu testin sonucunda duraklara yolcu gelişleri *Exponential* (Üstel) dağılım ve 2 durak arasındaki geçen zaman ise normal dağılım ile tanımlanmıştır. 2 durak arasında geçen zamanın normal dağılıma göre ortalama ve standart sapması Tablo 5.4'de ve Üstel dağılıma göre dakikada yolcu gelişlerinin ortalaması Tablo 5.5'de verilmiştir:

Tablo 5.4: 2 durak arasında geçen zamanın normal dağılıma göre ortalama ve standart sapması

	Erenkaya- Aydınlık	Aydınlık- Sanayi	Sanayi- Otogar	Otogar- Belediye	Belediye- Zafer
Ortalama	13.100	3.100	5.130	4.280	3.160
S. Sapma	0.222	0.246	0.251	0.224	0.313

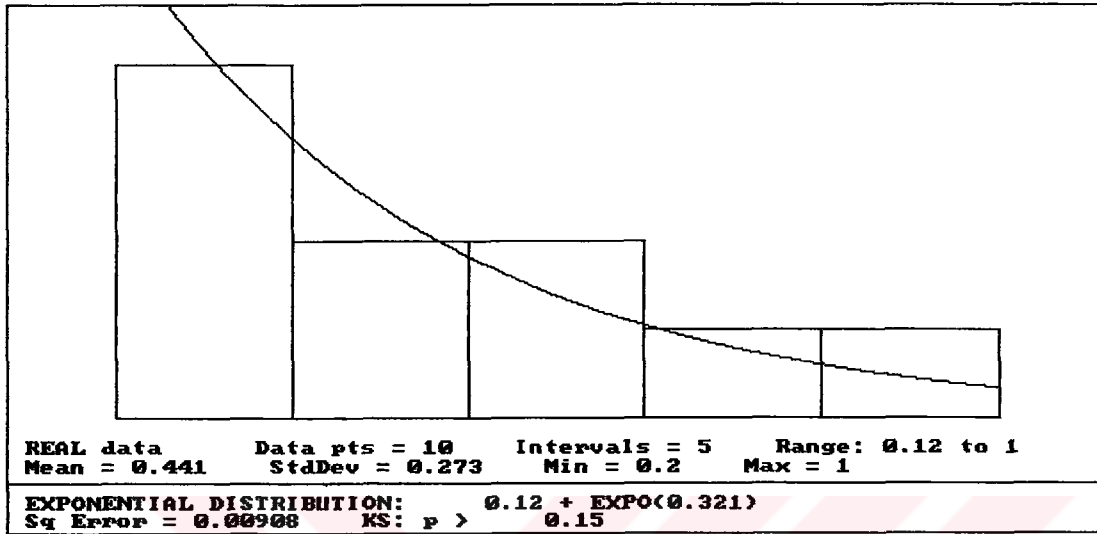
Tablo 5.5: Haftalık duraklara gelen yolcuların üstel dağılıma göre ortalaması

	Periyotlar	Erenkaya	Aydınlık	Sanayi	Otogar	Belediye	Zafer
HAFTA İÇİ	06:00-07:00	0.441	0.913	0.725	2.700	0.665	3.600
	07:00-08:30	8.640	3.380	7.020	13.30	1.150	18.30
	08:30-16:00	2.400	1.070	4.510	6.430	2.450	12.10
	16:00-18:00	4.970	4.450	7.970	2.760	1.240	26.30
	16:00-24:00	1.320	0.198	1.350	3.860	0.126	3.050
C.ERTESİ	06:00-07:00	0.195	0.582	0.132	1.260	0.341	2.150
	07:00-08:30	3.520	2.470	3.740	6.560	1.210	15.50
	08:30-16:00	2.180	1.180	2.680	2.430	1.820	8.070
	16:00-18:00	2.700	1.510	3.680	2.290	1.260	10.700
	16:00-24:00	0.986	0.759	0.952	1.910	0.186	1.660
PAZAR	06:00-07:00	0.122	0.100	0.177	0.591	0.067	0.756
	07:00-08:30	1.210	1.000	1.110	3.430	0.893	5.840
	08:30-16:00	1.740	2.050	2.110	3.280	1.260	6.480
	16:00-18:00	2.260	1.850	3.200	5.240	2.420	8.560
	16:00-24:00	0.855	0.742	1.150	1.610	0.872	1.290

Erenkaya Durağı Pazartesi Günü Gözlemleri Sonucu Elde Edilen Dağılımlar:

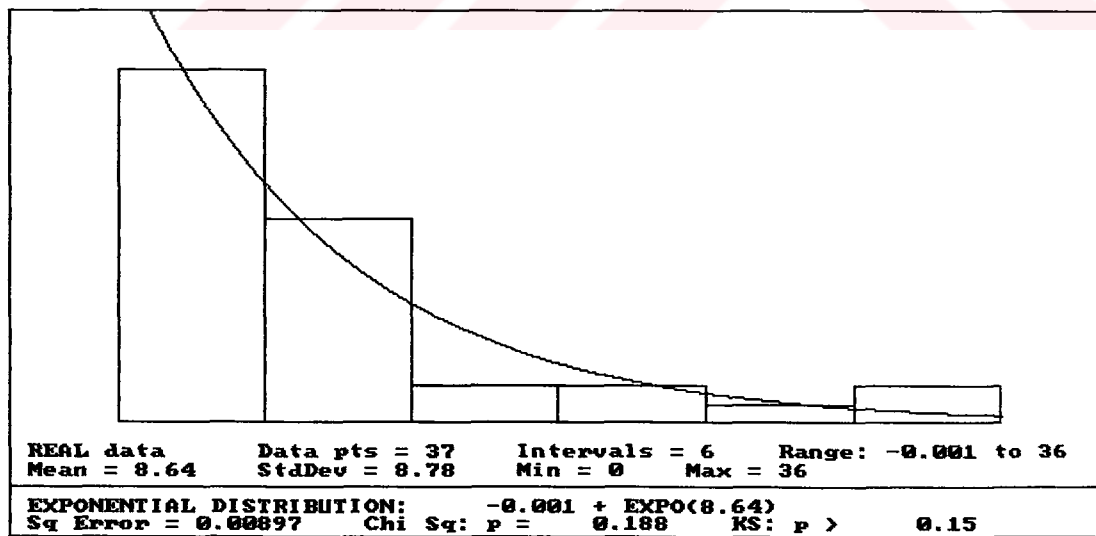
Gözlem Günü: Pazartesi 06:00-07:00 arası

Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



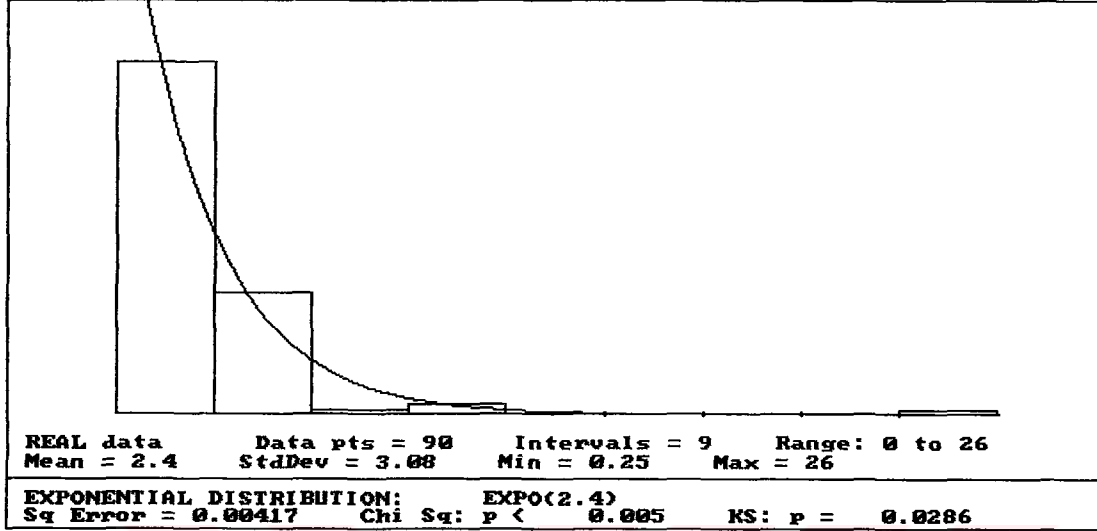
Gözlem Günü: Pazartesi 07:00-08:30 arası

Erenkaya: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



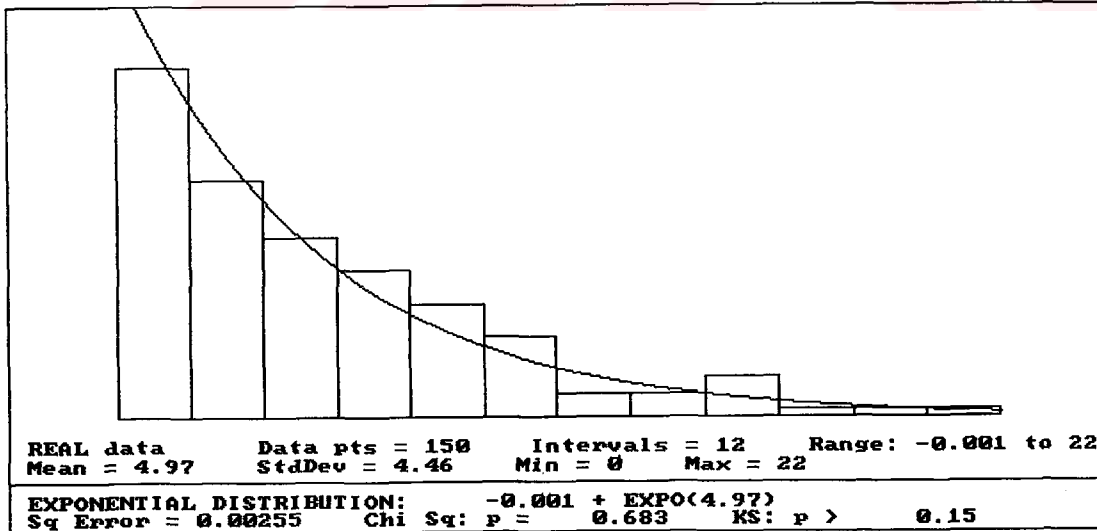
Gözlem Günü: Pazartesi 08:30-16:00 arası

Erenkaya: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



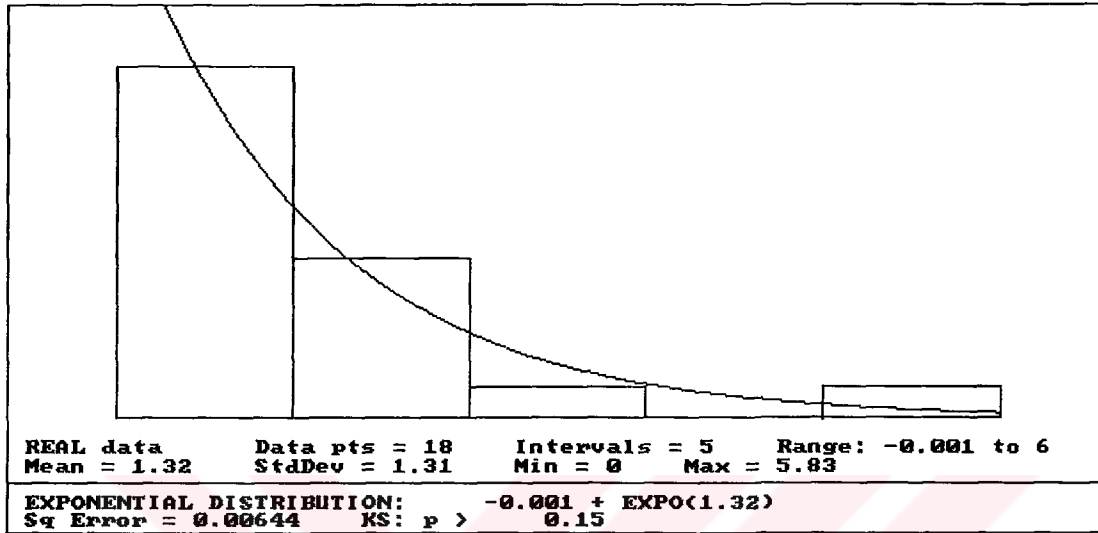
Gözlem Günü: Pazartesi 16:00-18:00 arası

Erenkaya: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Gözlem Günü: Pazartesi 18:00-24:00 arası

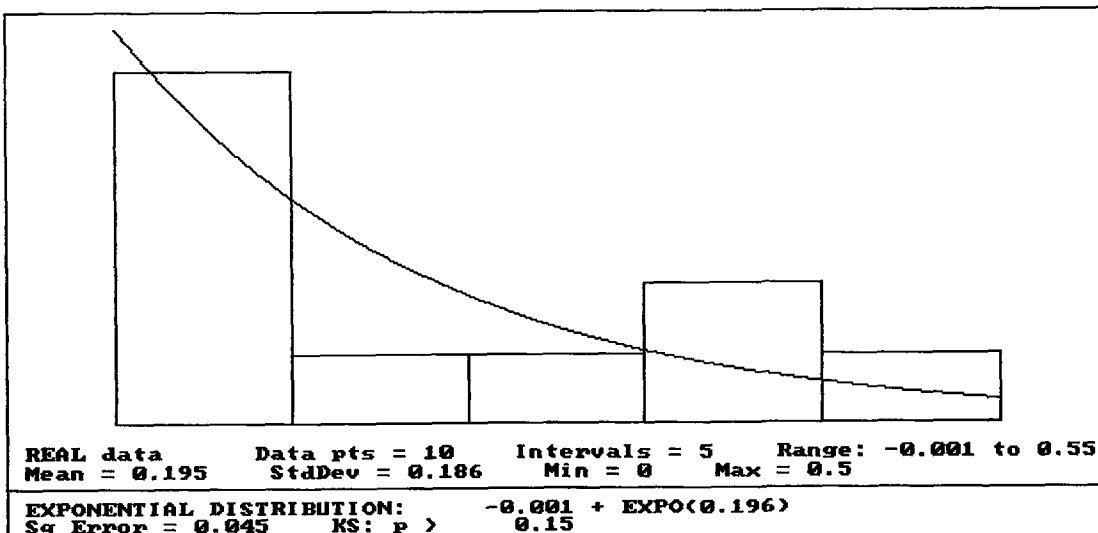
Erenkaya: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Erenkaya Durağı Cumartesi Gözlemleri Sonucu Elde Edilen Dağılımlar:

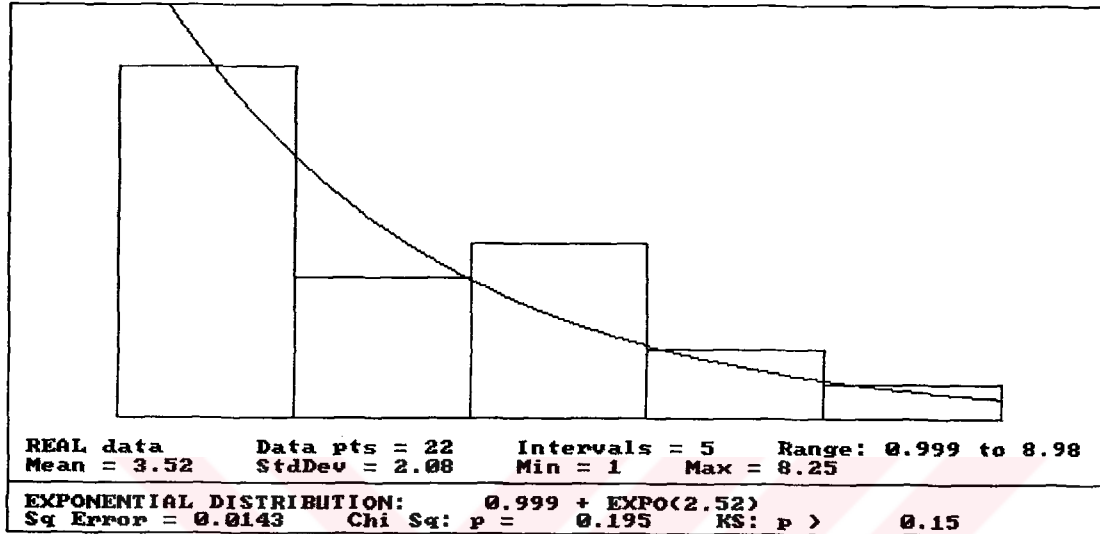
Gözlem Günü: Cumartesi 06:00-07:00 arası

, Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



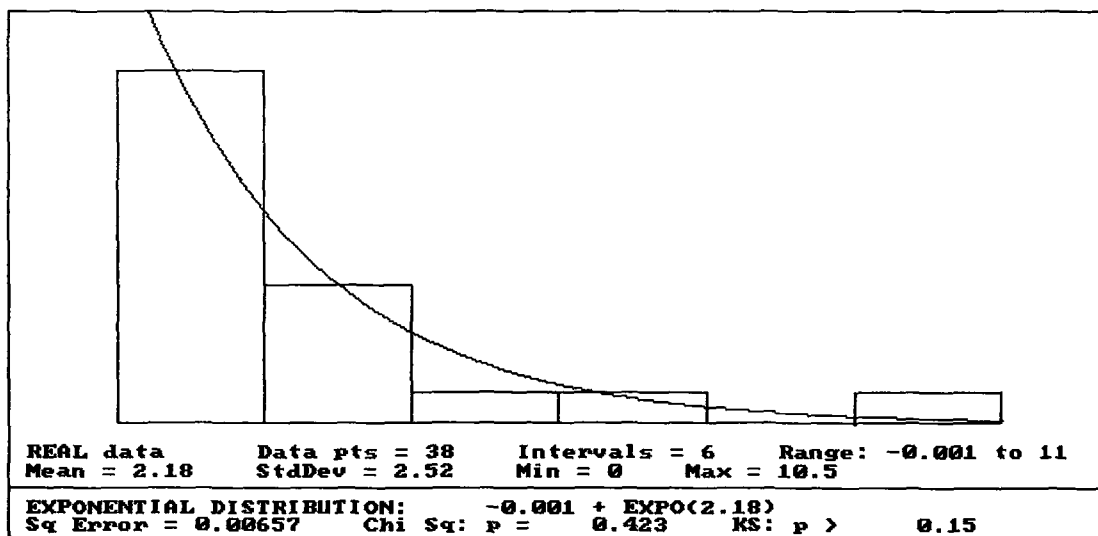
Gözlem Günü: Cumartesi 07:00-08:30 arası

Erenkaya: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



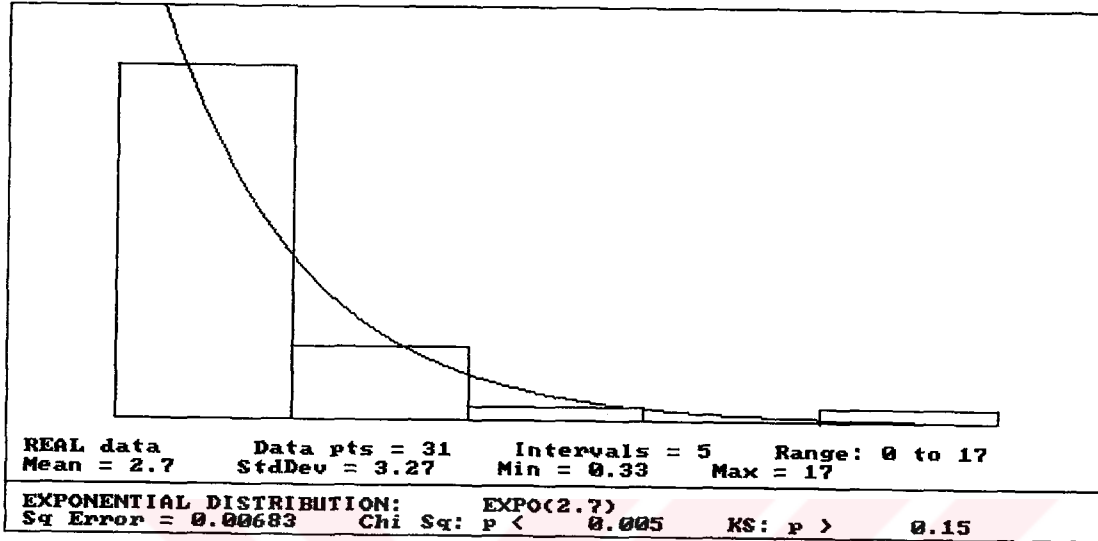
Gözlem Günü: Cumartesi 08:30-16:00 arası

Erenkaya: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



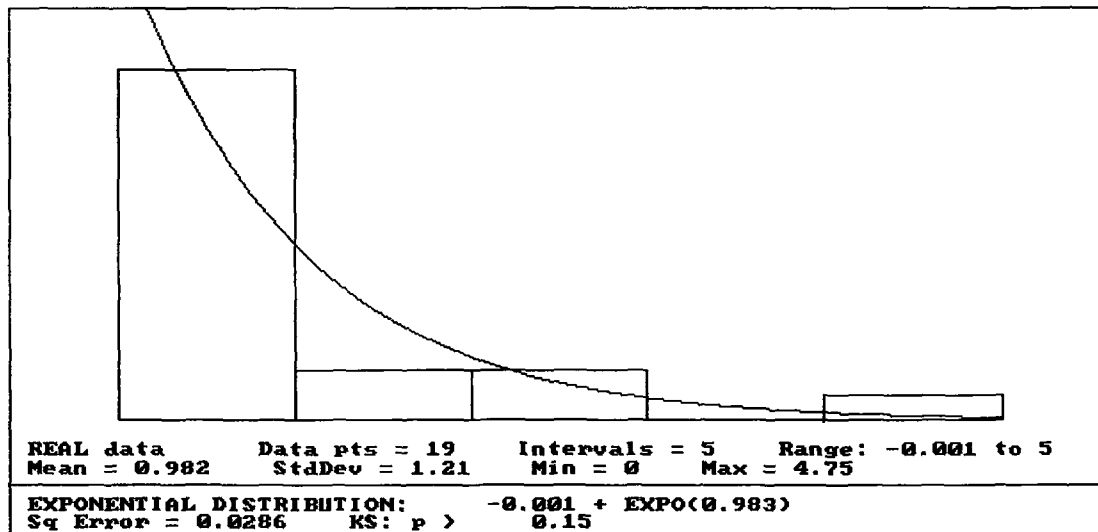
Gözlem Günü: Cumartesi 16:00-18:00 arası

Erenkaya: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Gözlem Günü: Cumartesi 18:00-24:00 arası

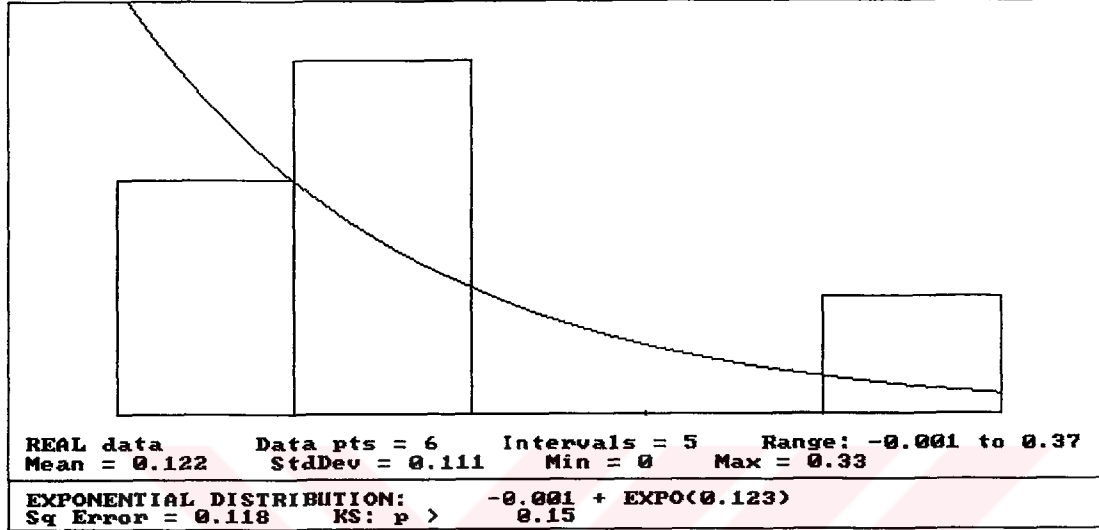
Erenkaya: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Erenkaya Durağı Pazar Gözlemleri Sonucu Elde Edilen Dağılımlar:

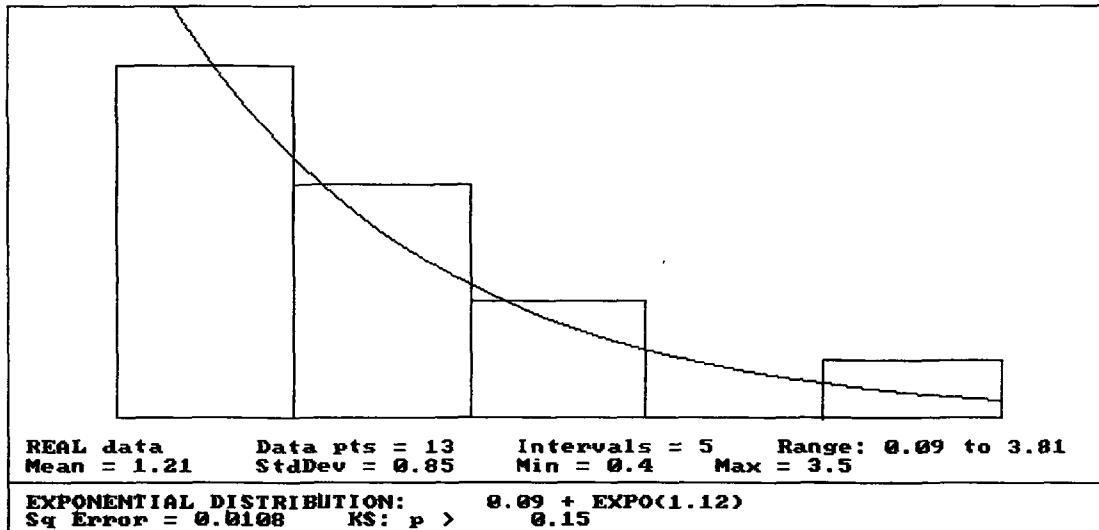
Gözlem Günü: Pazar 06:00-07:00 arası

Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



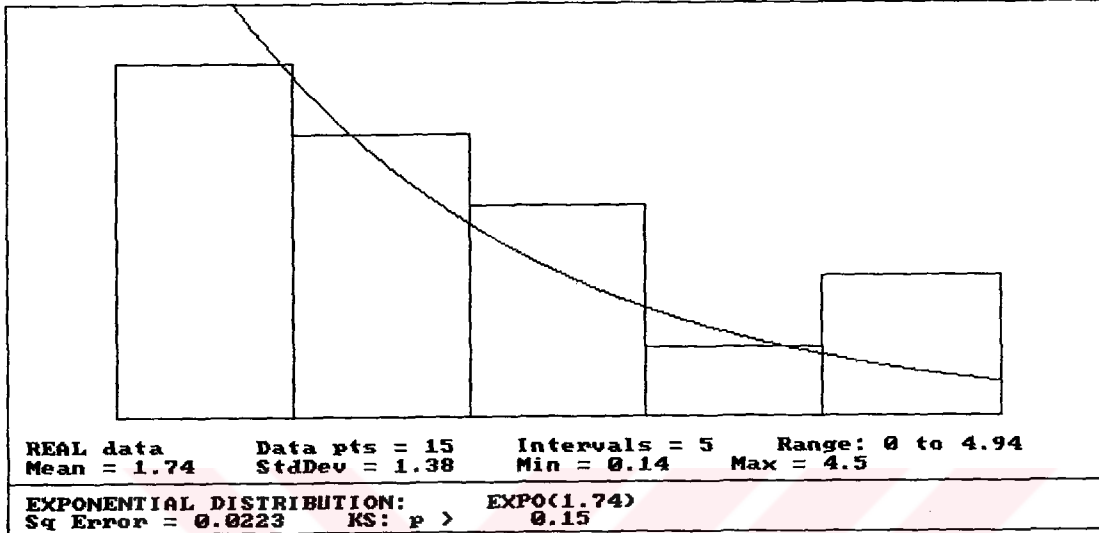
Gözlem Günü: Pazar 07:00-08:30 arası

Erenkaya: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



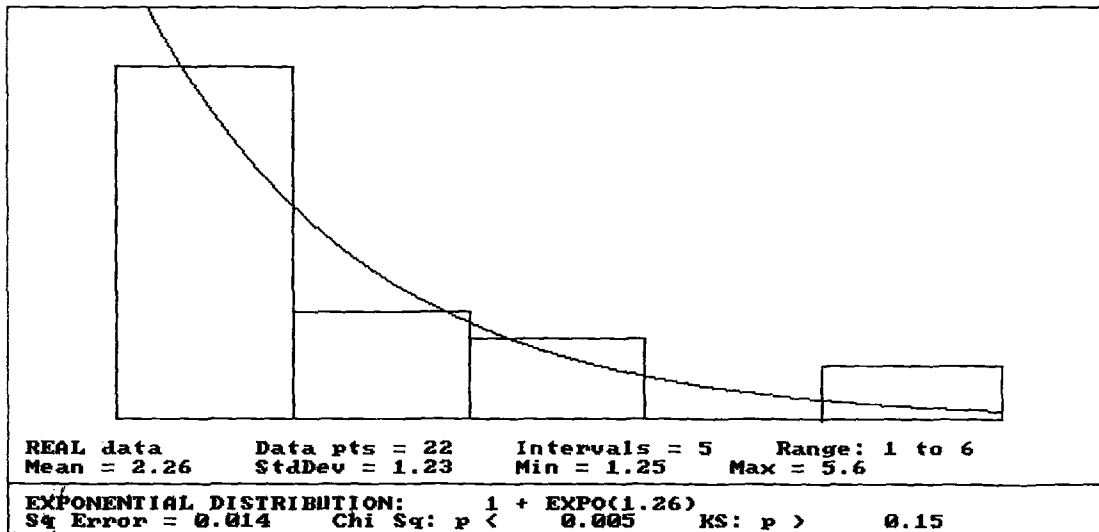
Gözlem Günü: Pazar 08:30-16:00 arası

Erenkaya: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



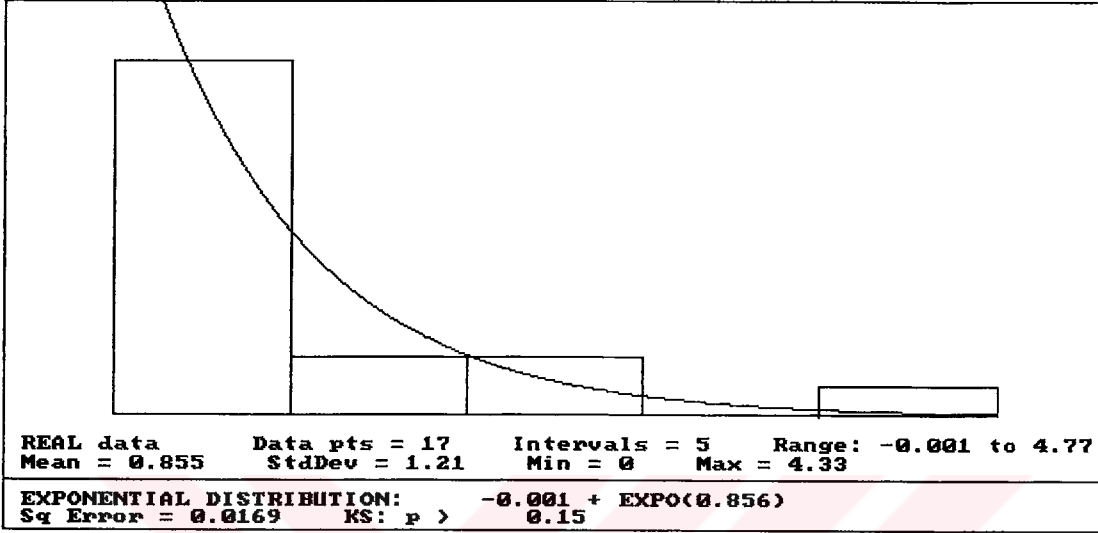
Gözlem Günü: Pazar 16:00-18:00 arası

Erenkaya: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Gözlem Günü: Pazar 18:00-24:00 arası

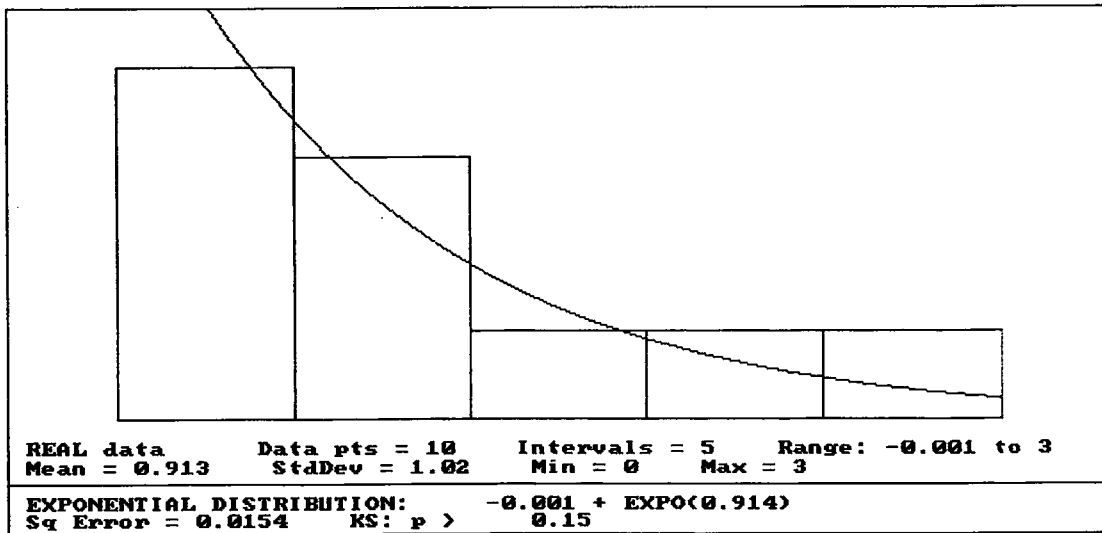
Erenkaya: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Aydınlık Durağı Salı Günü Gözlemleri Sonucu Elde Edilen Dağılımlar:

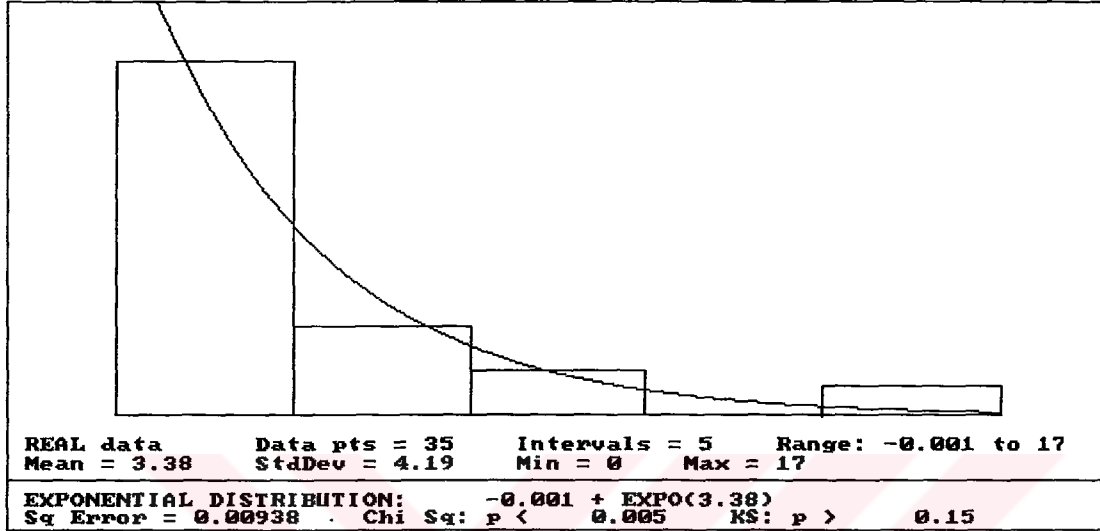
Gözlem Günü: Salı 06:00-07:00 arası

Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



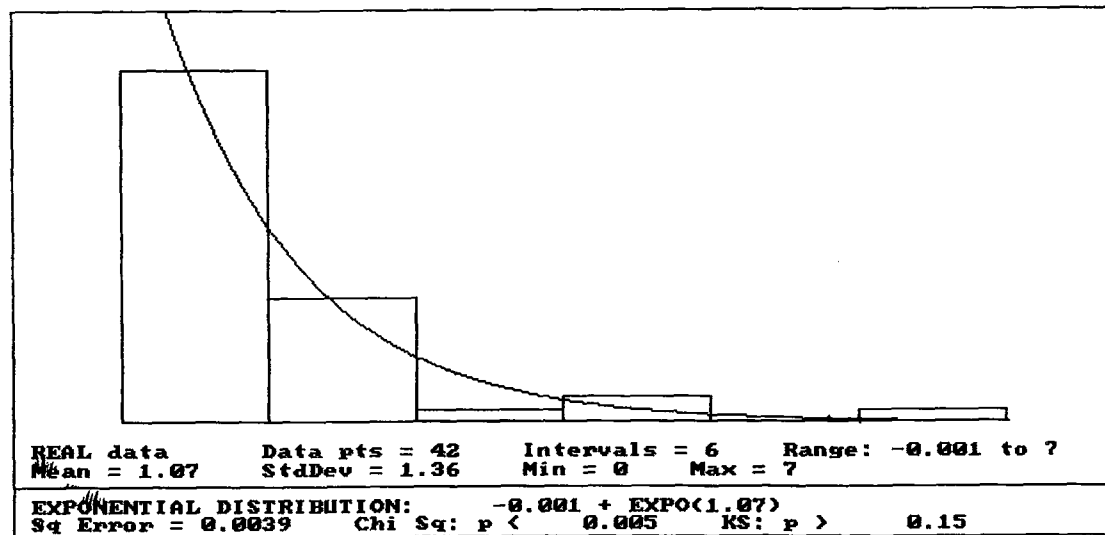
Gözlem Günü: Salı 07:00-08:30 arası

Aydınlık: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



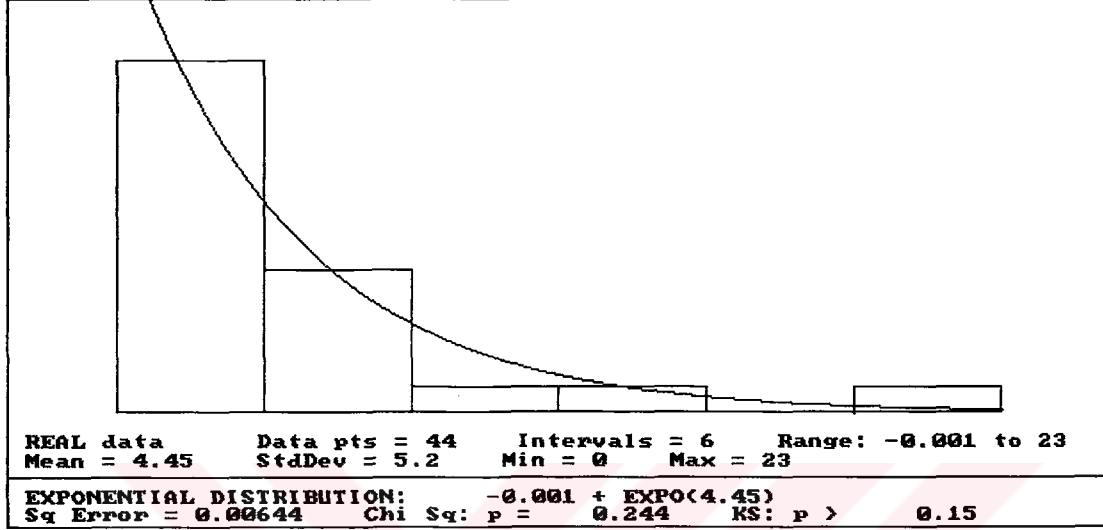
Gözlem Günü: Salı 08:30-16:00 arası

Aydınlık: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



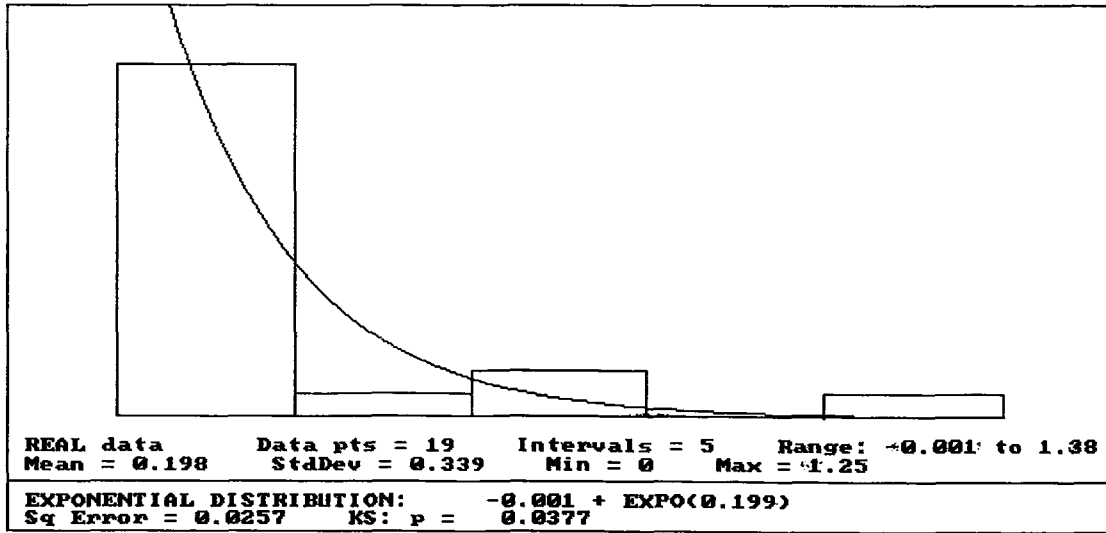
Gözlem Günü: Salı 16:00-18:00 arası

Aydınlık: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Gözlem Günü: Salı 18:00-24:00 arası

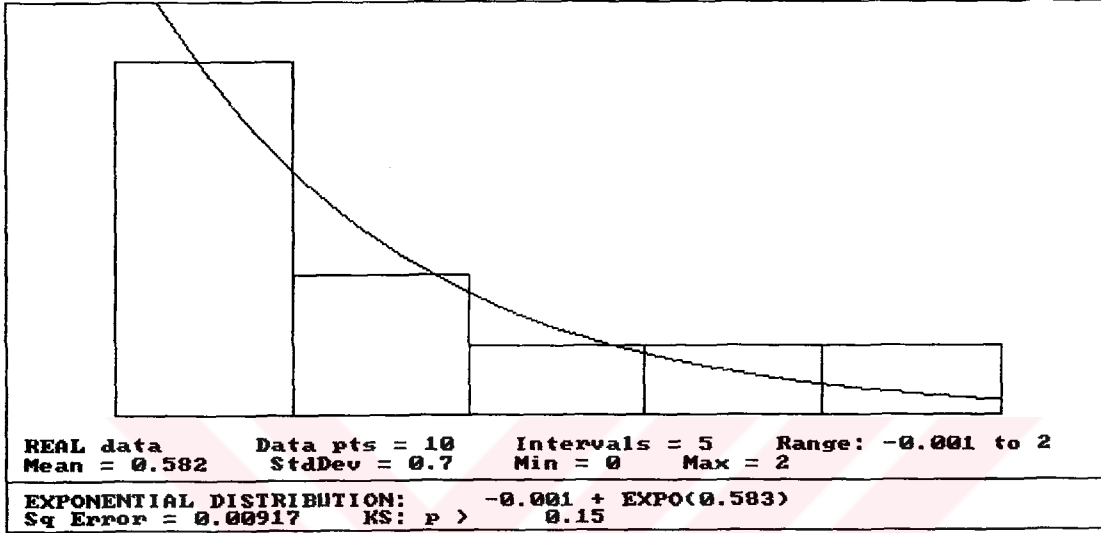
Aydınlık: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Aydınlık Durağı Cumartesi Gözlemleri Sonucu Elde Edilen Dağılımlar:

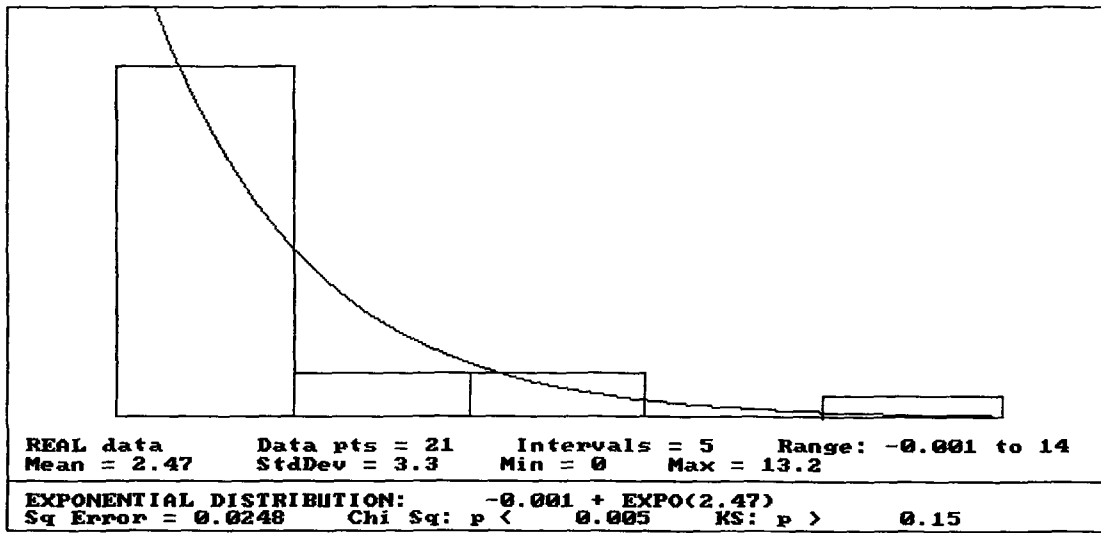
Gözlem Günü: Cumartesi 06:00-07:00 arası

Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



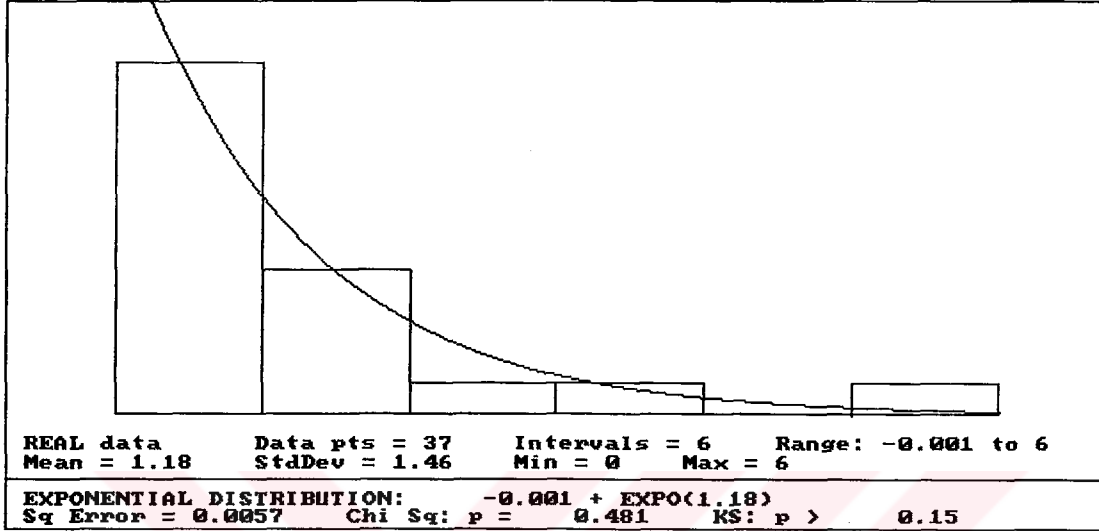
Gözlem Günü: Cumartesi 07:00-08:30 arası

Aydınlık: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



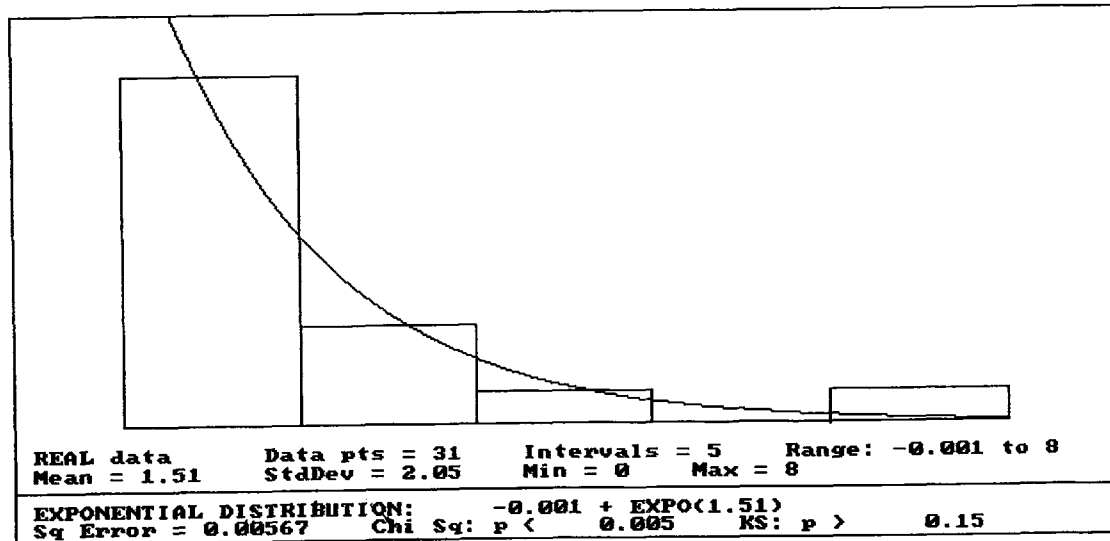
Gözlem Günü: Cumartesi 08:30-16:00 arası

Aydınlık: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



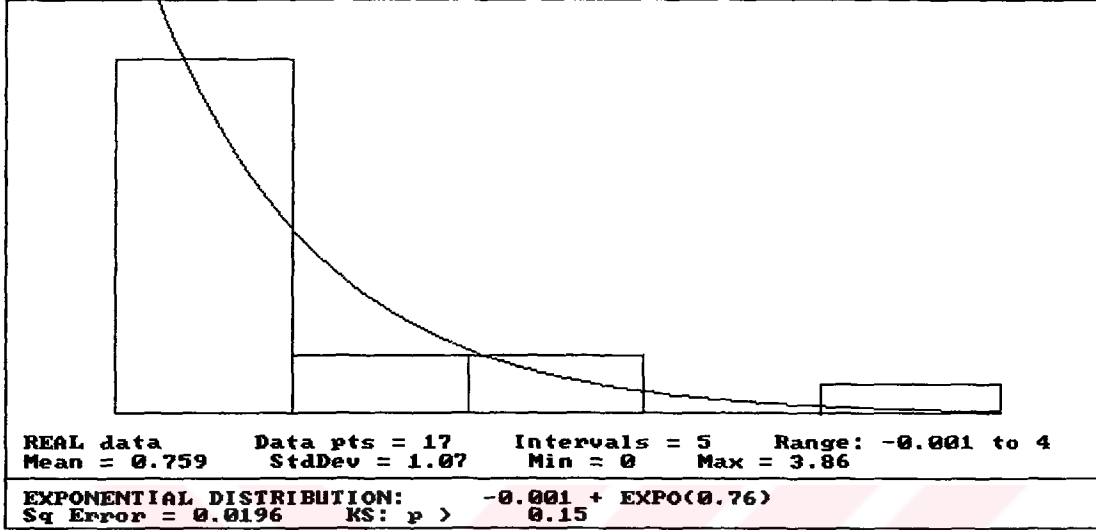
Gözlem Günü: Cumartesi 16:00-18:00 arası

Aydınlık: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Gözlem Günü: Cumartesi 18:00-24:00 arası

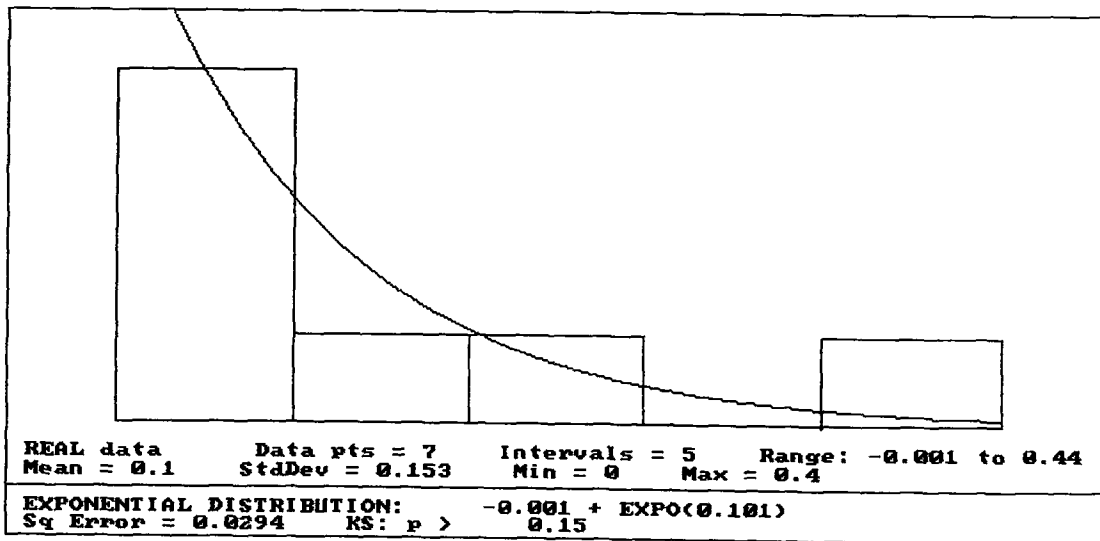
Aydınlık: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Aydınlık Durağı Pazar Gözlemleri Sonucu Elde Edilen Dağılımlar:

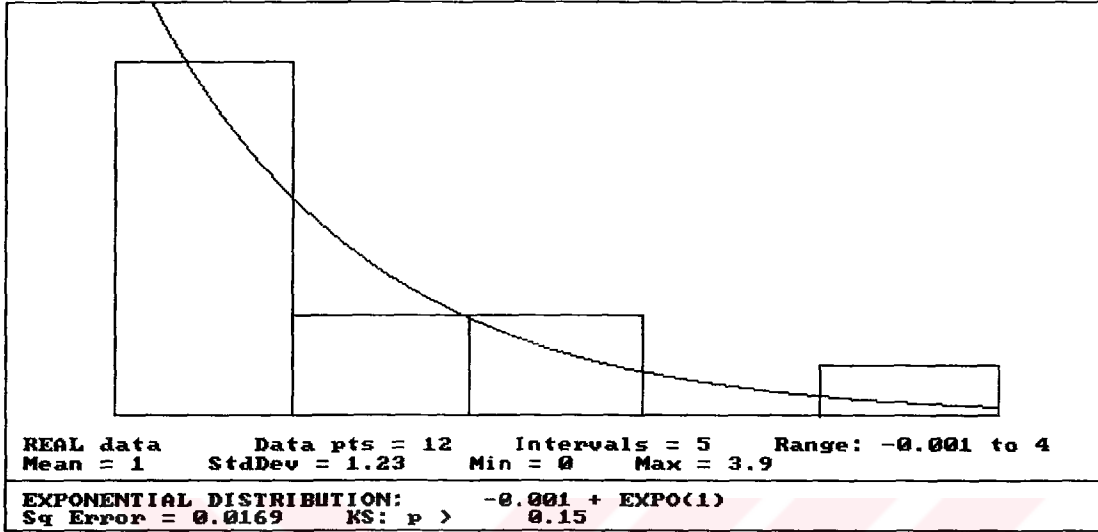
Gözlem Günü: Pazar 06:00-07:00 arası

Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



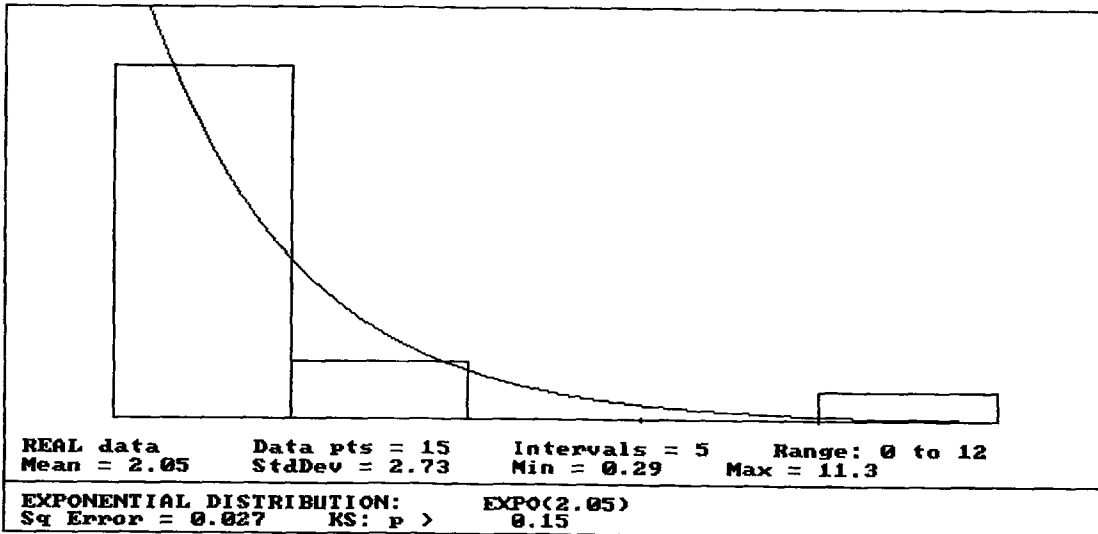
Gözlem Günü: Pazar 07:00-08:30 arası

Aydınlık: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



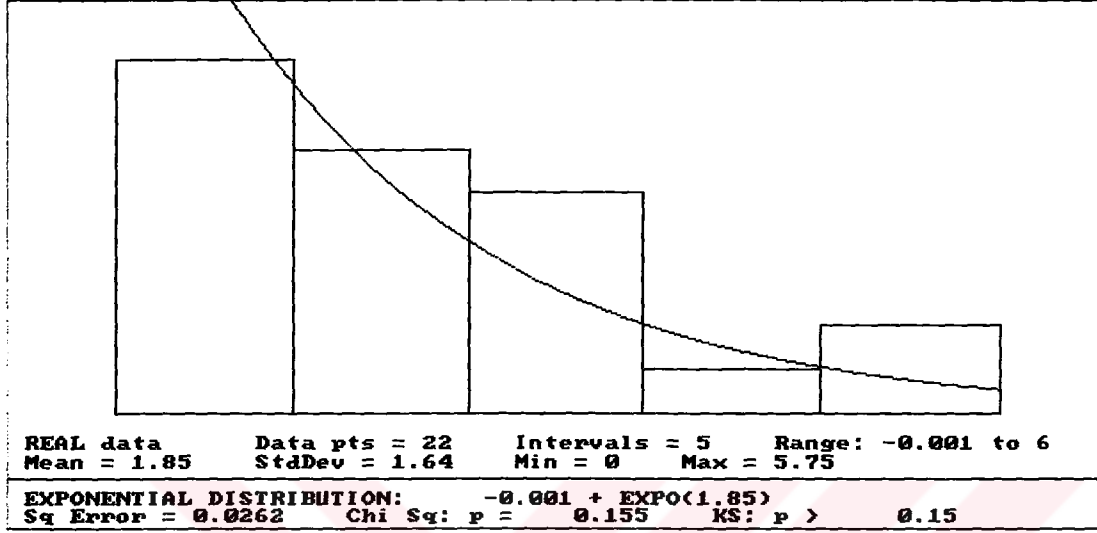
Gözlem Günü: Pazar 08:30-16:00 arası

Aydınlık: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



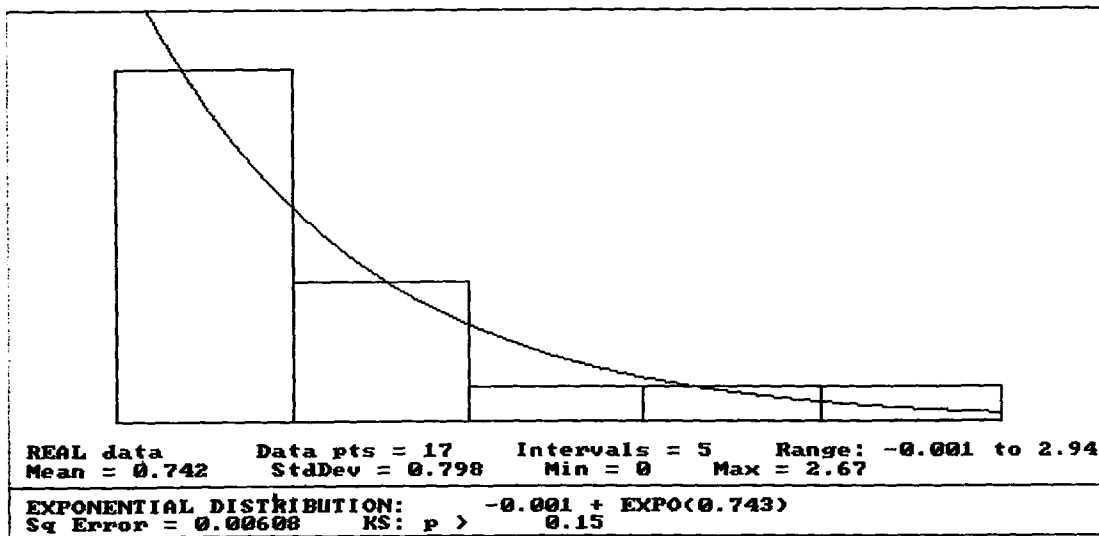
Gözlem Günü: Pazar 16:00-18:00 arası

Aydınlık: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Gözlem Günü: Pazar 18:00-24:00 arası

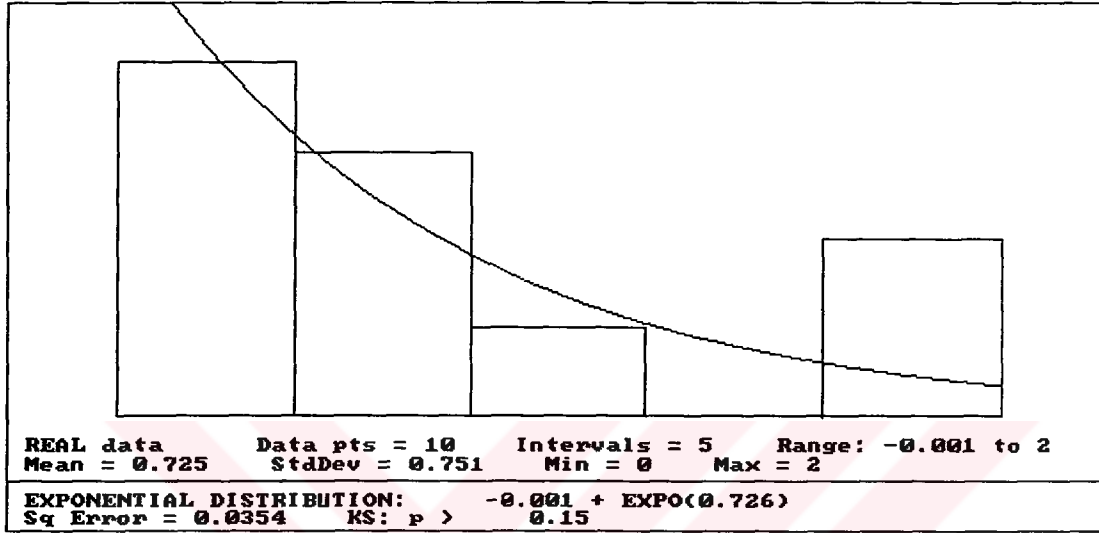
Aydınlık: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Sanayi Durağı Çarşamba Günü Gözlemleri Sonucu Elde Edilen Dağılımlar:

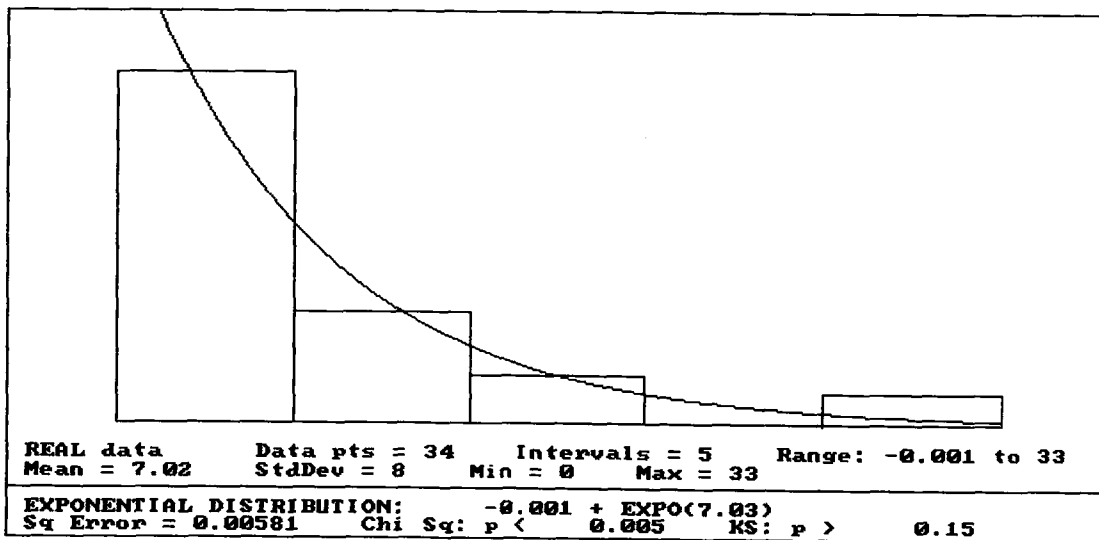
Gözlem Günü: Çarşamba 06:00-07:00 arası

Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



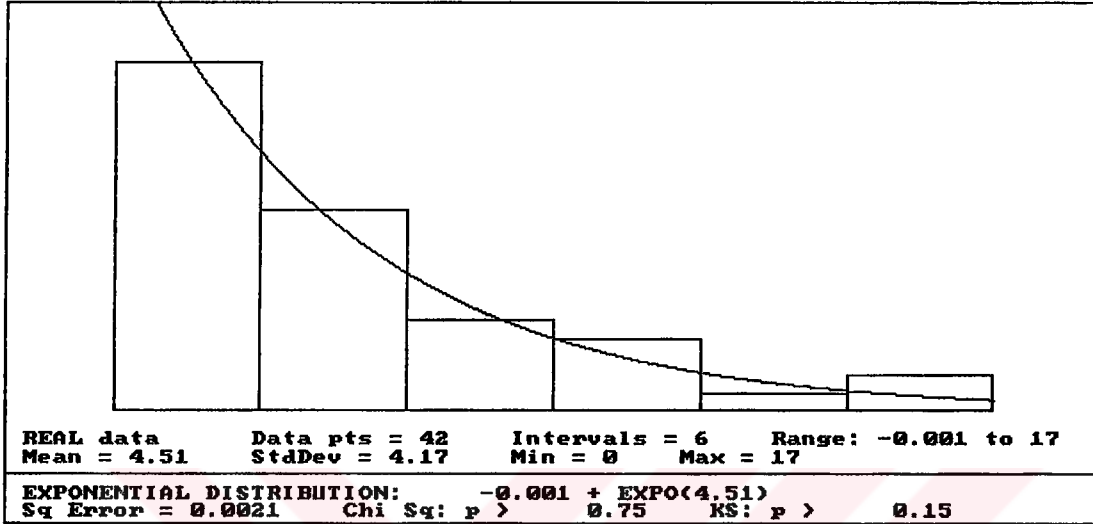
Gözlem Günü: Çarşamba 07:00-08:30 arası

Sanayi: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



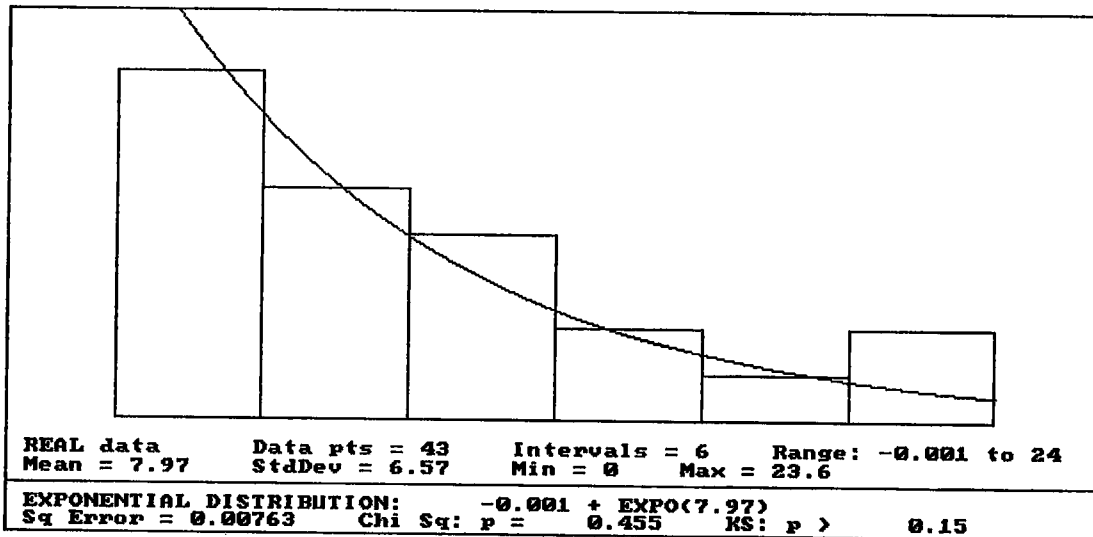
Gözlem Günü: Çarşamba 08:30-16:00 arası

Sanayi: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



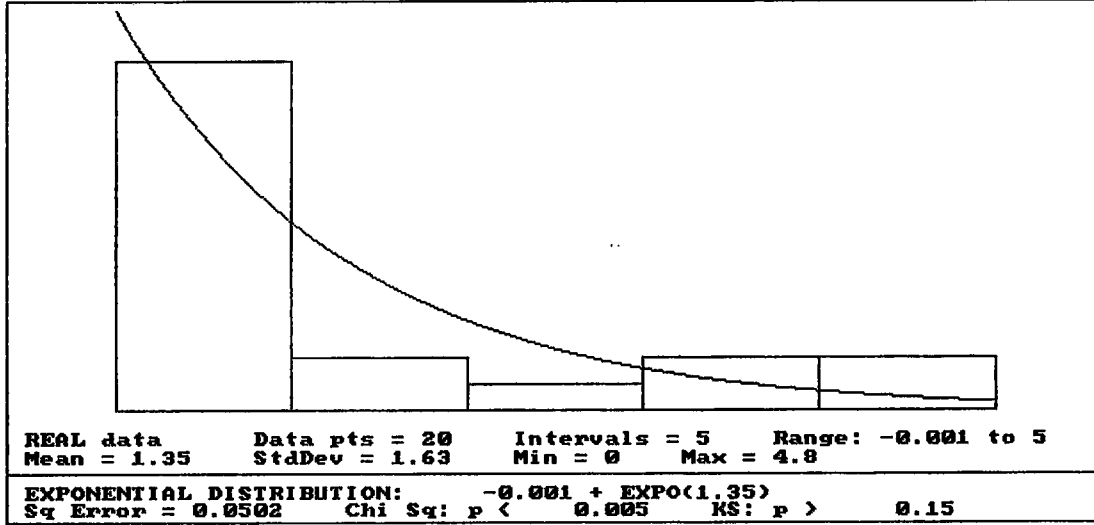
Gözlem Günü: Çarşamba 16:00-18:00 arası

Sanayi: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Gözlem Günü: Çarşamba 18:00-24:00 arası

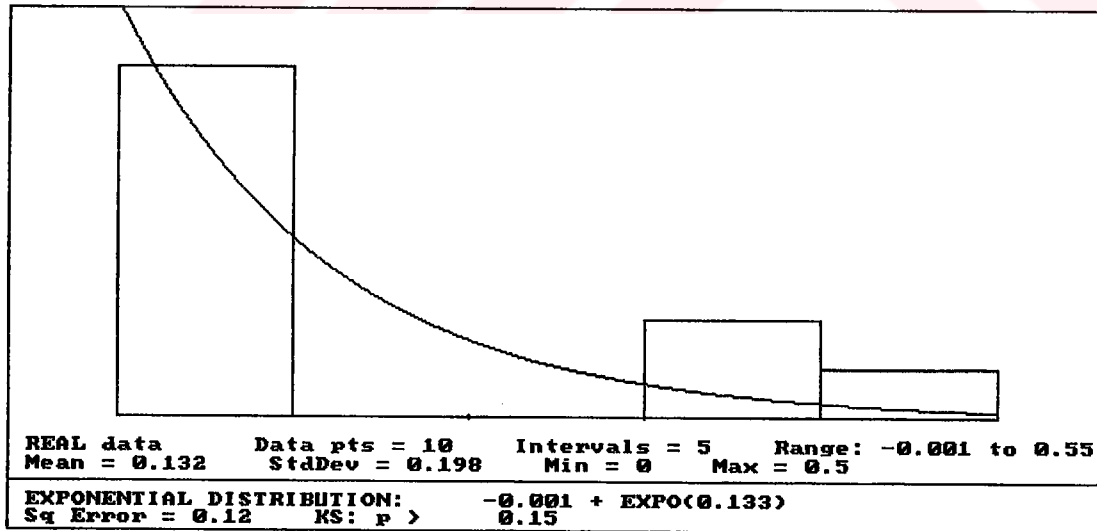
Sanayi: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Sanayi Durağı Cumartesi Gözlemleri Sonucu Elde Edilen Dağılımlar:

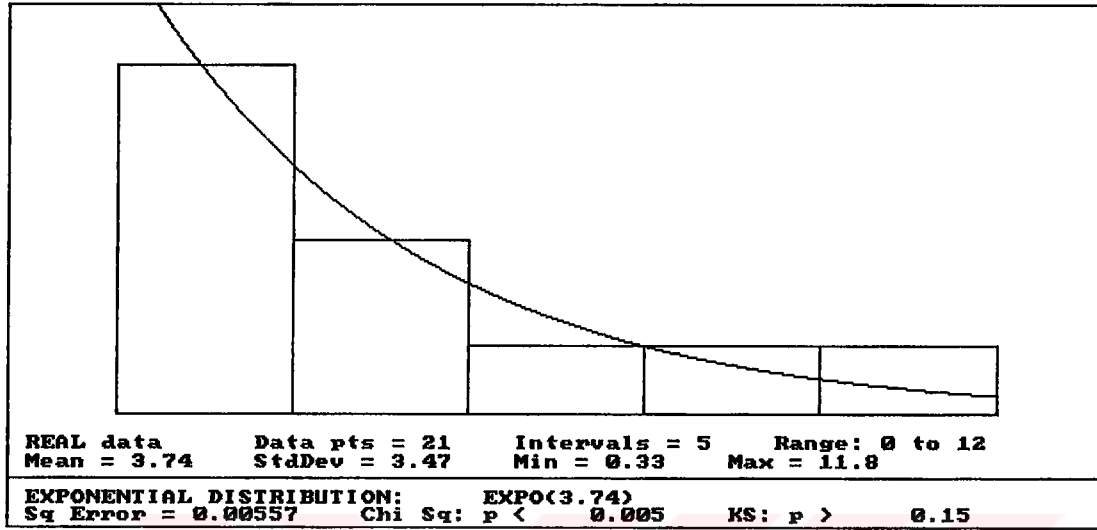
Gözlem Günü: Cumartesi 06:00-07:00 arası

Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



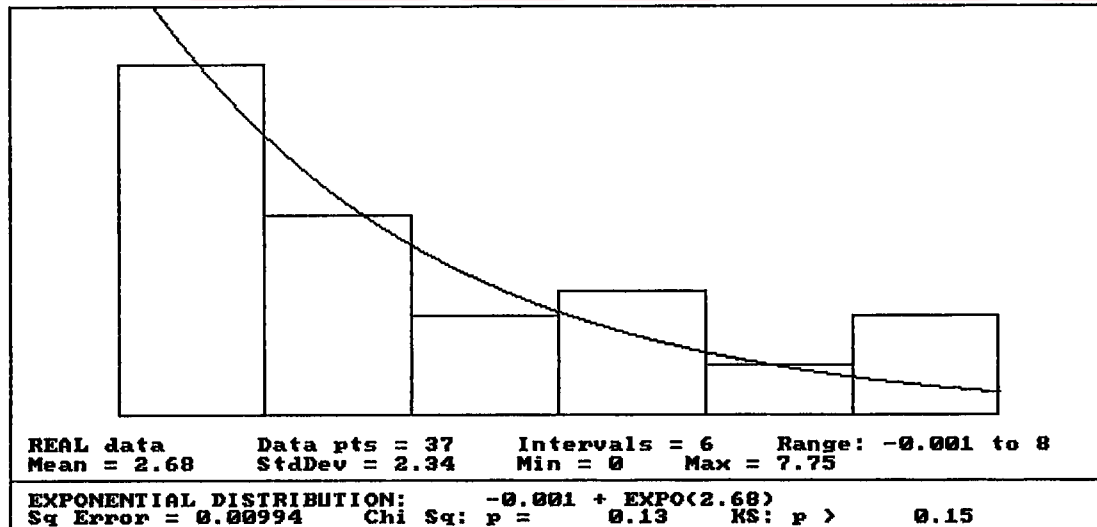
Gözlem Günü: Cumartesi 07:00-08:30 arası

Sanayi: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



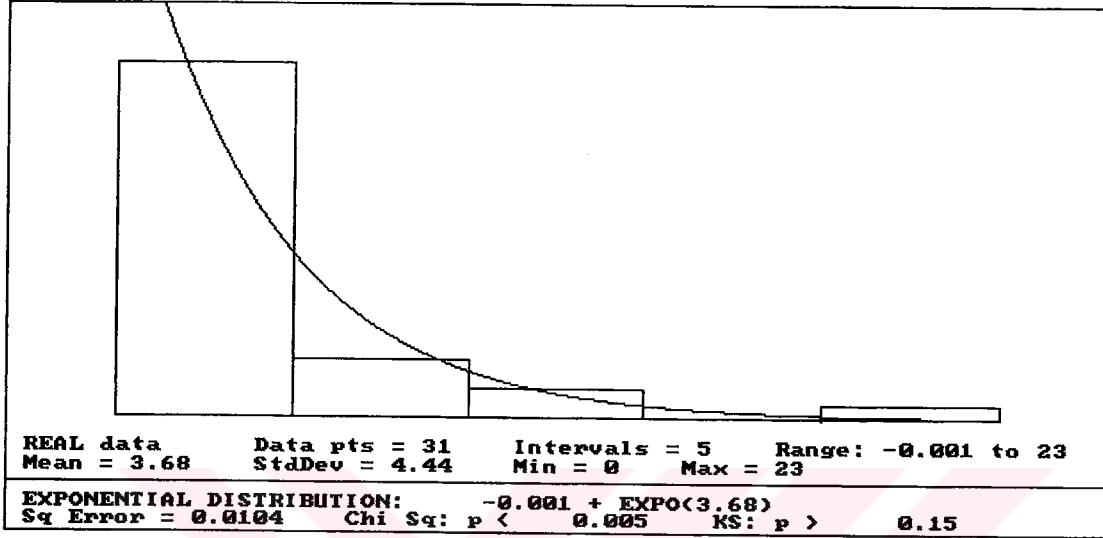
Gözlem Günü: Cumartesi 08:30-16:00 arası

Sanayi: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



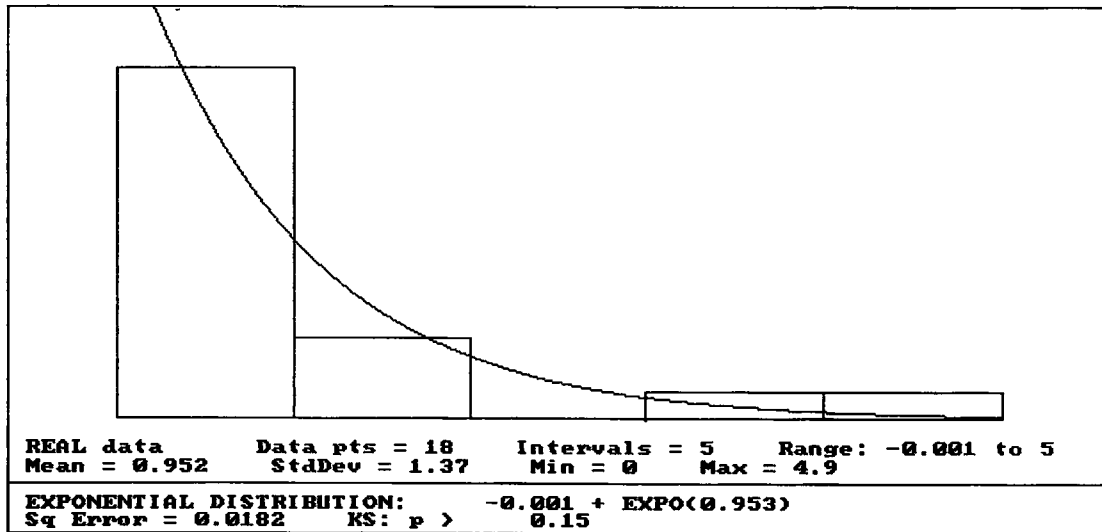
Gözlem Günü: Cumartesi 16:00-18:00 arası

Sanayi: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Gözlem Günü: Cumartesi 18:00-24:00 arası

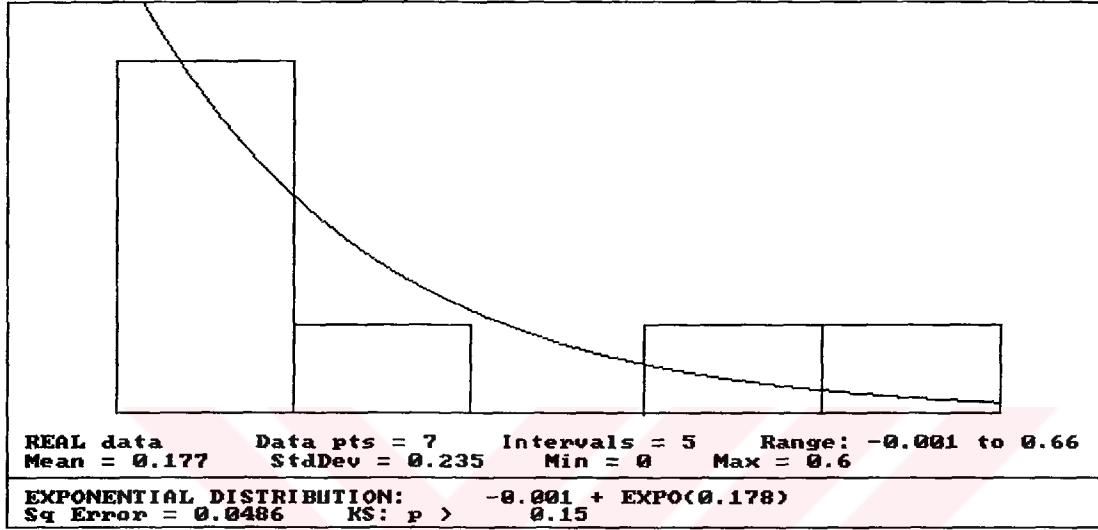
Sanayi: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Sanayi Durağı Pazar Gözlemleri Sonucu Elde Edilen Dağılımlar:

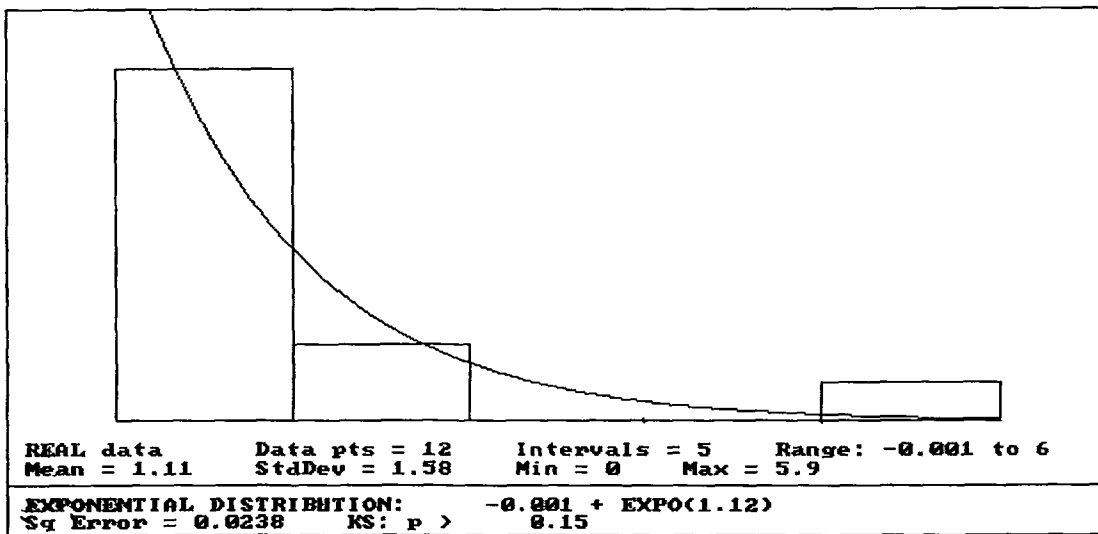
Gözlem Günü: Pazar 06:00-07:00 arası

Dakikada gelen yolcu sayısı grafiğı



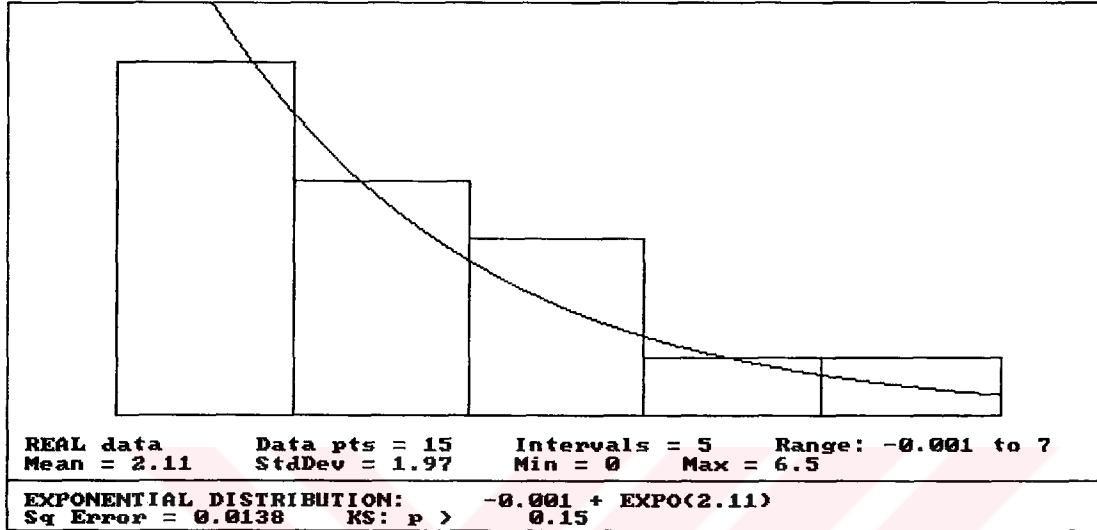
Gözlem Günü: Pazar 07:00-08:30 arası

Sanayi: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiğı



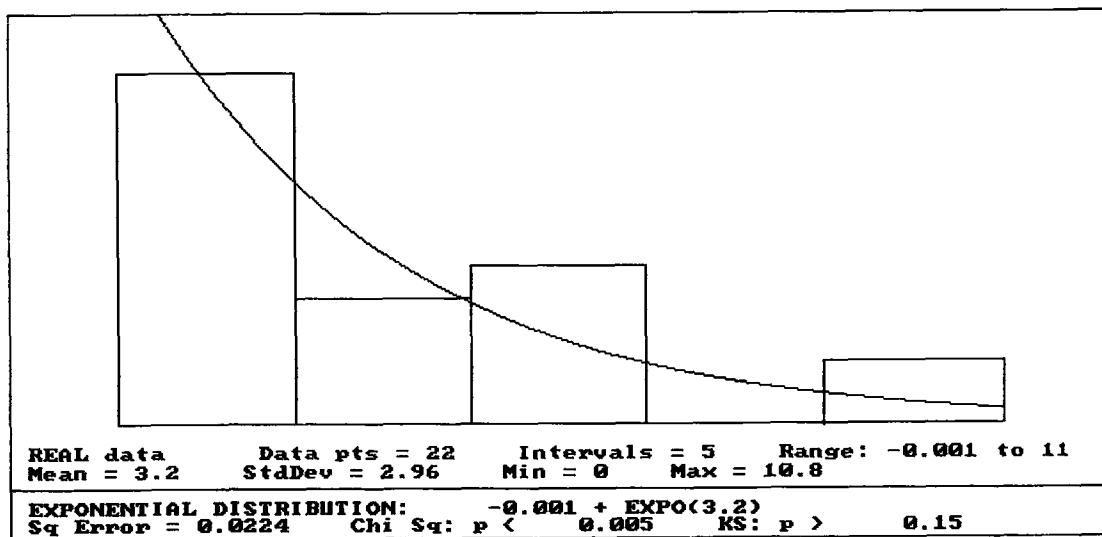
Gözlem Günü: Pazar 08:30-16:00 arası

Sanayi: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



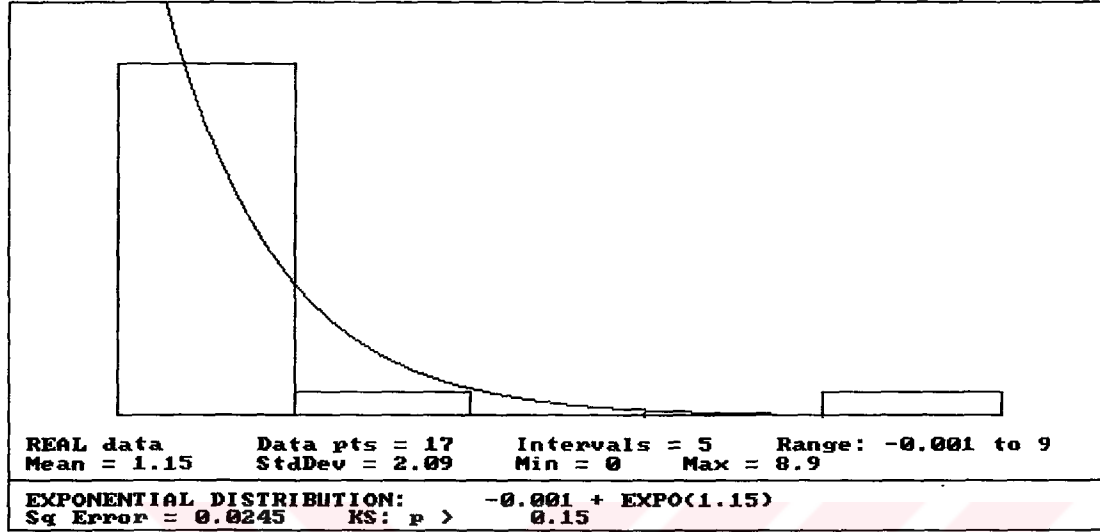
Gözlem Günü: Pazar 16:00-18:00 arası

Sanayi: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Gözlem Günü: Pazar 18:00-24:00 arası

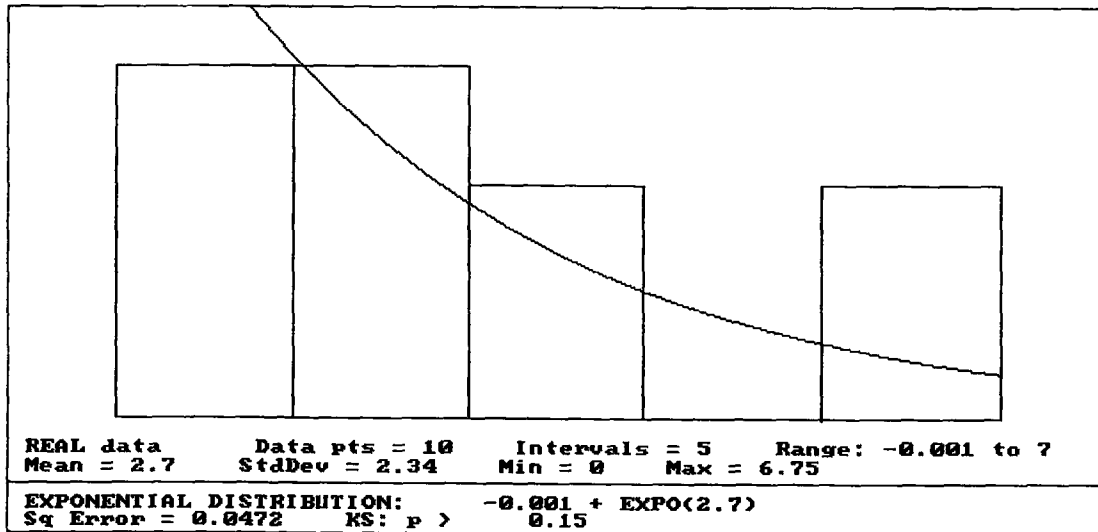
Sanayi: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Otogar Durağı Perşembe Günü Gözlemleri Sonucu Elde Edilen Dağılımlar:

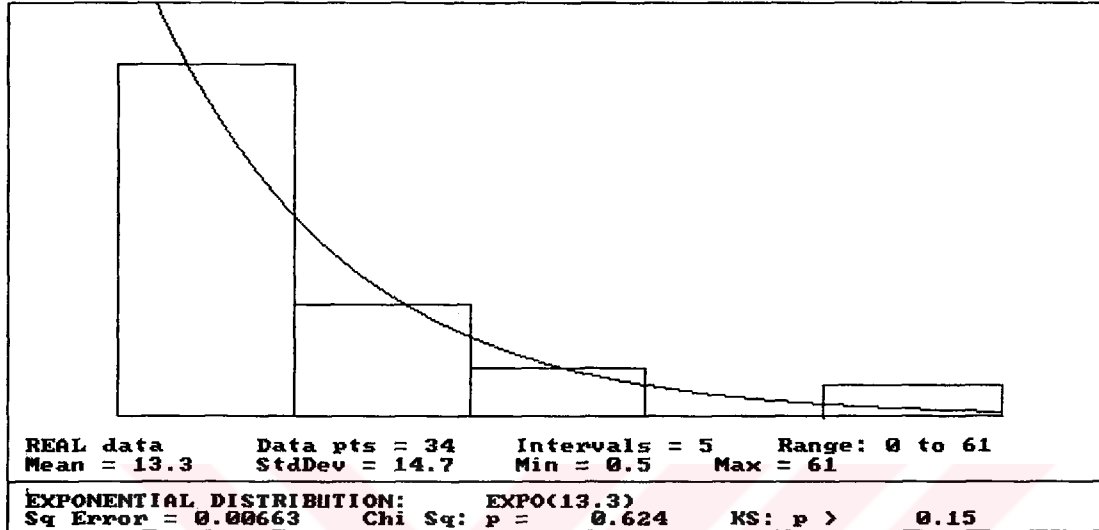
Gözlem Günü: Perşembe 06:00-07:00 arası

Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



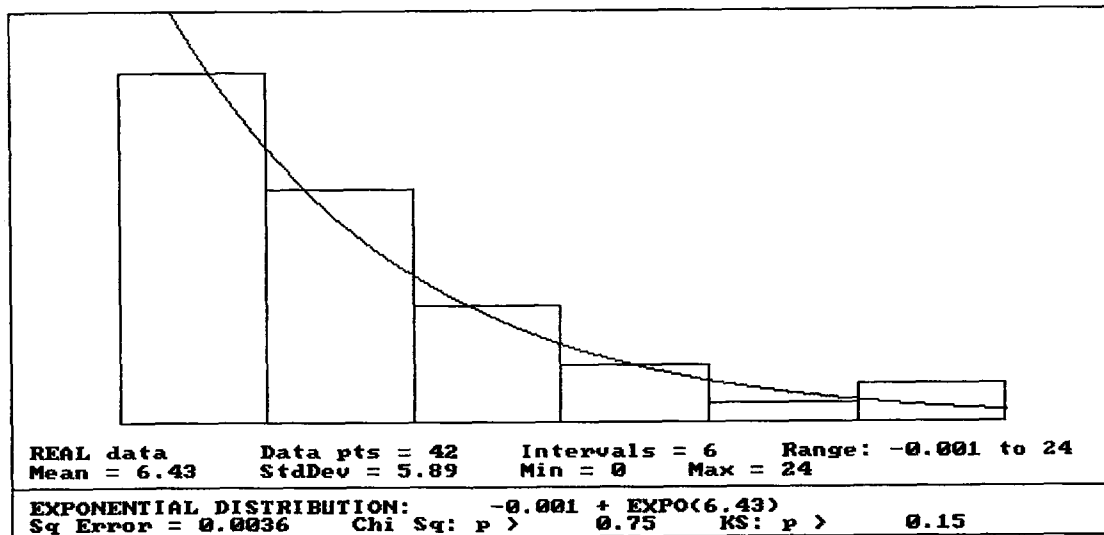
Gözlem Günü: Perşembe 07:00-08:30 arası

Otogar: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



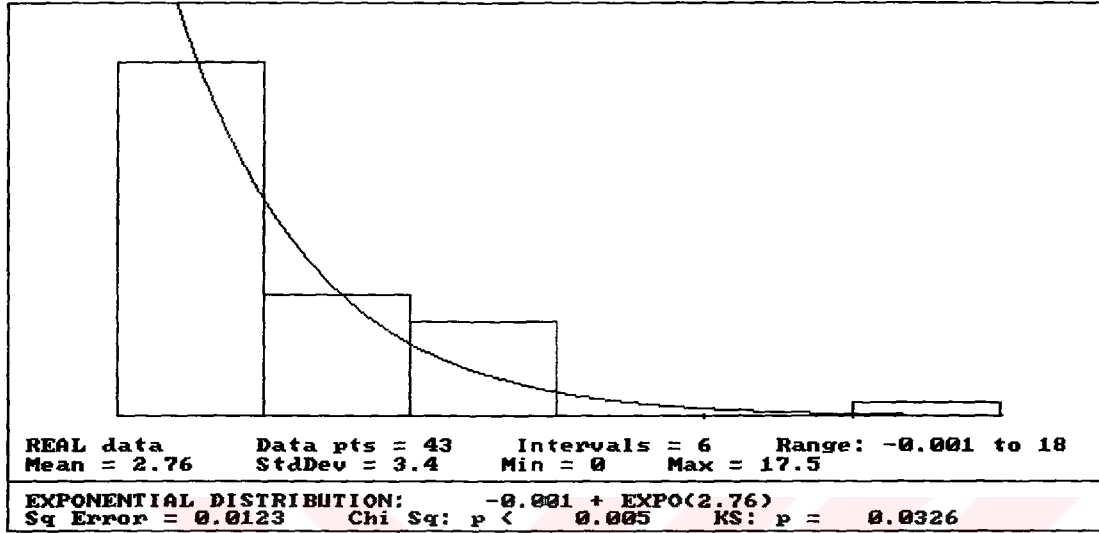
Gözlem Günü: Perşembe 08:30-16:00 arası

Otogar: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



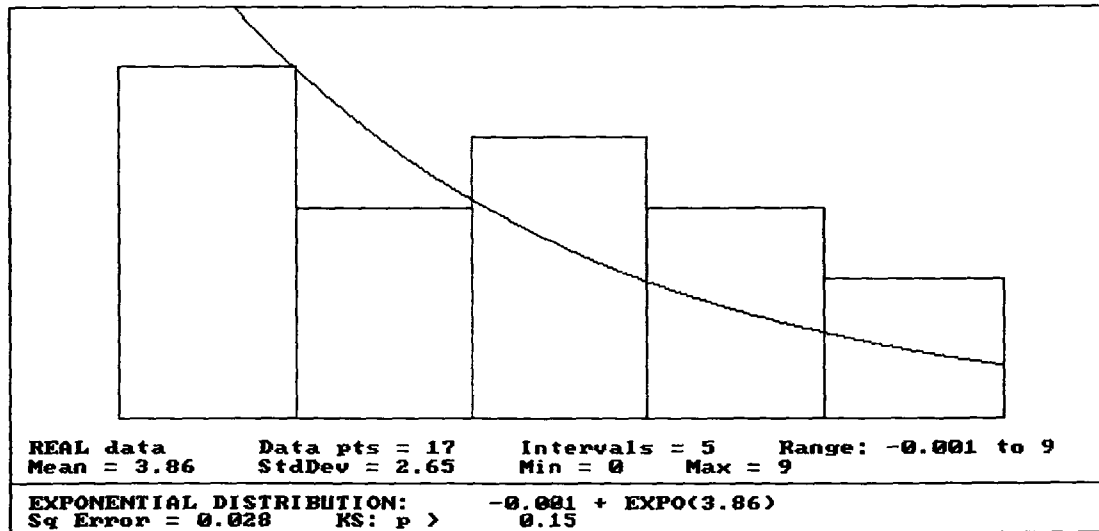
Gözlem Günü: Perşembe 16:00-18:00 arası

Otogar: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Gözlem Günü: Perşembe 18:00-24:00 arası

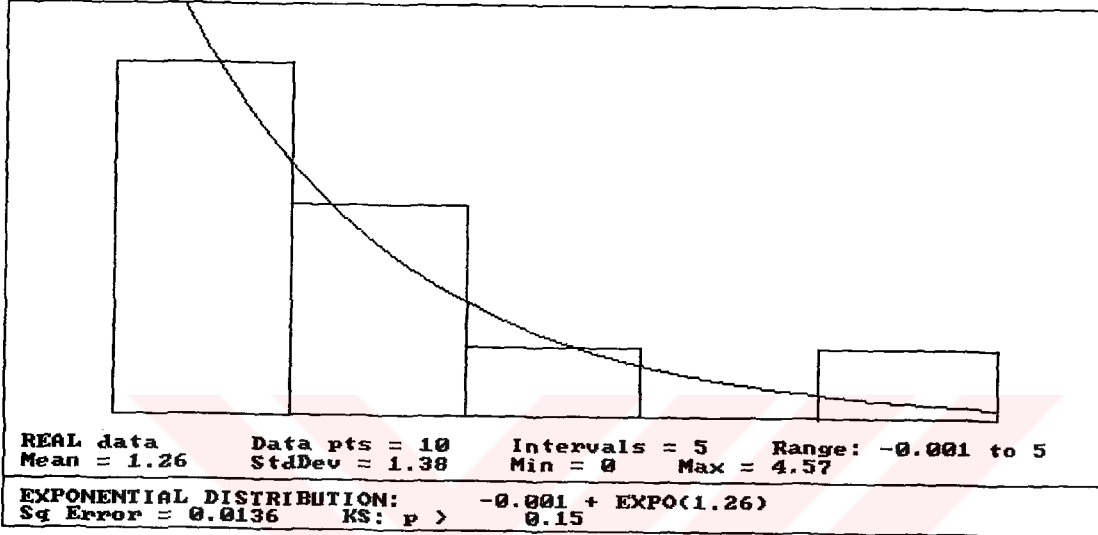
Otogar: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Otogar Durağı Cumartesi Gözlemleri Sonucu Elde Edilen Dağılımlar:

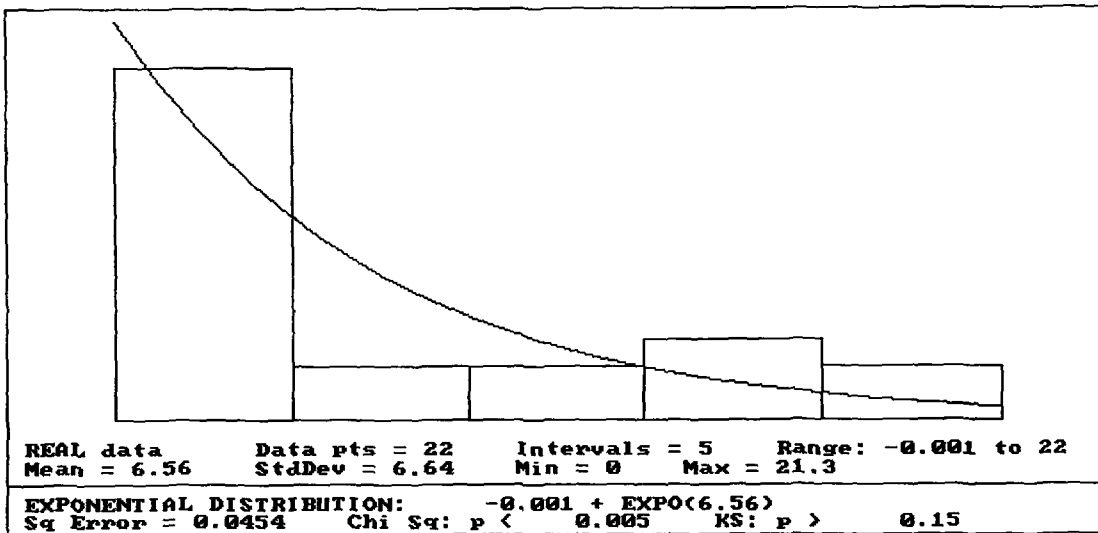
Gözlem Günü: Cumartesi 06:00-07:00 arası

Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



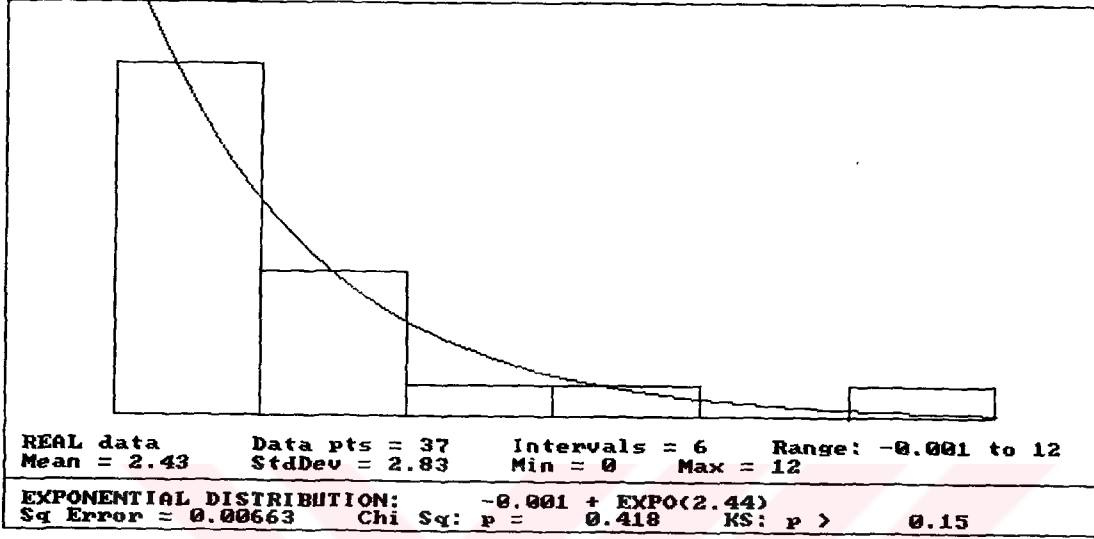
Gözlem Günü: Cumartesi 07:00-08:30 arası

Otogar: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



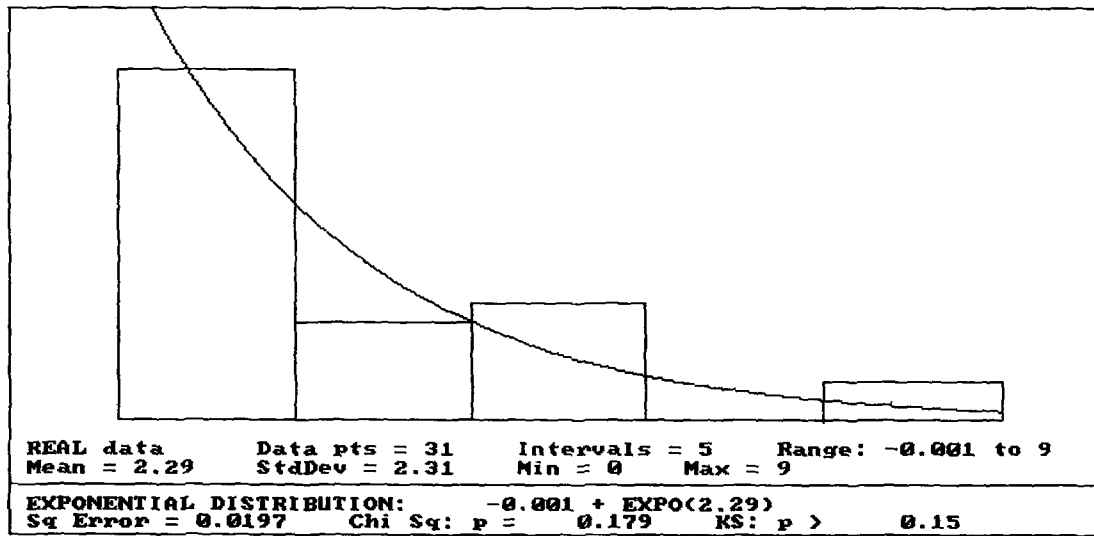
Gözlem Günü: Cumartesi 08:30-16:00 arası

Otogar: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



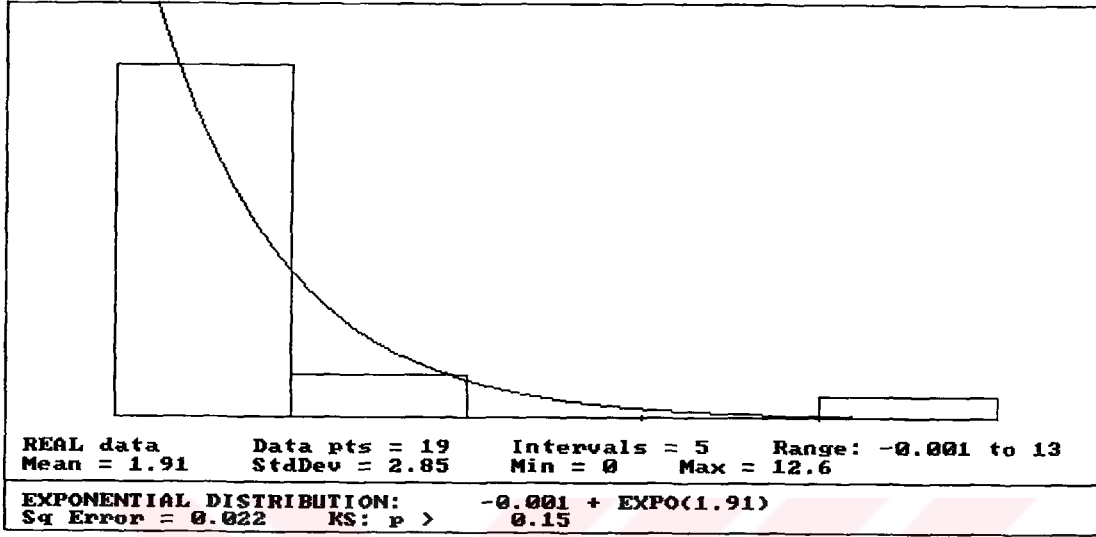
Gözlem Günü: Cumartesi 16:00-18:00 arası

Otogar: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Gözlem Günü: Cumartesi 18:00-24:00 arası

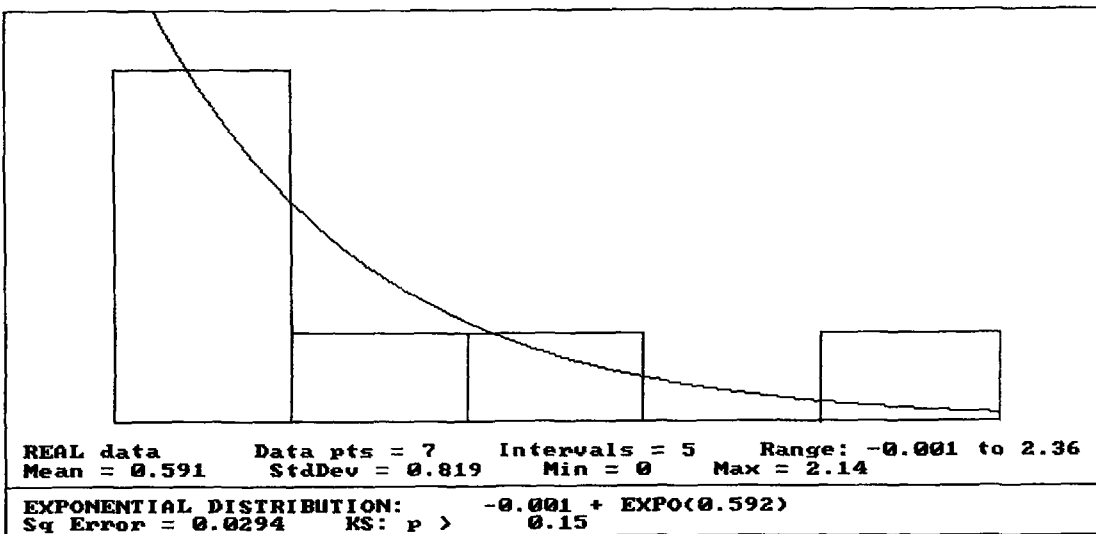
Otogar: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Otogar Durağı Pazar Gözlemleri Sonucu Elde Edilen Dağılımlar:

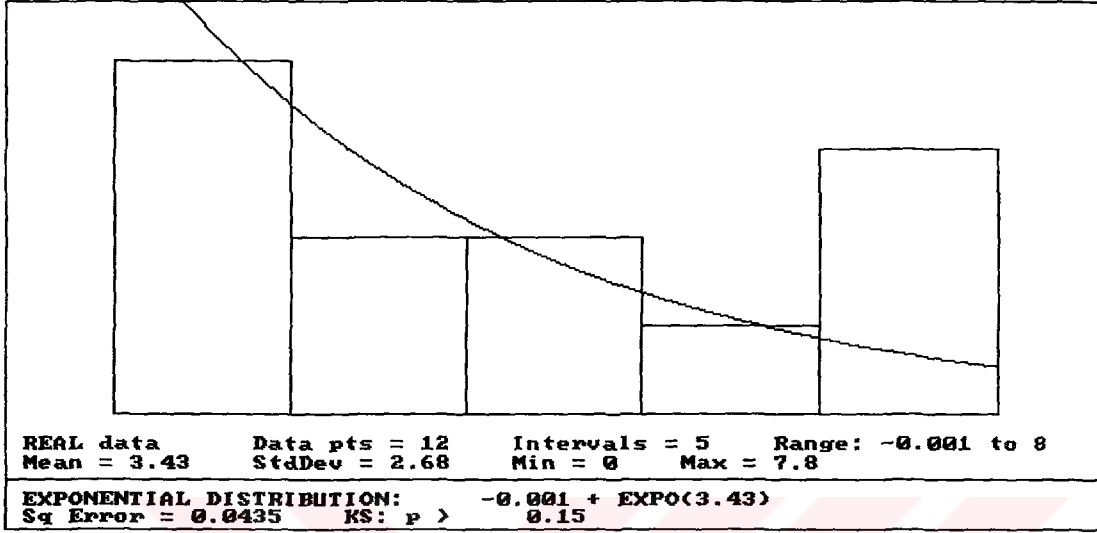
Gözlem Günü: Pazar 06:00-07:00 arası

Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



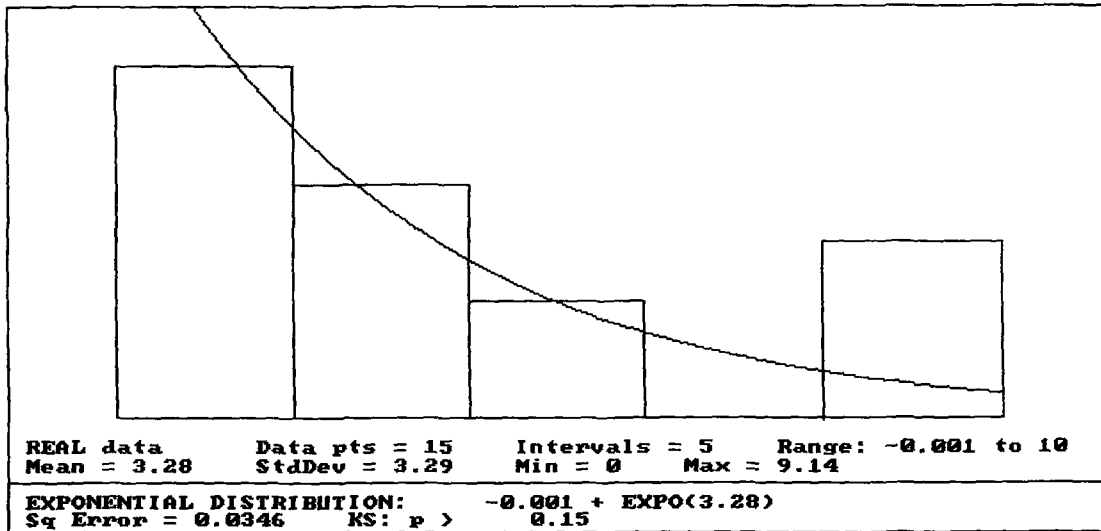
Gözlem Günü: Pazar 07:00-08:30 arası

Otogar: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



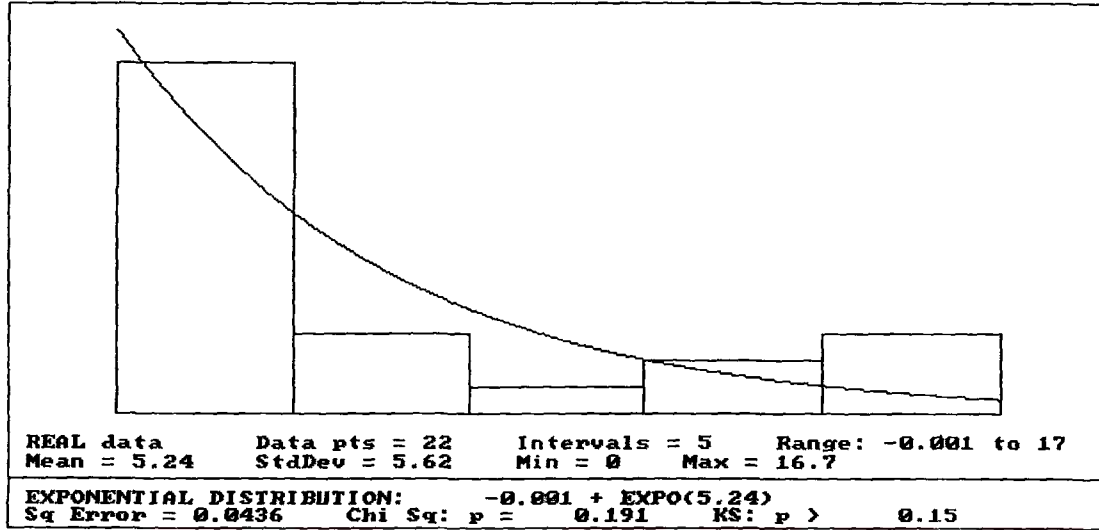
Gözlem Günü: Pazar 08:30-16:00 arası

Otogar: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



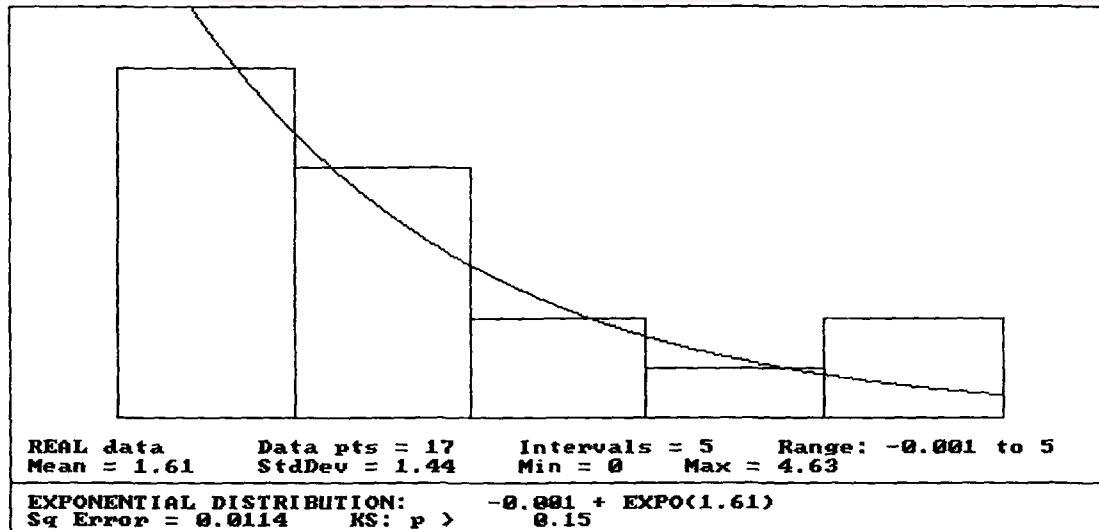
Gözlem Günü: Pazar 16:00-18:00 arası

Otogar: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Gözlem Günü: Pazar 18:00-24:00 arası

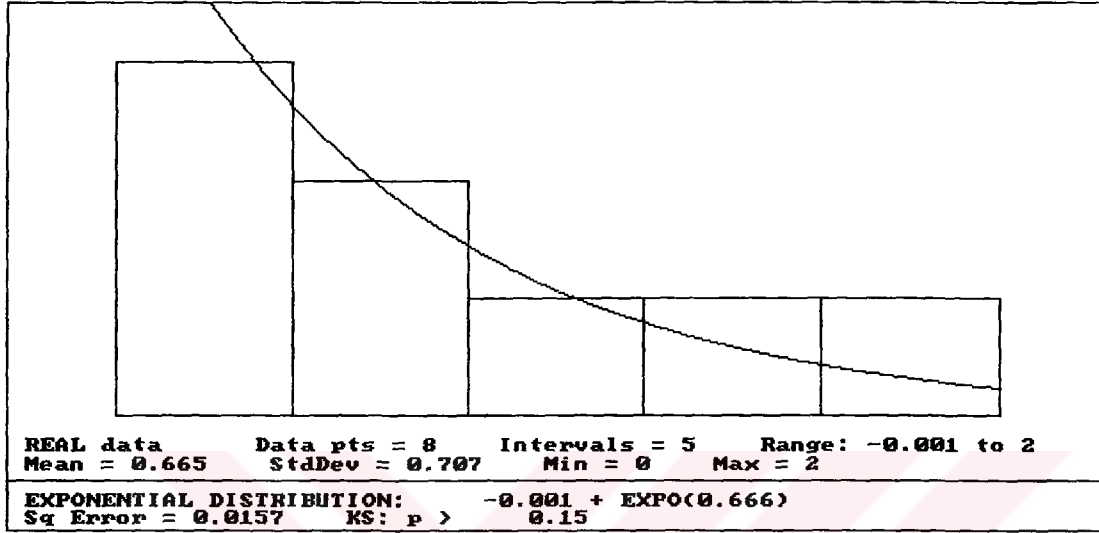
Otogar: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Belediye Durağı Cuma Günü Güzlemleri Sonucu Elde Edilen Dağılımlar:

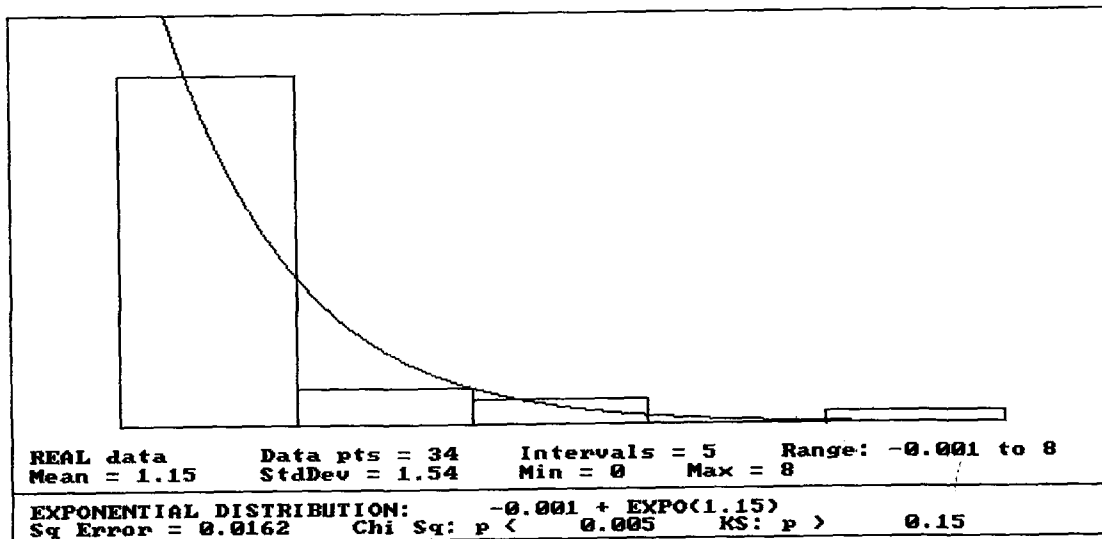
Güzlem Günü: Cuma 06:00-07:00 arası

Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



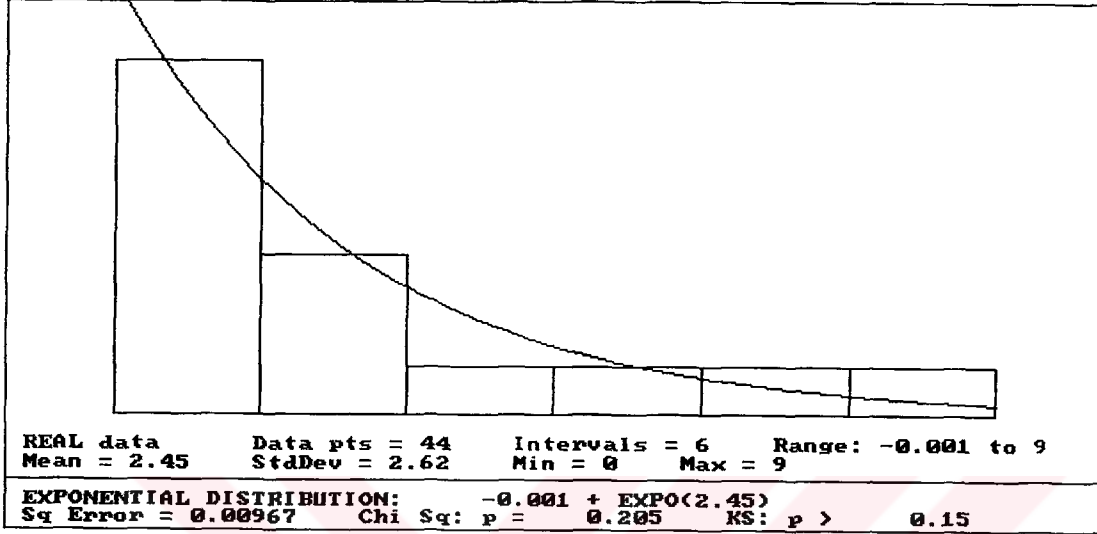
Güzlem Günü: Cuma 07:00-08:30 arası

Belediye: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



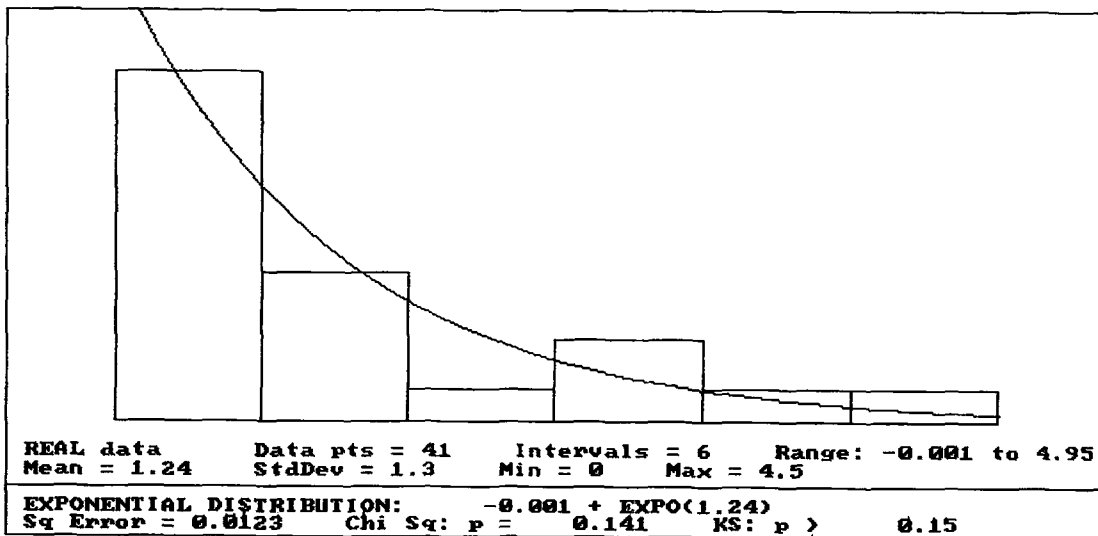
Gözlem Günü: Cuma 08:30-16:00 arası

Belediye: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



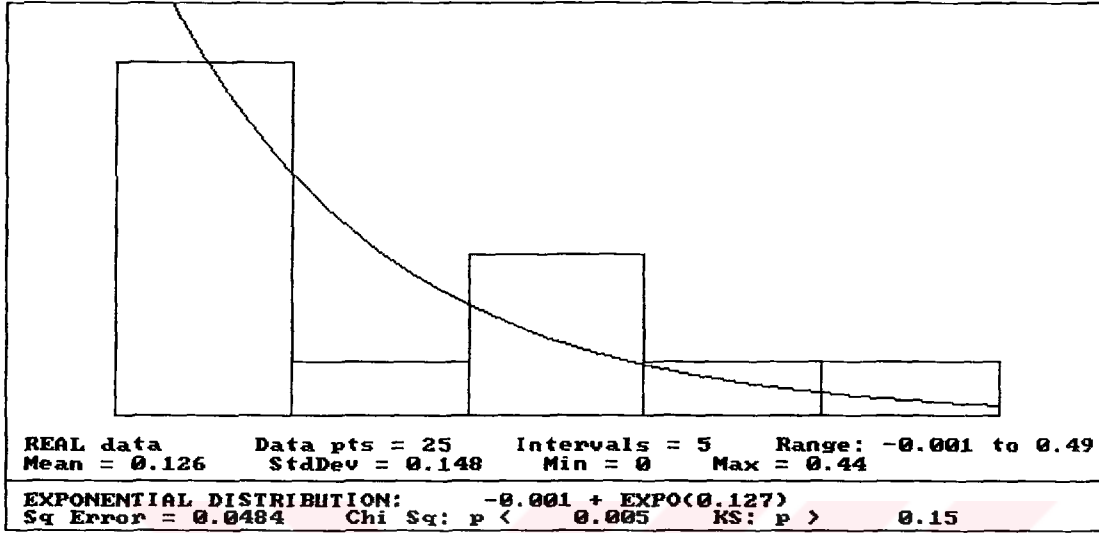
Gözlem Günü: Cuma 16:00-18:00 arası

Belediye: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Gözlem Günü: Cuma 18:00-24:00 arası

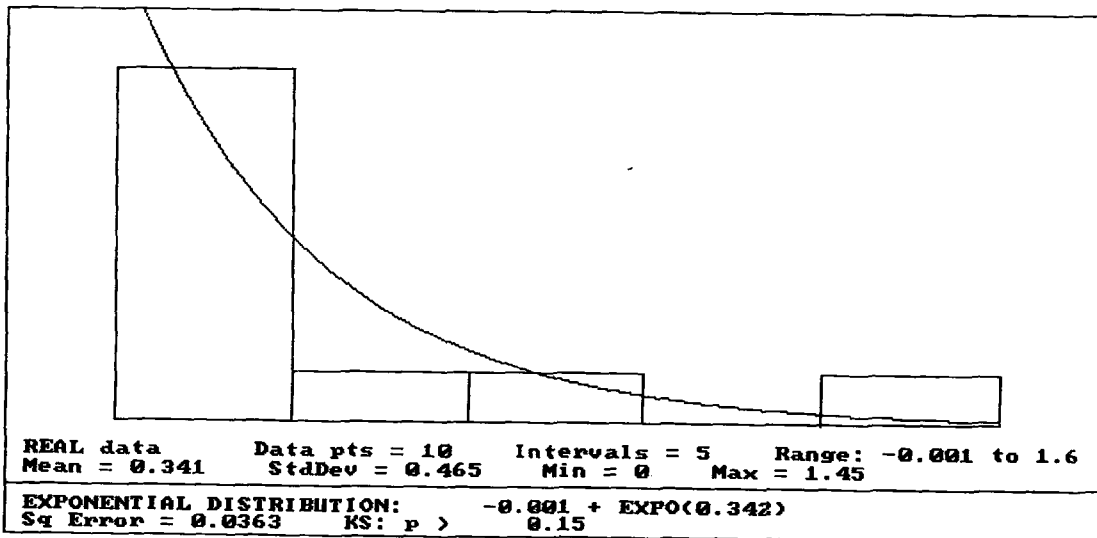
Belediye: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Belediye Durağı Cumartesi Gözlemleri Sonucu Elde Edilen Dağılımlar:

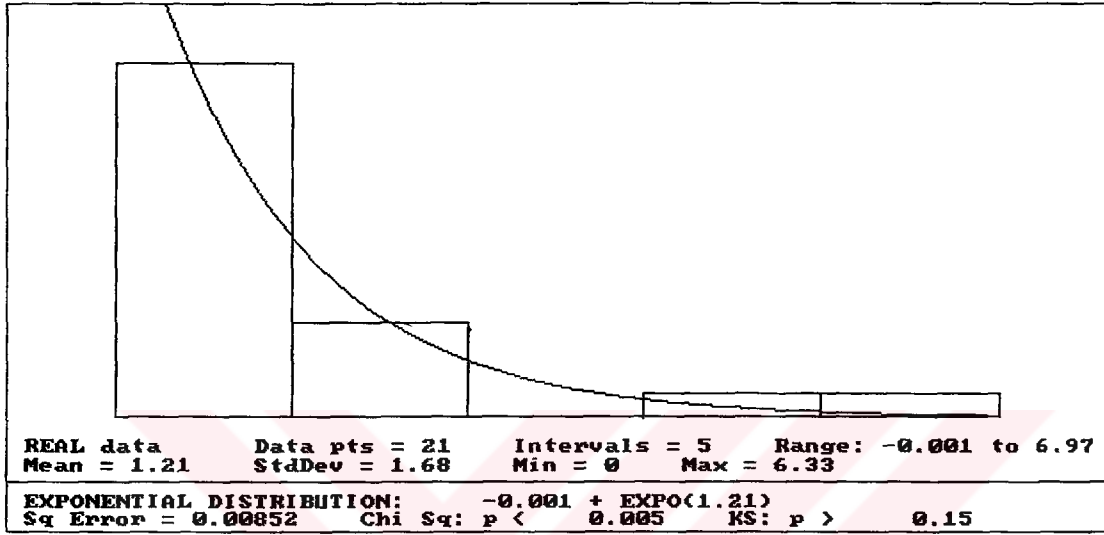
Gözlem Günü: Cumartesi 06:00-07:00 arası

Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



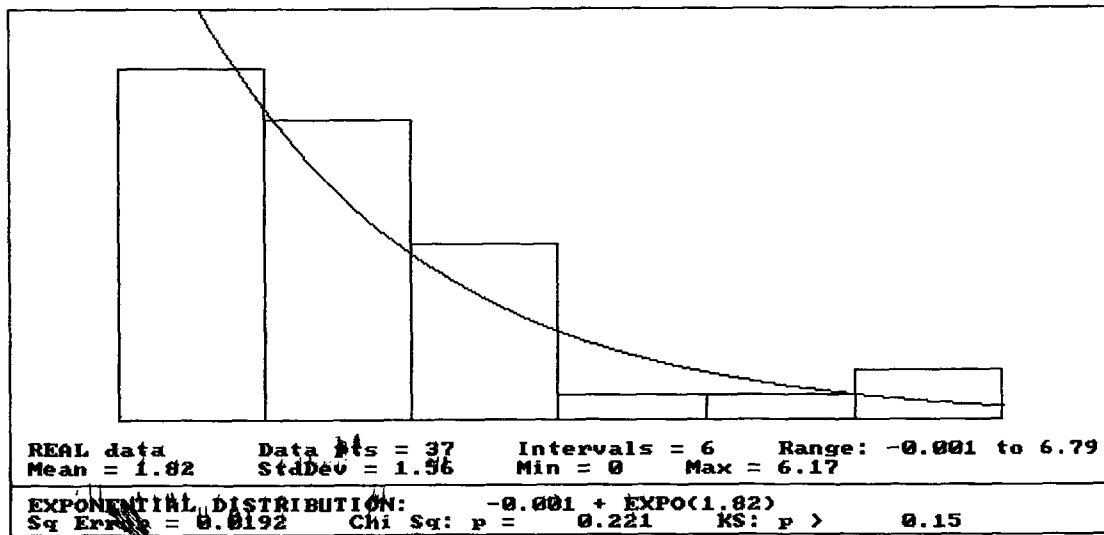
Gözlem Günü: Cumartesi 07:00-08:30 arası

Belediye: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



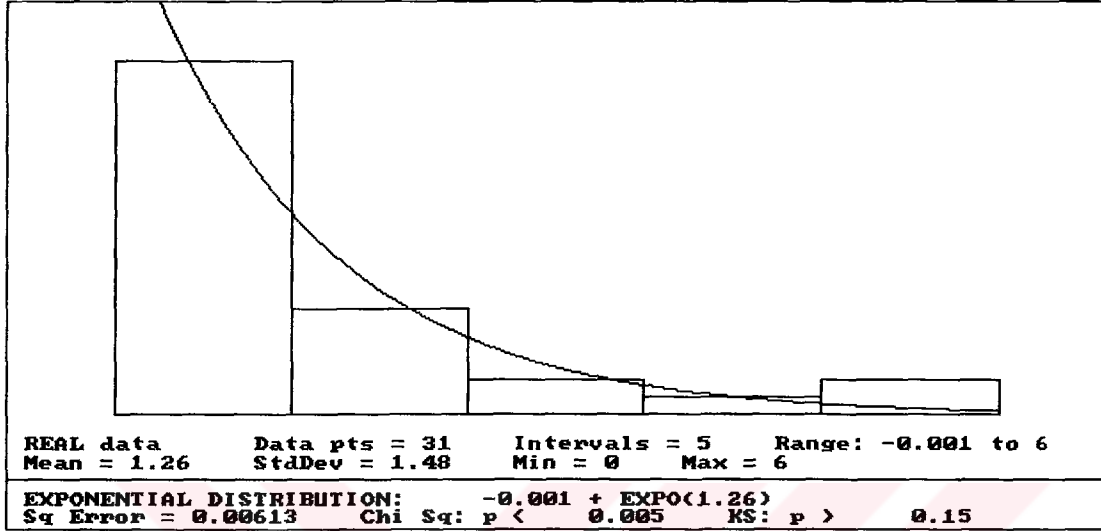
Gözlem Günü: Cumartesi 08:30-16:00 arası

Belediye: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



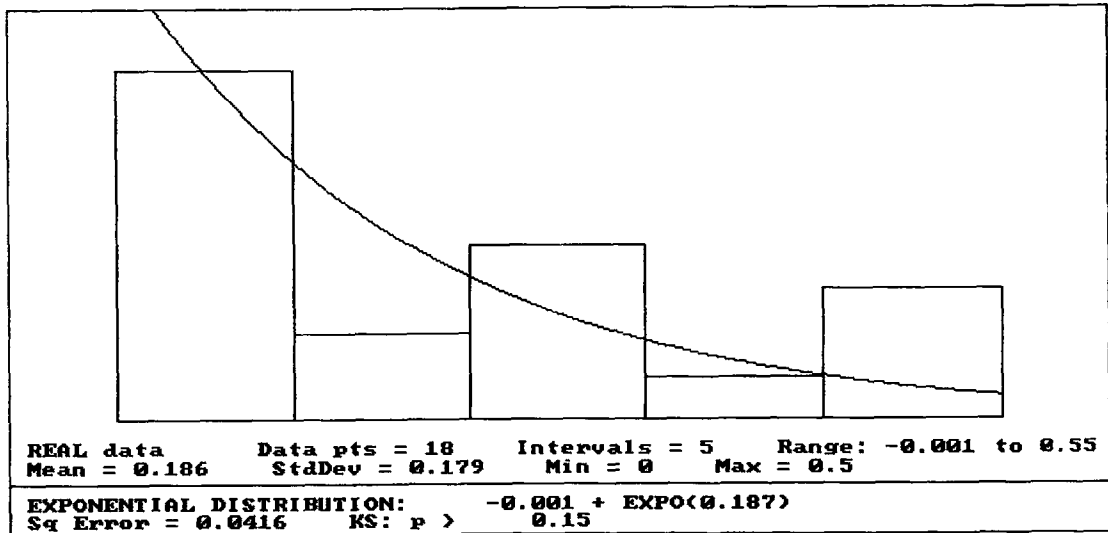
Gözlem Günü: Cumartesi 16:00-18:00 arası

Belediye: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Gözlem Günü: Cumartesi 18:00-24:00 arası

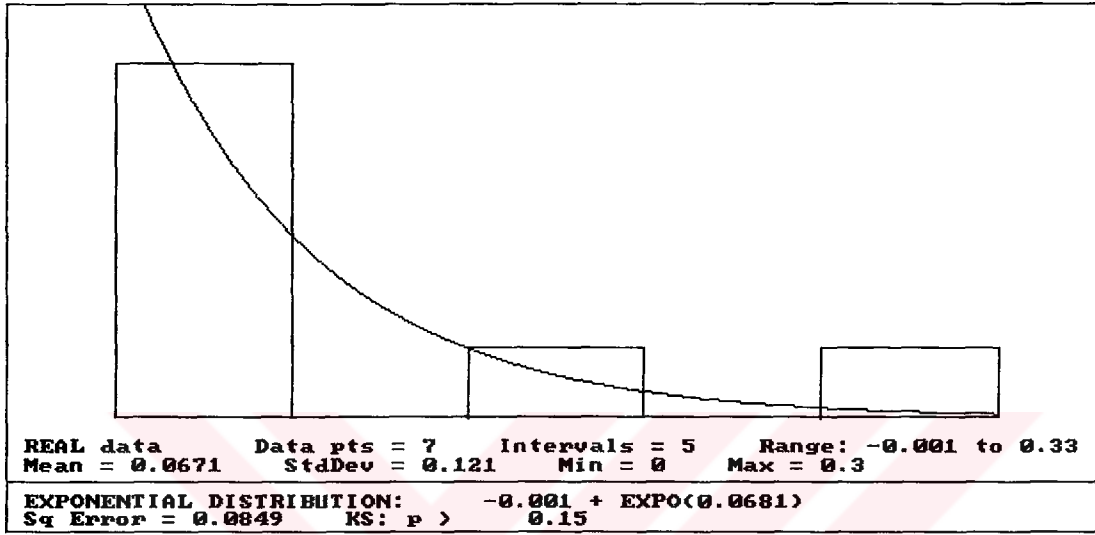
Belediye: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Belediye Durağı Pazar Gözlemleri Sonucu Elde Edilen Dağılımlar:

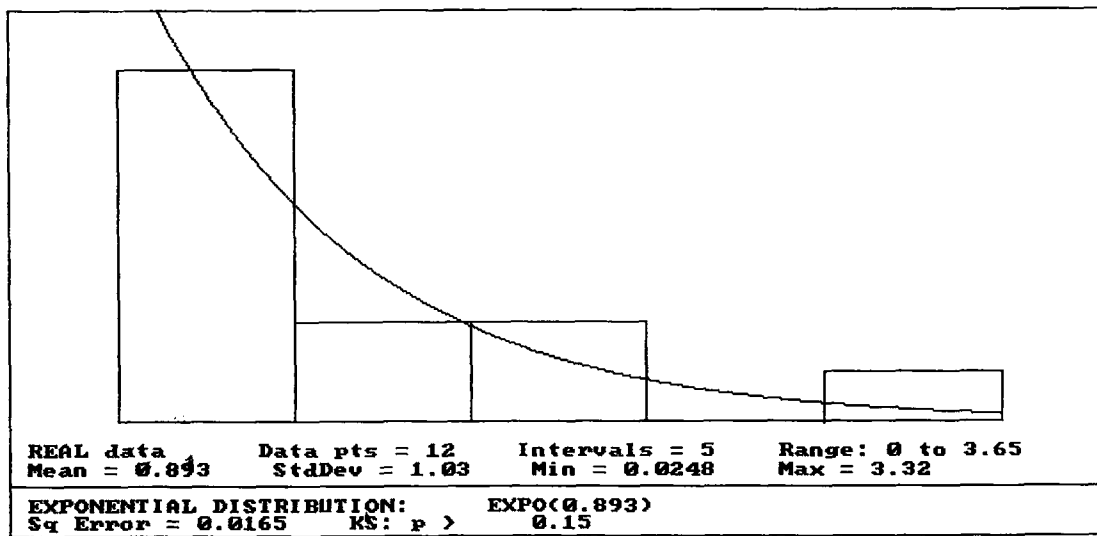
Gözlem Günü: Pazar 06:00-07:00 arası

Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



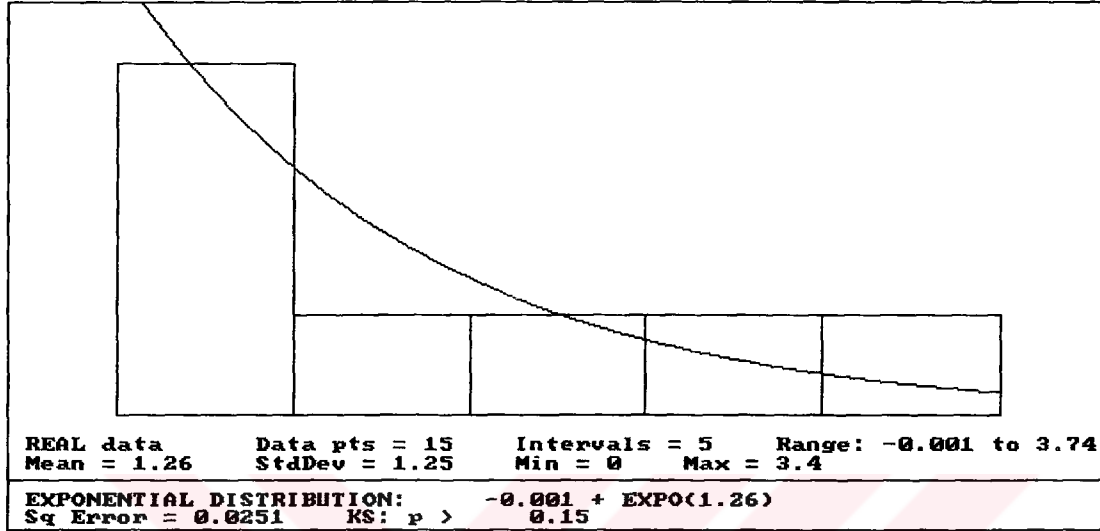
Gözlem Günü: Pazar 07:00-08:30 arası

Belediye: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



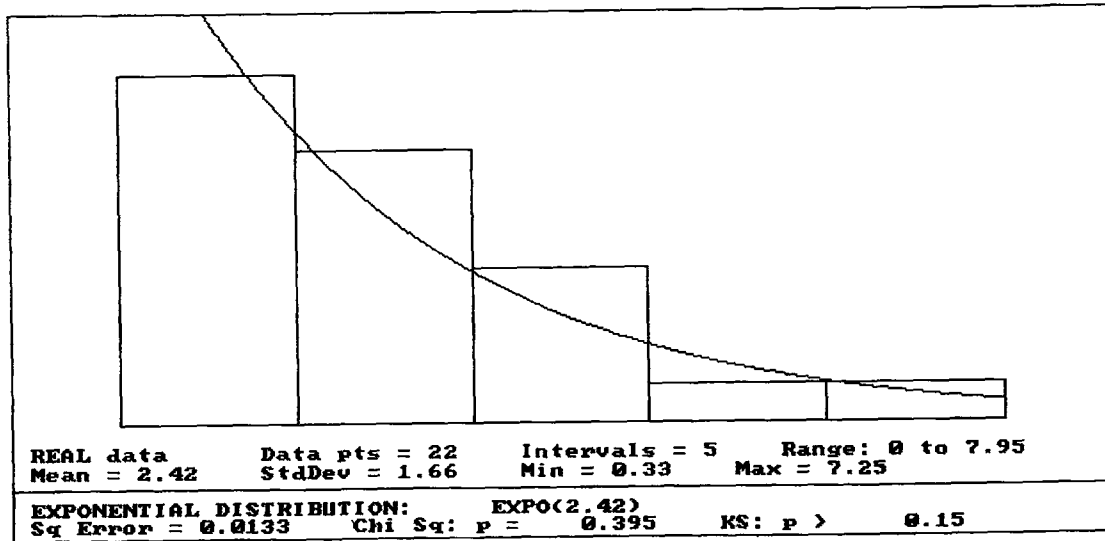
Gözlem Günü: Pazar 08:30-16:00 arası

Belediye: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



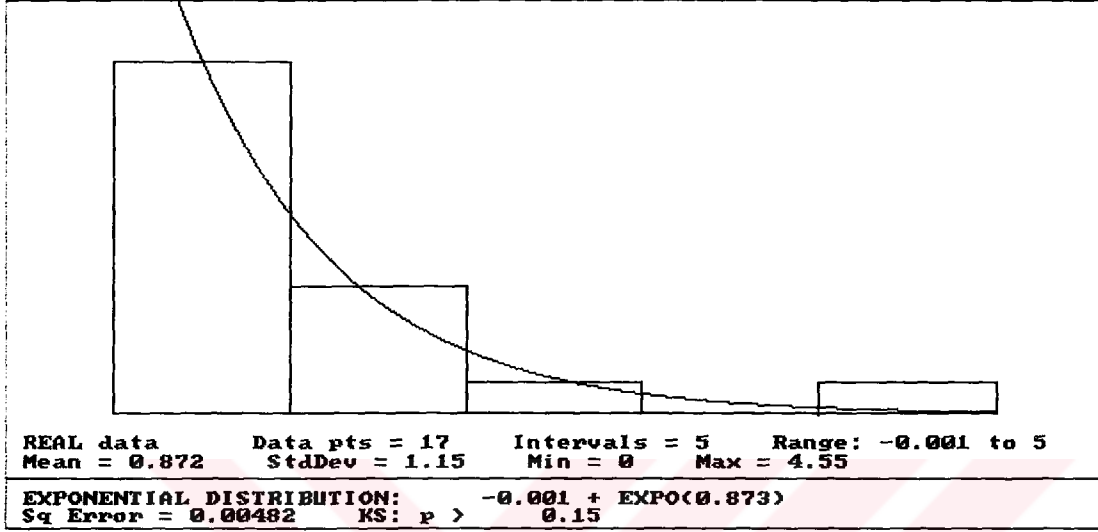
Gözlem Günü: Pazar 16:00-18:00 arası

Belediye: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Gözlem Günü: Pazar 18:00-24:00 arası

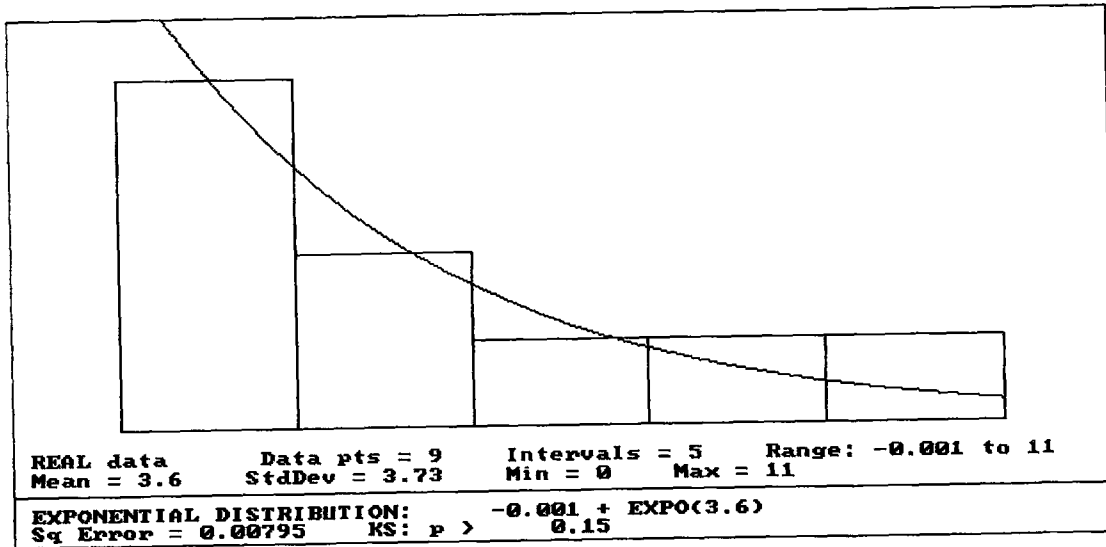
Belediye: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



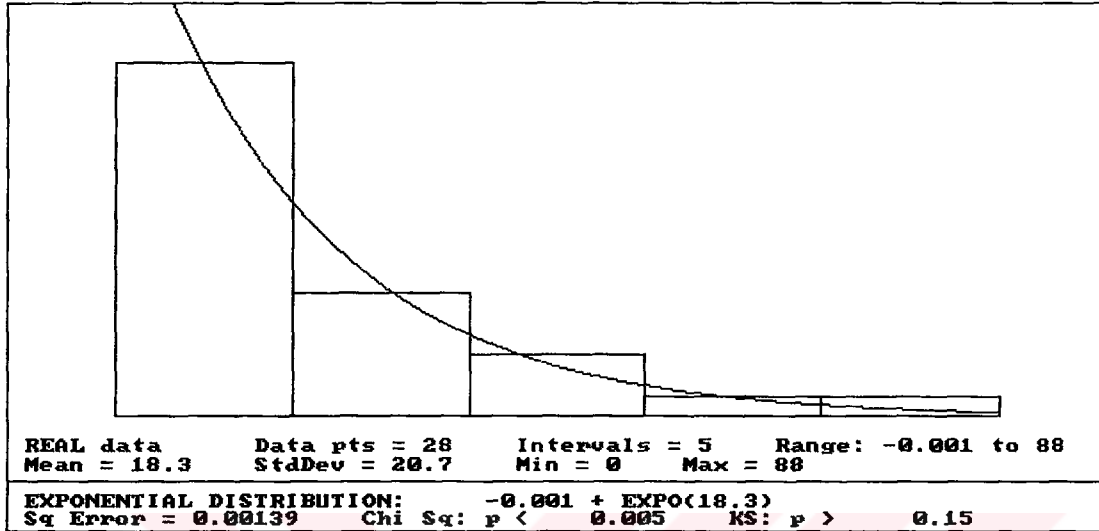
Zafer Durağı Pazartesi Günü Gözlemleri Sonucu Elde Edilen Dağılımlar:

Gözlem Günü: Pazartesi 06:00-07:00 arası

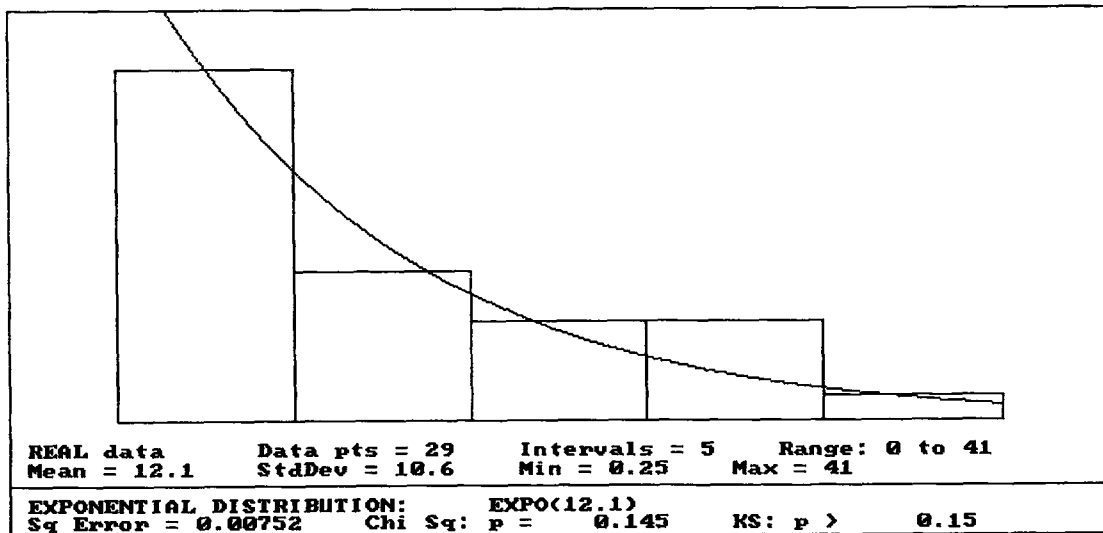
Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Gözlem Günü: Pazartesi 07:00-08:30 arası
 Zafer: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği

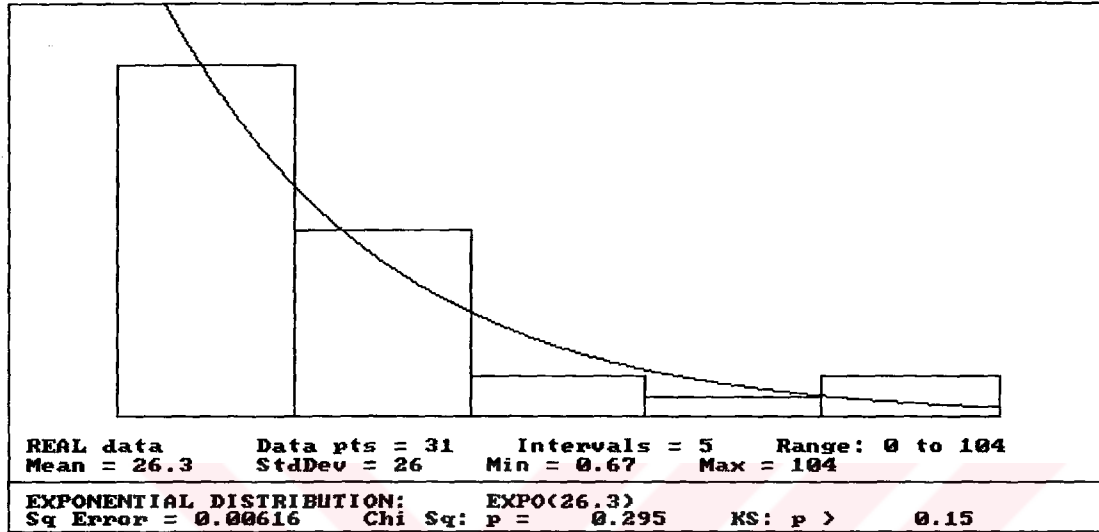


Gözlem Günü: Pazartesi 08:30-16:00 arası
 Zafer: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



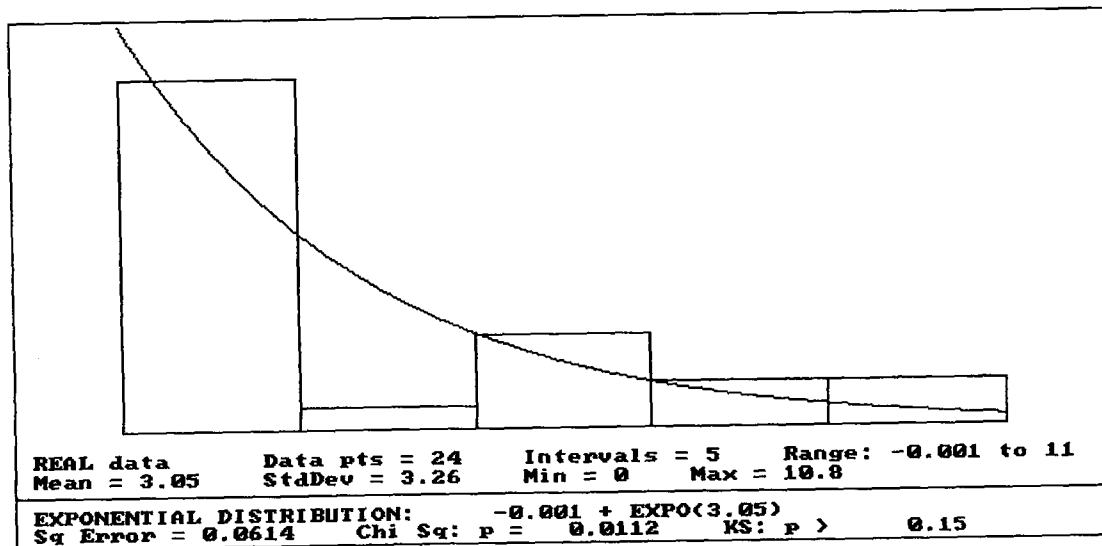
Gözlem Günü: Pazartesi 16:00-18:00 arası

Zafer: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Gözlem Günü: Pazartesi 18:00-24:00 arası

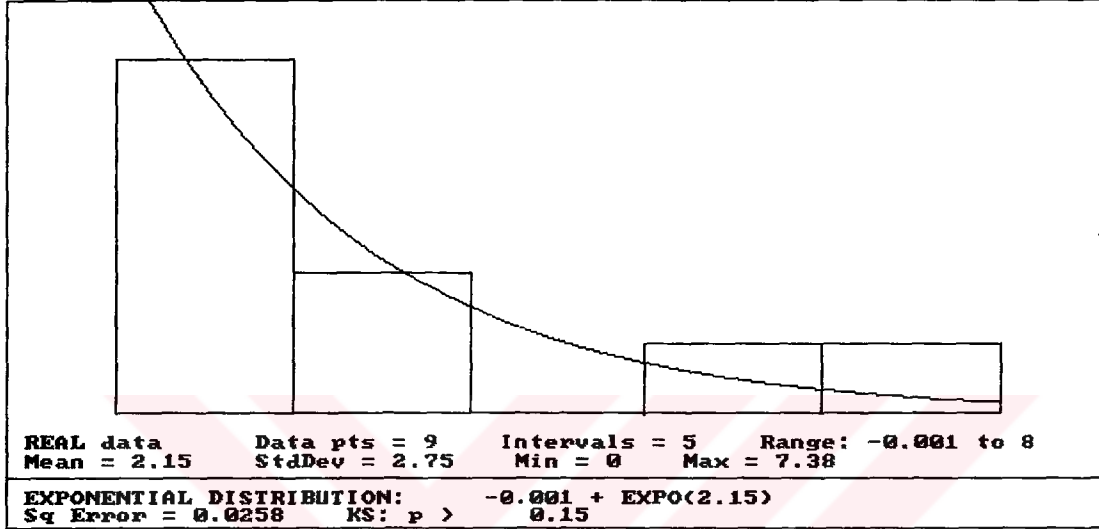
Zafer: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Zafer Durağı Cumartesi Gözlemleri Sonucu Elde Edilen Dağılımlar:

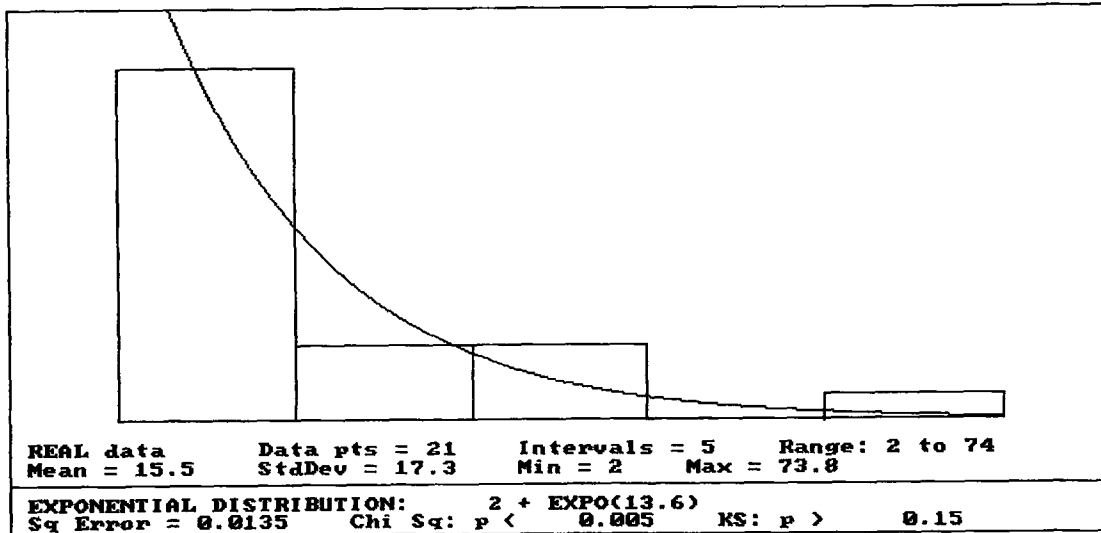
Gözlem Günü: Cumartesi 06:00-07:00 arası

Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



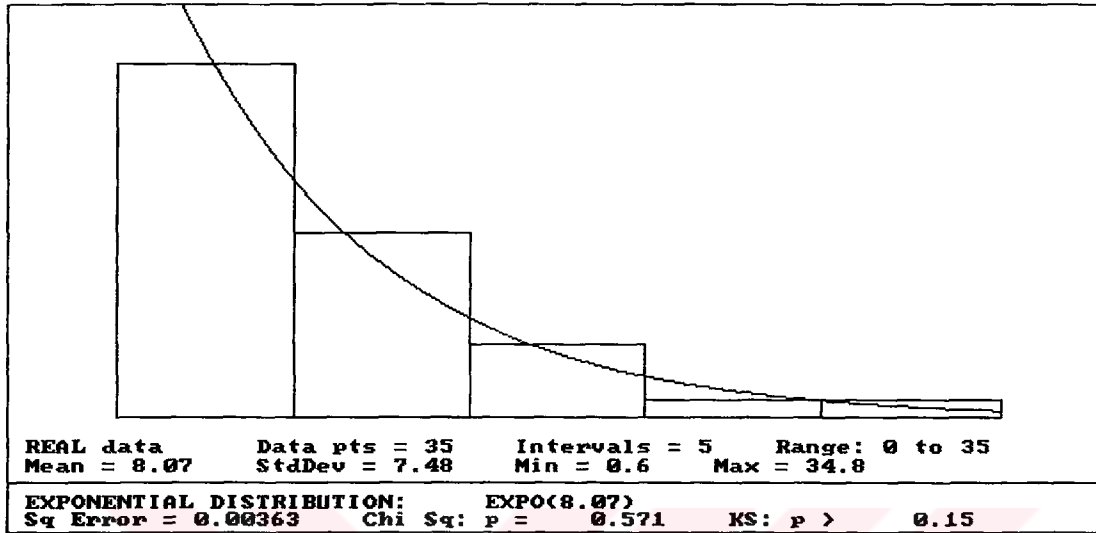
Gözlem Günü: Cumartesi 07:00-08:30 arası

Zafer: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



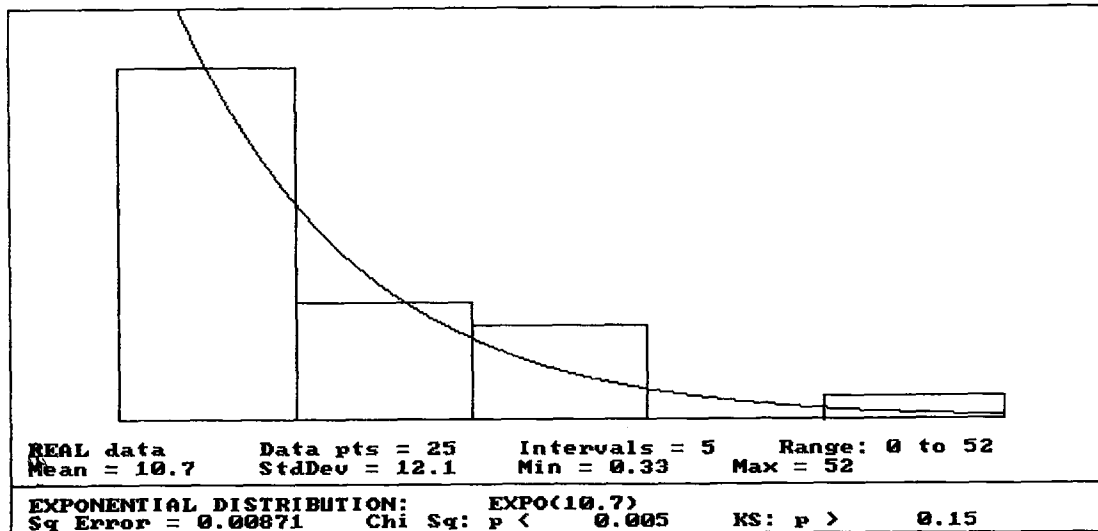
Gözlem Günü: Cumartesi 08:30-16:00 arası

Zafer: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



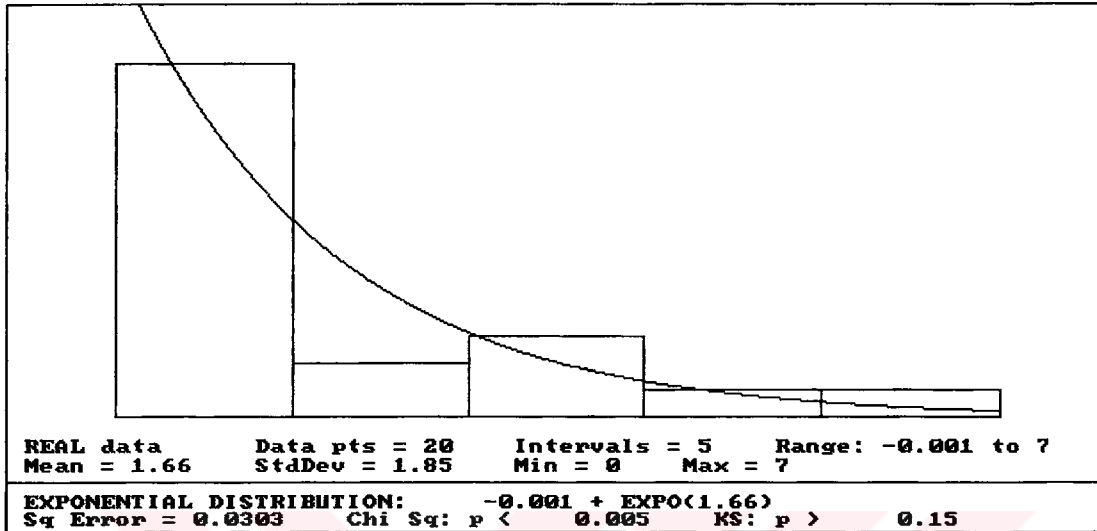
Gözlem Günü: Cumartesi 16:00-18:00 arası

Zafer: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Gözlem Günü: Cumartesi 18:00-24:00 arası

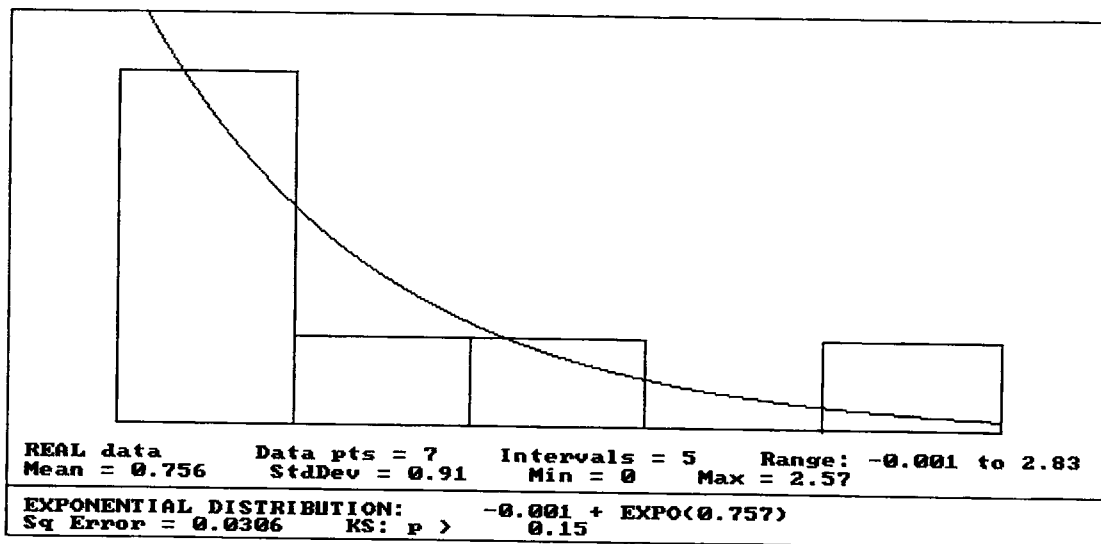
Zafer: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



Zafer Durağı Pazar Gözlemleri Sonucu Elde Edilen Dağılımlar:

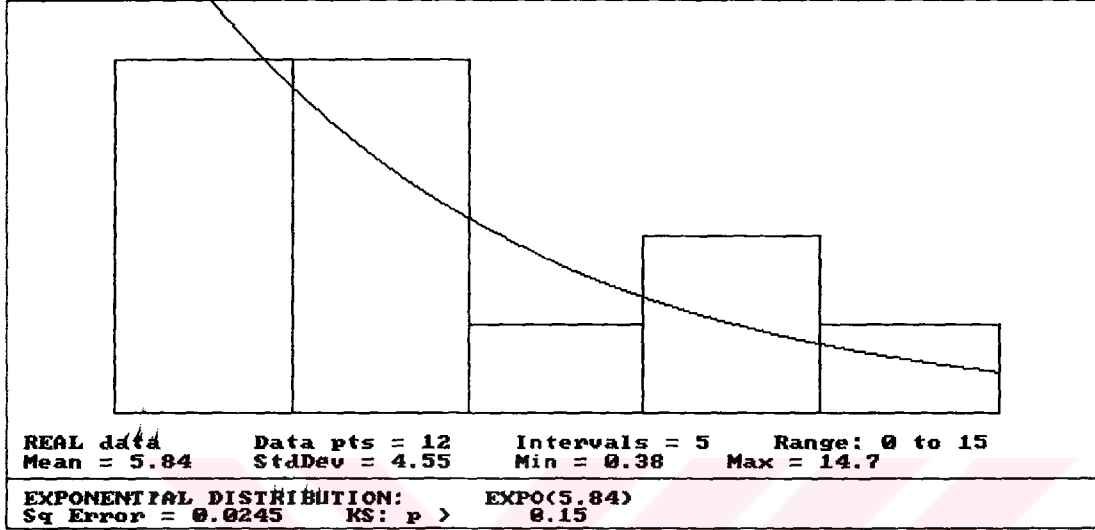
Gözlem Günü: Pazar 06:00-07:00 arası

Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



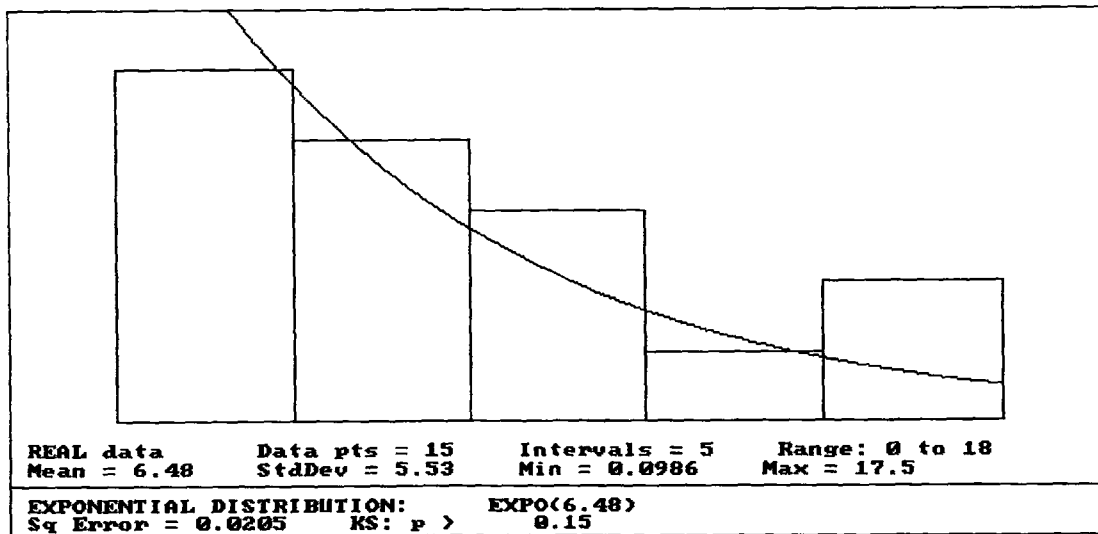
Gözlem Günü: Pazar 07:00-08:30 arası

Zafer: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



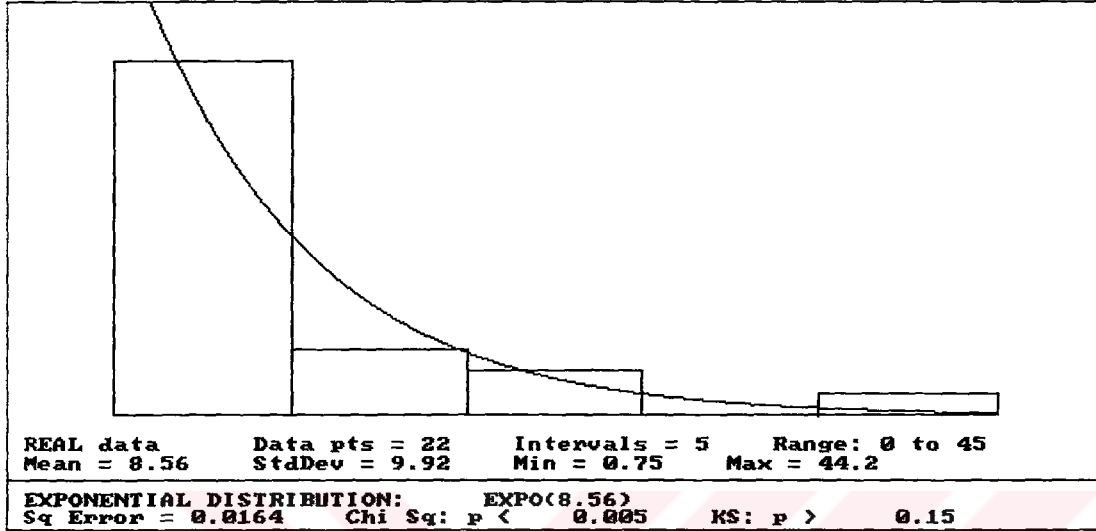
Gözlem Günü: Pazar 08:30-16:00 arası

Zafer: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



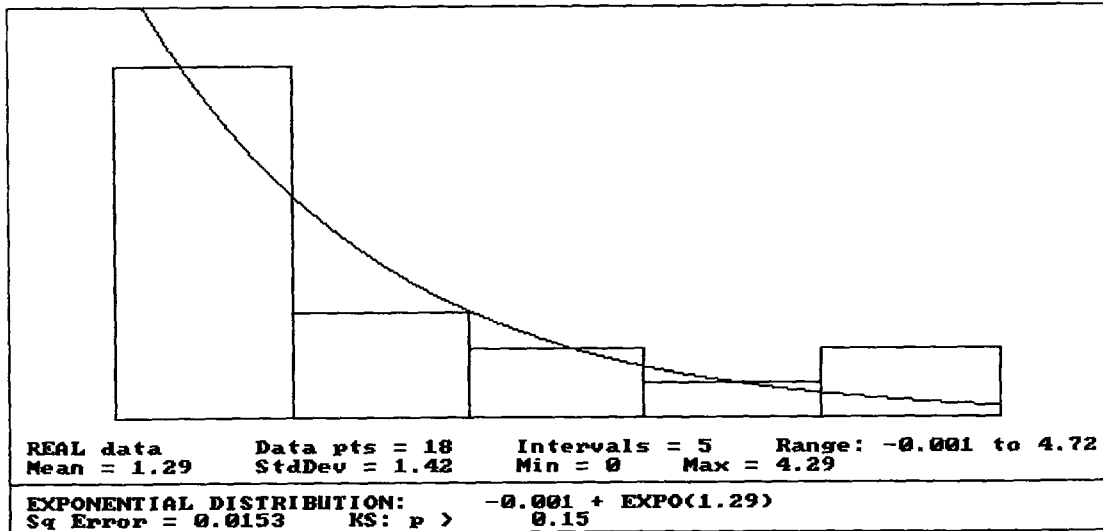
Gözlem Günü: Pazar 16:00-18:00 arası

Zafer: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği

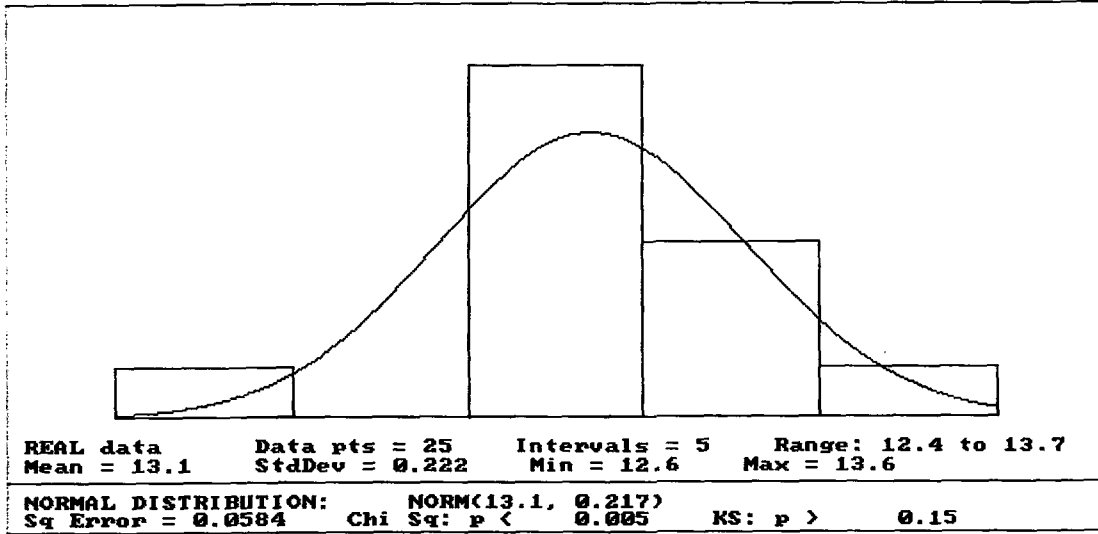


Gözlem Günü: Pazar 18:00-24:00 arası

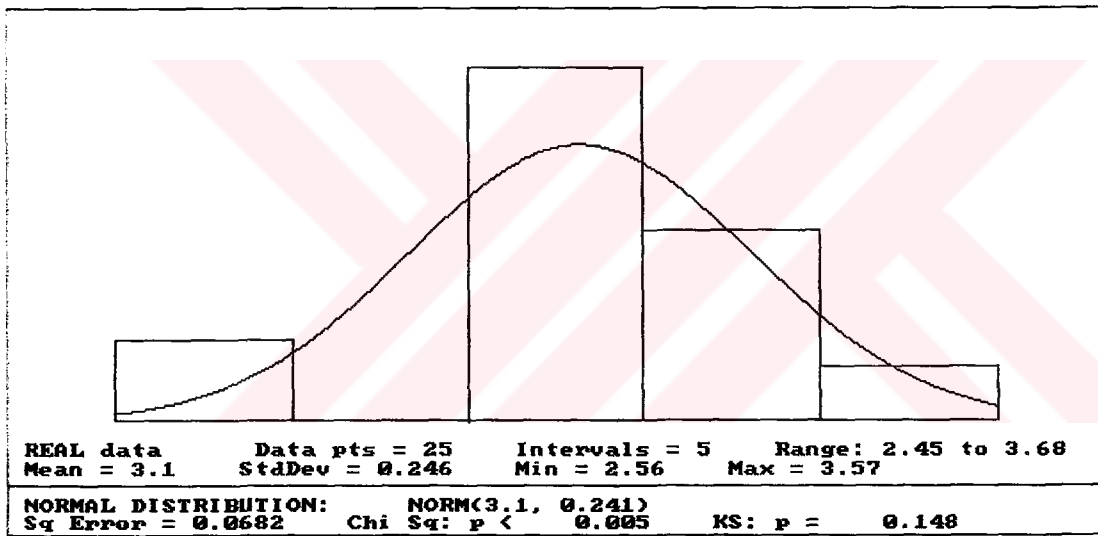
Zafer: Dakikada gelen yolcu sayısı grafiği



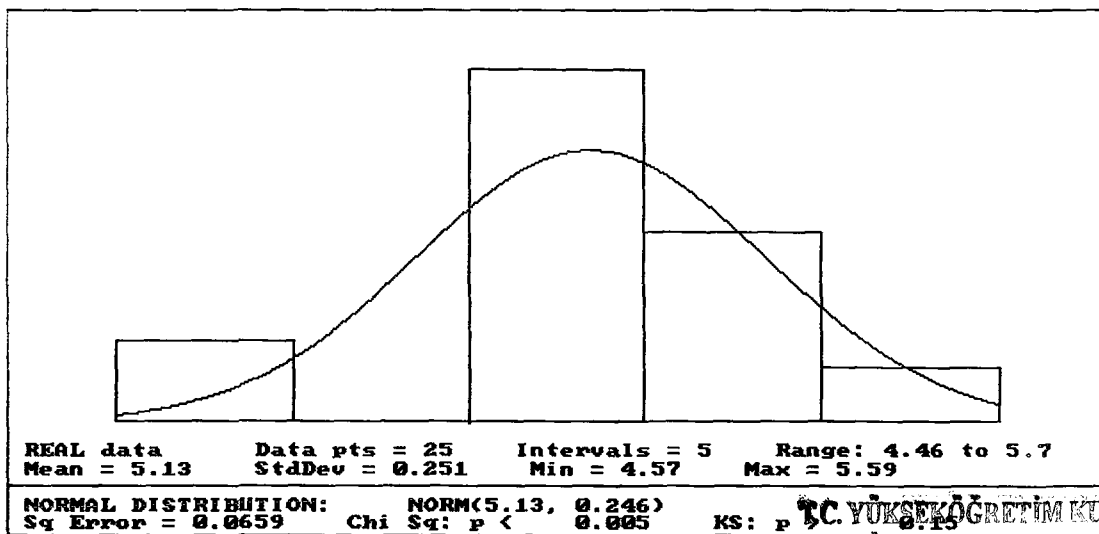
Erenkaya-Aydınlık durağı arasında geçen süre



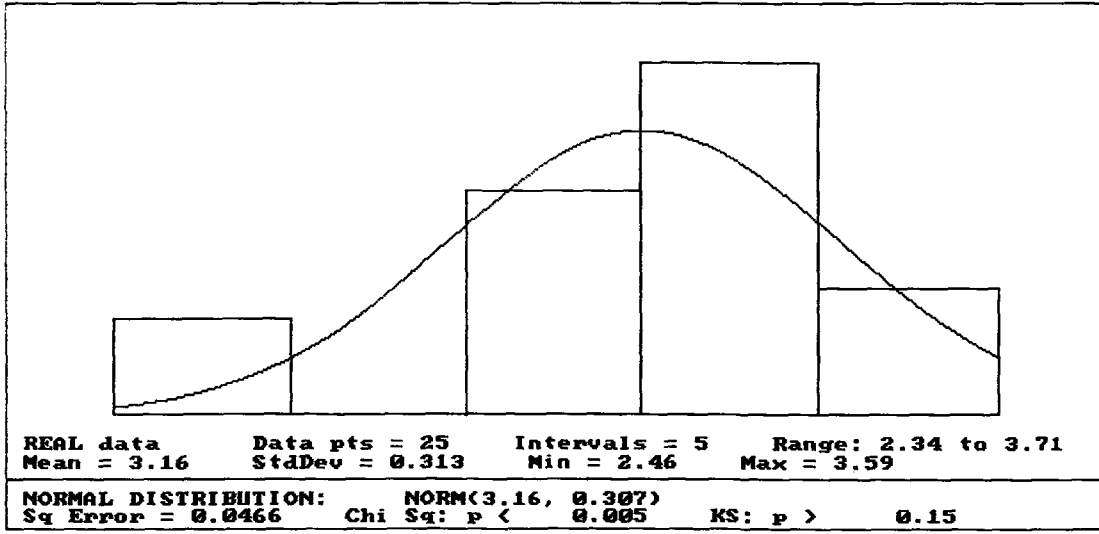
Aydınlık-Sanayi durağı arasında geçen süre



Sanayi-Otogar durağı arasında geçen süre



Belediye-Zafer durağı arasında geçen süre



5.2.4. Modelin Yapısı:

Modelde kullanılan kısıtlar ve varsayımlar:

Varsayımlar:

1- Cumhuriyet-Alaattin ve Alaattin-Cumhuriyet hattındaki duraklarda yolcu yoğunluğu aynı olacak,

2- Tramvaya binen yolcuların geçirdiği işlem zamanı, iki durak arasındaki süreye dahil edilecek,

3- Tramvaya binen yolcular son durakta inecekler,

4- Durağa gelen yolcuların tamamı tramvaya binecek,

5- Hafta içi ve hafta sonları iki durak arasında geçen zamanın aynıdır,

6- İlk tramvay her zaman 1. dakikada kalkacak,

7- Tramvay belli bir yolcu yoğunluğuna ulaştınca hareket edecek.

8- Durağa gelen yolcu, durakta 19 dakikadan fazla beklemeyecek. Yani ilk tramvayın kalkışından 19 dakika sonra 2. Tramvayın kapasitesi dolmuyorsa 20. dakikada kalkacak.

Bu varsayımlar altında model Tablo 5.6'daki gibi tasarlanmıştır. Bu tabloda zaman 1. dakikadan başlayıp 40. dakikada bitmektedir. İlk tramvay 1. dakikada kalkmaktadır. Birinci tramvayın kalkış dakikası sabittir. Daha sonra ikinci tramvay Tablo 5.7'de görüldüğü gibi 3 ile 20. dakikalar arasında yolcu yoğunluğuna göre kalkacaktır. İkinci tramvayın kalkış zamanı "Kapasite – Yolcu Farkı"nın minimum olduğu değere karşılık gelen zaman dilimidir. 2. tramvayın kalkış zamanı ile 1. tramvayın kalkış zamanı arasındaki farkı aldığımızda sıklık süresi bulunmuş olur.

5.2.5. Modelin Çözümü

Kurulan bu model, Microsoft Excel programında Visual Basic program paketçisi (macro) yardımı ile çözülmüştür. Birbirinden bağımsız macrolar, işletilmeleri esnasında birbirlerini bir düzüne bağlı olarak çağırmakta ve işlevlerini sıra ile yerine getirmektedirler. Macrolar tam olarak EK-2 kısmında verilmiştir.

Tablo 5.7: İkinci tramvay kalkış zamanı ve sıklık süresinin bulunması

TR.H	1.Dur. Yolcu Sayısı	1-2 Dur. Arası Mesafe	2.Dur. Varış Zamanı	2.Dur. Yolcu Sayısı	2-3 Dur. Arası Mesafe	3.Dur. Varış Zamanı	3.Dur. Yolcu Sayısı	3-4 Dur. Arası Mesafe	4.Dur. Varış Zamanı	4.Dur. Yolcu Sayısı	4-5 Dur. Arası Mesafe	5.Dur. Varış Zamanı	5.Dur. Yolcu Sayısı	5-6 Dur. Arası Mesafe	6.Dur. Varış Zamanı	6.Dur. Yolcu Sayısı	Toplam Yolcu Sayısı	Kapasite(171)- Yolcu farkı	2.Tr.Kalkış Zamanı	
1	14	15	19	4	5	24	5	5	24	0	5	29	0	4	33	4	4	167		
2	13	15	19	4	5	24	5	4	24	0	4	28	0	4	32	0	4	141		
3	3	16	19	3	5	24	6	4	26	10	4	30	1	4	34	7	30	131		
4	4	17	21	4	5	27	9	4	31	12	4	32	2	3	34	7	40	114		
5	5	19	22	3	5	28	10	4	32	15	4	34	4	4	36	16	57			
6	6	20	23	3	5	30	16	4	34	17	4	34	8	4	38	28	84			
7	7	21	25	4	5	30	16	4	34	17	4	34	8	4	38	28	86			
8	8	22	25	3	5	30	18	4	33	25	4	37	13	4	41	35	112			
9	9	23	27	4	6	33	21	4	33	25	5	38	14	4	42	37	120			
10	10	24	28	4	5	33	21	4	33	25	4	37	13	3	40	31	114			
11	11	24	28	4	5	34	22	4	34	28	4	38	14	4	42	37	128			
12	12	26	29	3	5	34	22	4	34	28	5	39	16	4	43	38	132			
13	13	26	29	3	5	37	22	4	37	26	4	41	18	4	45	41	143			
14	14	28	32	4	5	38	27	4	38	26	4	42	19	4	46	42	159			
15	15	29	33	4	5	38	28	4	40	37	4	44	21	4	48	42	161			
16	16	30	33	3	5	40	34	4	40	41	4	44	21	4	48	55	188		16	
17	17	31	35	4	5	40	34	4	40	41	4	44	21	4	48	55	189			
18	18	31	36	4	5	40	34	4	40	41	4	44	21	4	49	59	196			
19	19	32	35	3	5	40	34	4	40	41	5	45	22	4	50	60	213			
20	20	34	37	3	5	42	38	4	42	46	4	46	25	4	50	60	213			
																			2.Tr. Kalkış Zamanı:	16
																			Sıklık Süresi:	15

5.2.6. Modelin Çıktıları

Bu modelin tek çıktısı Tablo 5.8’de görülen tramvayların sıklık süresidir. Sıklık süresi ise şöyle bulunmaktadır. Model her çalıştırıldığında alınan sonuç daha önceki bulunan sonuçlarla beraber ortalaması alınmaktadır. Bu alınan ortalamalardan en sonuncusu ile bir önceki ortalama karşılaştırılmaktadır. Eski ile yeni ortalama birbirlerine eşitse modelin çalıştırılması durdurulmaktadır. Böylece sıklık süresi bulunmuş olunur. Modelde kullanılan rasgele sayılar Excel’in içindeki hazır “s_sayı_üret” fonksiyonu yardımı ile üretilmiştir.

Tablo 5.8: Periyotlara göre tramvay sıklık süreleri

Periyotlar	Hafta İçi	Cumartesi	Pazar
06:00-07:00	10	14	18
07:00-08:30	2	4	7
08:30-16:00	3	4	4
16:00-18:00	3	3	4
18:00-24:00	9	11	13

Böylece tramvayların sıklık süreleri belirlendikten sonra haftalık tramvay hareket çizelgesi rahatlıkla oluşturulur. Oluşturulan yeni tramvay çizelgesi EK-3’de verilmektedir.

Bu sonuçlar elde edildikten sonra sırada bu tramvay hareket çizelgesine göre gerekli vatman sayısı nedir ve bu vatmanlar ne zaman çalışacak sorularına cevap aranacaktır.

5.3. Çizelgeleme Modeli

5.3.1. Kullanılan Bilgisayar Programı

Kurulan simülasyon modeli ve vatmanların çizelgelenmesinde kullanılan TOD, DOW ve atama modellerinde kullanılan doğrusal tamsayılı programlama modellerinin çözümleri Microsoft Excel programında yapılmıştır. Doğrusal tamsayılı

programlama modellerinin çözümü için bu yazılımın iç eki olan Solver (Çözücü) kullanılmıştır. Microsoft Excel Çözücü, Austin'deki Texas Üniversitesi'nden Leon Lasdon'ın ve Cleveland State Üniversitesi'nden Allan Waren'ın geliştirdiği Generalized Reduced Gradient (GRG2) doğrusal olmayan en iyi hale getirme kodunu kullanır.

Doğrusal ve tamsayı problemleri, Frontline Systems, Inc.'tan John Watson ve Dan Fylstra tarafından uygulanan değişkenlerdeki sınırlarla simplex yöntemini ve *branch-and-bound* yöntemini kullanır.

Solver iç ekinde amaç fonksiyonu (set target cell), amaç fonksiyonunun minimum, maksimum veya bir değere eşit olduğunu, bağ koşullarını tanımlayıp çözüme gidilir.

5.3.2. Personel Çizelgeleme Modeli

5.3.2.1. Bütünleşik Hemşire Çizelgeleme Modeli

Kullanacağımız model; bütünleşik hemşire çizelgeleme modeli olarak geliştirilmiştir. Bu modelde TOD ve DOW şeklinde iki ayrı model bulunmaktadır. Kullanacağımız model bunların birleştirilmesi ile oluşturulmuştur.

Modelin Formülasyonu:

Modeli formüle ederken personel sayısının sınırlı ya da sınırsız olması durumlarına göre farklı yollar izlenir.

Sınırsız Personel Sayısı: TOD ve DOW problemlerinin birleşimi vardır. İlk önce TOD problemi çözülmekte ve alınan sonuçlar DOW probleminin girdileri olmaktadır.

Sınırlı Personel Sayısı: Bu kısımda ise elde bulunan personel sayısının belli olduğu durumlarda kullanılmaktadır. İlk önce DOW problemi, toplam personel sayısı, çizelgelenen personel sayısına eşit olacak şekilde düzenlenen bağ koşuluyla çözümler her periyot için çözümlenmektedir. Her periyot için çözümlenenden alınan çözümler her gün için kullanılabilir personel sayısı bağ koşulu ile TOD problemine eklenir ve TOD problemi çözümlenir.

Bu çalışmamızda sınırsız personel sayısı incelendi.

5.3.3. TOD Problemi

Personel sayısının (kadro ölçeğinin) sınırsız olması durumunda TOD ve DOW problemlerinin birleştirilmesinde ilk olarak TOD problemi çözülür. Daha sonra onun çözümleri DOW probleminin çözümü için istek olarak kullanılır. TOD çizelgeleme problem formülasyonu:

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Minimize } Z = \sum_{k=1}^{K_i} C_{ik} X_{ik}$$

Amaç fonksiyonunda sadece toplam çalışan sayısının minimizasyonu yer almaktadır. Maliyet unsuru formülasyonda yer almayacaktır. Bunun nedeni bütün vatmanların toplam çalışma saatinin ve aldıkları ücretin aynı olmasıdır.

Kısıtlar:

$$\sum_{k=1}^{K_i} A_{ik} X_{ik} \geq D_{il} \quad l = 1, 2, \dots, L_i$$

$X_{ik} \geq 0$ ve tamsayı

C_{ik} = i gününde k çalışma aralığında çalışan bir vatmanın maliyeti,

i = Haftanın günleri; Pazartesi, ..., Pazar,

K_i = i gününde olabilecek mümkün çalışma aralıkları sayısı,

L_i = i gününde çizelgelenen periyot sayısı,

X_{ik} = i gününde k çalışma aralığında çizelgelenen vatman sayısı,

D_{il} = i gününde l periyodundaki vatman talebi,

$A_{ik} = L_i * K_i$ boyutlu vardiya matrisi,

$a_{ik} = 1$ ise l periyodunda k vardiyasında çalışma vardır,

$a_{ik} = 0$ aksi halde.

A_{ik} matrisi hazırlanırken sabah 06:00 ile akşam 24:00 arası her 12 dakikada bir vatman son durakta tramvay kaldırmak için hazır olacak şekilde çalışan vatman bulunmasına dikkat edilmiştir. A_{ik} matrisindeki vardiya tipleri Tablo 5.9'da görüldüğü gibi 25 tanedir. Bu matris hazırlanırken tramvayların parkur süresi dikkate alınmıştır. Bir tramvayın Cumhuriyetten çıkıp tekrar Cumhuriyete dönmesi 1 saati almaktadır. Vatmanların çalışma zamanı '0' veya '1' değeriyle gösterilmiştir. Eğer herhangi bir zaman aralığında '1' değeri almışsa, vatman o zaman aralığında tramvay

Tablo 5.9: TOD probleminin hafta içi çözümü

İstekler																										AMAÇ	56			
	1	2	1	2	3	2	4	5	4	3	4	1	2	0	1	0	3	2	4	3	4	1	2	1	1			1		
Saatler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Kısıtlar	Talep			
06:00-6:12	1																										2	2		
06:12-6:24	0	1																										1	1	
06:24-06:36	0	0	1																									2	1	
06:36-06:48	0	0	0	1																								3	1	
06:48-07:00	0	0	0	0	1																							2	2	
07:00-07:12	1	0	0	0	0	1																						6	6	
07:12-07:24	0	1	0	0	0	0	1																					6	6	
07:24-07:36	0	0	1	0	0	0	0	1																				6	6	
07:36-07:48	0	0	0	1	0	0	0	0	1																			6	6	
07:48-08:00	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1																		6	6	
08:00-08:12	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1																	7	6	
08:12-08:24	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1																8	6	
08:24-08:36	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1															6	5	
08:36-08:48	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1														7	4	
08:48-09:00	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0														6	4	
09:00-09:12	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0														7	4	
09:12-09:24	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0														8	4	
09:24-09:36	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0														6	4	
09:36-09:48	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1														7	4	
09:48-10:00	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0														6	4	
10:00-10:12	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0														7	4	
10:12-10:24	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0														8	4	
10:24-10:36	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0														6	4	
10:36-10:48	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1														7	4	
10:48-11:00	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0														6	4	
11:00-11:12	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0														7	4	
11:12-11:24	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0														8	4	
11:24-11:36	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0														6	4	
11:36-11:48	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1														7	4	
11:48-12:00	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0														6	4	
12:00-12:12	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0														7	4	
12:12-12:24	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0														8	4	
12:24-12:36	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0														6	4	
12:36-12:48	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1														7	4	
12:48-13:00	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0														6	4	
13:00-13:12	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0														7	4	
13:12-13:24	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0														8	4	
13:24-13:36	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0														6	4	
13:36-13:48	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0														7	4	
13:48-14:00	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0														6	4	
14:00-14:12	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0														5	4	
14:12-14:24	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0														7	4	
14:24-14:36	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0														4	4	
14:36-14:48	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0														4	4	
14:48-15:00							0	0	1	0	0	0	0	0	1														4	4
15:00-15:12								0	0	1	0	0	0	0	0														4	4
15:12-15:24									0	0	1	0	0	0															4	4
15:24-15:36										0	0	1	0	0															4	4
15:36-15:48											0	0	1	0															4	4
15:48-16:00												0	0	1															4	4
16:00-16:12														0															4	4
16:12-16:24															0	1													4	4
16:24-16:36																0	1												5	4
16:36-16:48																	0	0	1										4	4
16:48-17:00																		0	0	0	1								5	4
17:00-17:12																			1	0	0	0	0						4	4
17:12-17:24																				0	1	0	0	0					4	4
17:24-17:36																					0	1	0	0					5	4
17:36-17:48																					0	0	0	1	0				4	4
17:48-18:00																					1	0	0	0	1				5	4
18:00-18:12																						1	0	0	0	0			4	1
18:12-18:24																						0	1	0	0	0			4	1
18:24-18:36																						0	0	1	0	0			5	2
18:36-18:48																						0	0	0	1	0			4	1
18:48-19:00																						1	0	0	0	1			5	1
19:00-19:12																						0	1	0	0	0			4	2
19:12-19:24																						0	0	1	0	0	0		4	1
19:24-19:36																						0	0	0	1	0	0		5	1
19:36-19:48																						0	0	0	0	1	0		4	2
19:48-20:00																						1	0	0	0	1			5	1
20:00-20:12																						0	1	0	0	0	0		4	1
20:12-20:24																						0	0	1	0	0	0		4	2
20:24-20:36																						0	0	0	1	0	0		5	1
20:36-20:48																						0	0	0	1	0	0			

Tablo 5.11: TOD probleminin Pazar günü çözümü

İstekler	1	1	1	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	AMAÇ	34	
Saatler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Kırtlar	Talep		
06:00-6:12	1																										1	1	
06:12-6:24	0	1																										1	1
06:24-06:36	0	0	1																									1	1
06:36-06:48	0	0	0	1																								0	0
06:48-07:00	0	0	0	0	1																							1	1
07:00-07:12	1	0	0	0	0	1																						2	2
07:12-07:24	0	1	0	0	0	0	1																					2	2
07:24-07:36	0	0	1	0	0	0	0	1																				2	2
07:36-07:48	0	0	0	1	0	0	0	0	1																			2	1
07:48-08:00	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1																		3	2
08:00-08:12	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1																	4	2
08:12-08:24	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1																4	1
08:24-08:36	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1															4	3
08:36-08:48	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1														3	3
08:48-09:00	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1													3	3
09:00-09:12	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1												4	3
09:12-09:24	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1											4	3
09:24-09:36	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1											4	3
09:36-09:48	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1										3	3
09:48-10:00	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1								3	3
10:00-10:12	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1												4	3
10:12-10:24	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1												4	3
10:24-10:36	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1											4	3
10:36-10:48	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1										3	3
10:48-11:00	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1									3	3
11:00-11:12	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1									4	3
11:12-11:24	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1									4	3
11:24-11:36	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0									4	3
11:36-11:48	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1									3	3
11:48-12:00	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1								3	3
12:00-12:12	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1								4	3
12:12-12:24	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1								4	3
12:24-12:36	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0									4	3
12:36-12:48	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0									3	3
12:48-13:00	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1								3	3
13:00-13:12	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1								4	3
13:12-13:24	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1								4	3
13:24-13:36	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0									4	3
13:36-13:48	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1									3	3
13:48-14:00	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1									3	3
14:00-14:12	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1								3	3
14:12-14:24	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1								3	3
14:24-14:36	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1								3	3
14:36-14:48	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0									3	3
14:48-15:00	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1								3	3
15:00-15:12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1							4	3
15:12-15:24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1							3	3
15:24-15:36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1							4	3
15:36-15:48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1							3	3
15:48-16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0								3	3
16:00-16:12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1									3	3
16:12-16:24	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1									3	3
16:24-16:36	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1								3	3
16:36-16:48	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1								3	3
16:48-17:00	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1								4	3
17:00-17:12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1							3	3
17:12-17:24	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1							3	3
17:24-17:36	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0								3	3
17:36-17:48	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0								3	3
17:48-18:00	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1									4	3
18:00-18:12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1								3	1
18:12-18:24	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1								3	1
18:24-18:36	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0									3	1
18:36-18:48	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0								3	0
18:48-19:00	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1									4	1
19:00-19:12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1								3	1
19:12-19:24	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0								3	1
19:24-19:36	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0								3	1
19:36-19:48	0	0</																											

$$\begin{array}{rcl}
& & X18 & + & & X23 & \geq & 1 \\
& & & & X19 & + & & X24 & \geq & 2 \\
X15 & + & & & X2 & + & & X25 & \geq & 1 \\
& X16 & + & & & X21 & & & \geq & 1 \\
& & X17 & + & & X22 & & & \geq & 2 \\
& & & & X18 & + & & X23 & \geq & 1 \\
& & & & X19 & + & & X24 & \geq & 1 \\
X15 & + & & & X2 & + & & X25 & \geq & 2 \\
& X16 & + & & & X21 & & & \geq & 1 \\
& & X17 & + & & X22 & & & \geq & 1 \\
& & & & X18 & + & & X23 & \geq & 2 \\
& & & & X19 & + & & X24 & \geq & 1 \\
X15 & + & & & X2 & + & & X25 & \geq & 1 \\
& X16 & + & & & X21 & & & \geq & 2 \\
& & X17 & + & & X22 & & & \geq & 1 \\
& & & & X18 & + & & X23 & \geq & 1 \\
& & & & X19 & + & & X24 & \geq & 2 \\
& & & & & X2 & + & & X25 & \geq & 1 \\
& & & & & & X21 & & & \geq & 1 \\
& & & & & & & X22 & & \geq & 2 \\
& & & & & & & & X23 & \geq & 1 \\
& & & & & & & & & X24 & \geq & 1 \\
& & & & & & & & & & X25 & \geq & 1
\end{array}$$

$X_k \geq 0$ ve tamsayı

TOD hesaplamaları ile temin edilen vardiya tipleri için haftanın tüm günlerine ilişkin çizelgelemenin geliştirilebilmesi, her periyot için bağımsız olarak bir DOW alt probleminin çözülmesi ile mümkündür. TOD probleminde bulunan çözümler DOW probleminin sağ tarafını oluşturacaktır. TOD vardiya tipleri, ihtiyaç duyulan DOW formülasyonlarına yerleştirildiğinde, çalışma yapılarındaki optimum günler elde edilecektir.

5.3.4. DOW Problemi

Modelinin Formülasyonu:

$$\text{Minimize } Z = \sum_{j=1}^J X_j$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^J A_{ij} X_j \geq D_i \quad i = 1, 2, \dots, 7$$

$X_j \geq 0$ ve tamsayı,

$X_j = j$ vardiyasında (çalışma yapısında) bulunan vatman sayısı,

$A_{ij} = 7 \times J$ 'lik bir matris; $a_{ij} = 1$ eğer i günü j vardiyasında çalışıyorsa,

$a_{ij} = 0$ aksi halde,

$D_i = i$ gününde toplam vatman talebi.

Tablo 5.12: 7*7 boyutlu A_{ij} haftalık vardiya matrisi

	1	2	3	4	5	6	7
Pazartesi	0	1	1	1	1	1	1
Salı	1	0	1	1	1	1	1
Çarşamba	1	1	0	1	1	1	1
Perşembe	1	1	1	0	1	1	1
Cuma	1	1	1	1	0	1	1
Cumartesi	1	1	1	1	1	0	1
Pazar	1	1	1	1	1	1	0

A_{ij} matrisinde bulunan her bir vardiya tipi haftanın bir günü tatili göstermektedir. Raylı sistemde çalışan vatmanlarda haftada 6 gün çalışıp bir gün tatil yapmaktadırlar.

Tablo 5.13: DOW probleminin girdileri

	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
Sabah	34	34	34	34	34	19	18
Gün	16	16	16	16	16	14	10
Akşam	6	6	6	6	6	6	6
Toplam	56	56	56	56	56	39	34

DOW Problemi Çözümleri:

Tablo 5.14: Sabah periyodu için DOW probleminin çözümü

İstekler	1	1	1	0	0	15	17	AMAÇ =	35
	1	2	3	4	5	6	7	Kısıtlar	Talep
Pazartesi	0	1	1	1	1	1	1	34	34
Salı	1	0	1	1	1	1	1	34	34
Çarşamba	1	1	0	1	1	1	1	34	34
Perşembe	1	1	1	0	1	1	1	35	34
Cuma	1	1	1	1	0	1	1	35	34
Cumartesi	1	1	1	1	1	0	1	20	19
Pazar	1	1	1	1	1	1	0	18	18

Tablo 5.15: Gün periyodu için DOW probleminin çözümü

İstekler	1	2	1	2	2	3	7	AMAÇ =	18
	1	2	3	4	5	6	7	Kısıtlar	Talep
Pazartesi	0	1	1	1	1	1	1	17	16
Salı	1	0	1	1	1	1	1	16	16
Çarşamba	1	1	0	1	1	1	1	17	16
Perşembe	1	1	1	0	1	1	1	16	16
Cuma	1	1	1	1	0	1	1	16	16
Cumartesi	1	1	1	1	1	0	1	15	14
Pazar	1	1	1	1	1	1	0	11	10

Tablo 5.16: Akşam periyodu için DOW probleminin çözümü

İstekler	1	1	1	1	1	1	1	AMAÇ=	7
	1	2	3	4	5	6	7	Kısıtlar	Talep
Pazartesi	0	1	1	1	1	1	1	6	6
Salı	1	0	1	1	1	1	1	6	6
Çarşamba	1	1	0	1	1	1	1	6	6
Perşembe	1	1	1	0	1	1	1	6	6
Cuma	1	1	1	1	0	1	1	6	6
Cumartesi	1	1	1	1	1	0	1	6	6
Pazar	1	1	1	1	1	1	0	6	6

DOW çizelgeleme probleminin sabah periyodu için açık formülasyonu aşağıda görülmektedir.

$$\text{Minimize } Z = X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7$$

$$\begin{aligned} X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 &\geq 34 \\ X1 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 &\geq 34 \\ X1 + X2 + X4 + X5 + X6 + X7 &\geq 34 \\ X1 + X2 + X3 + X5 + X6 + X7 &\geq 34 \\ X1 + X2 + X3 + X4 + X6 + X7 &\geq 34 \\ X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X7 &\geq 19 \\ X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 &\geq 18 \end{aligned}$$

$$X_j \geq 0 \text{ ve tamsayı}$$

DOW probleminin formülasyonu aynı şekilde gün ve akşam periyotları içinde yazılır.

Tablo 5.17: DOW probleminin çözümlerinin birleştirilmesi

	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
Sabah	1	1	1	0	0	15	17
Gün	1	2	1	2	2	3	7
Akşam	1	1	1	1	1	1	1
Toplam	3	4	3	3	3	19	25

DOW probleminin de çözümleri bulunduktan sonra bu iki modelin birleştirilmesine gerek vardır.

5.3.5. Çözümlerin Birleştirilmesi

TOD ve DOW problemlerinin çözümünden sonra bu iki çözümün birleştirilmesine gerek vardır. İki çözüm sezgisel olarak Tablo 5.18(a) ve Tablo 5.18(b)'de birleştirilmiştir.

Tablo 5.18(a): Vatmanlar için tüm haftanın sabah periyodunun çizelgelenmesi

Periyot	Vardiya Numarası	Vardiya Başlangıcı	Çalışma Günleri	Tatil Günü
Sabah	1	06:00	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Pa	Cumartesi
	2	06:00	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar
	3	06:12	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar
	4	06:24	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Pa	Cumartesi
	5	06:24	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar
	6	06:36	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar
	7	06:36	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar
	8	06:36	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Pa	Cumartesi
	9	06:48	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Pa	Cumartesi
	10	07:48	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar
	11	07:00	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar
	12	07:00	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar
	13	07:00	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar
	14	07:00	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Pa	Cumartesi
	15	07:12	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Pa	Cumartesi
	16	07:12	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Pa	Cumartesi
	17	07:12	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Pa	Cumartesi
	18	07:12	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar
	19	07:12	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar
	20	07:24	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar
	21	07:24	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar
	22	07:24	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar
	23	07:24	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Pa	Cumartesi
	24	07:36	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar
	25	07:36	Sa-Çar-Per-Cu-Cts-Pa	Pazartesi
	26	07:36	Pt-Sa-Per-Cu-Cts-Pa	Çarşamba
	27	07:48	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Pa	Cumartesi
	28	07:48	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Pa	Cumartesi
	29	07:48	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Pa	Cumartesi
	30	07:48	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar
	31	08:00	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Pa	Cumartesi
	32	08:12	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Pa	Cumartesi
	35	08:12	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar
	34	08:24	Pt-Çar-Per-Cu-Cts-Pa	Salı
	35	08:36	Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Pa	Cumartesi

Tablo 5.18(b): Vatmanlar için tüm haftanın gün ve akşam periyotlarının çizelgelenmesi

Periyot	Vardiya Numarası	Vardiya Başlangıcı	Çalışma Günleri	Tatil Günü
Gün	36		Sa-Çar-Per-Cu-Cts-Pa	Pazartesi
	37		Pt-Çar-Per-Cu-Cts-Pa	Salı
	38		Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar
	39		Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar
	40		Pt-Çar-Per-Cu-Cts-Pa	Salı
	41		Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Pa	Cumartesi
	42		Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar
	43		Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar
	44		Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar
	45		Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Pa	Cumartesi
	46		Pt-Sa-Per-Cu-Cts-Pa	Çarşamba
	47		Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Pa	Cumartesi
	48		Pt-Sa-Çar-Cu-Cts-Pa	Perşembe
	49		Pt-Sa-Çar-Per-Cts-Pa	Cuma
	50		Pt-Sa-Çar-Cu-Cts-Pa	Perşembe
Akşam	51		Pt-Sa-Çar-Per-Cts-Pa	Cuma
	52		Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar
	53		Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar
	54		Sa-Çar-Per-Cu-Cts-Pa	Pazartesi
	55		Pt-Çar-Per-Cu-Cts-Pa	Salı
	56		Pt-Sa-Per-Cu-Cts-Pa	Çarşamba
	57		Pt-Sa-Çar-Cu-Cts-Pa	Perşembe
	58		Pt-Sa-Çar-Per-Cts-Pa	Cuma
	59		Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Pa	Cumartesi
	60		Pt-Sa-Çar-Per-Cu-Cts	Pazar

Bu birleştirme yapılırken örneğin sabah periyodunda 1 nolu vardiyada hafta içi 2 kişi, Cumartesi ve Pazar günü ise 1 kişi gerekmektedir. Bu nedenle 1 nolu vardiya tipine 2 kişi atanmış ve tatil günleri de Cumartesi ve Pazar olarak DOW problemi çözümlerinden alınmıştır. Böylece hafta içi 2, hafta sonu da 1'er kişi çalışmış olacaktır. Diğer atamalarda bu şekilde yapılmıştır. Bu atamalardan sonra Tablo 5.19'de gerekli olan vatman sayısı ve atanan vatman sayısı gösterilmiştir.

Tablo 5.19: Haftanın günlerine göre vardiya görevlendirmeleri

Periyot	Vardiya Başlangıcı	Hafta İçi İhtiyaç	Cumartesi İhtiyaç	Pazar İhtiyaç	ATAMALAR						
					Pt	Sa	Çar	Per	Cu	Cts	Pa
Sabah	06:00	2	1	1	2	2	2	2	2	1	1
	06:12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	06:24	2	1	1	2	2	2	2	2	1	1
	06:36	3	1	0	3	3	3	3	3	2	1
	06:48	2	3	1	2	2	2	2	2	1	1
	07:00	4	3	1	4	4	4	4	4	3	1
	07:12	5	2	1	5	5	5	5	5	2	3
	07:24	4	3	1	4	4	4	4	4	3	1
	07:36	3	3	2	2	3	2	3	3	3	2
	07:48	4	0	2	4	4	4	4	4	1	3
	08:00	1	0	2	1	1	1	1	1	0	1
	08:12	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1
	08:24	0	0	2	1	0	1	1	1	1	1
08:36	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	
Gün	14:48	0	3	1	1	1	2	2	2	2	2
	15:00	3	3	2	3	2	3	3	3	3	1
	15:12	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1
	15:24	4	3	2	4	4	3	4	4	3	2
	15:36	3	3	2	3	3	3	2	2	2	3
	15:48	4	0	2	4	4	4	3	3	4	2
Akşam	16:00	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
	16:12	2	2	2	3	2	2	2	3	3	3
	16:24	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
	16:36	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
	16:48	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

Yukarıdaki Tablo 5.19'da vardiya tiplerine göre haftanın her günü atanan vatman sayısı görülmektedir. Bu tablo dikkatli incelenirse eksik ve fazla vatman sayıları göze çaracaktır. Bu eksik ve fazla çalışmaları dengelemek için aşağıdaki sezgisel algoritma geliştirilmiştir.

Sezgisel Algoritma: Her bir vardiyanın kendi içindeki eksik ve fazla kapasiteleri dengelemek için gerek duyulmuştur.

1. Adım: Her bir vardiya için eksik ve fazla günler tespit edilir.

2. Adım: Tablo 5.18'deki yapıya uygun olacak şekilde çalışma günlerine başlangıç saatleri atanır.

3. Adım: Eksik ve fazla kapasiteler karşılaştırılıp birbirinin yerine atanırlar.

Bazı durumlarda fazla kapasite eksik kapasiteden daha fazla ise o vatmanlar değişik işlerde kullanılabilir (indis olarak H şeklinde gösterilecek). Örneğin arızalı tramvayları depoya götürme, eğitime gitme vb. Bu şekilde sezgisel atama yapıldığında aşağıdaki tablo oluşmaktadır.

Tablo 5.20: Başlangıç Zamanlarına Göre Vardiyalar

Periyot	Çalışma Günlerine Göre İşe Başlama Zamanı						Gerekli Çalışan Sayısı	
Sabah	A06:00	B06:00	C06:00	D06:00	E06:00	G06:00	1	
	A06:00	B06:00	C06:00	D06:00	E06:00	F06:00	1	
	A06:12	B06:12	C06:12	D06:12	E06:12	F06:12	1	
	A06:24	B06:24	C06:24	D06:24	E06:24	G06:24	1	
	A06:24	B06:24	C06:24	D06:24	E06:24	F06:24	1	
	A06:36	B06:36	C06:36	D06:36	E06:36	F06:36	1	
	A06:36	B06:36	C06:36	D06:36	E06:36	F06:48	1	
	A06:36	B06:36	C06:36	D06:36	E06:36	G06:12	1	
	A06:48	B06:48	C06:48	D06:48	E06:48	G06:48	1	
	A06:48	B06:48	C06:48	D06:48	E06:48	F06:48	1	
	A07:00	B07:00	C07:00	D07:00	E07:00	F07:00	1	
	A07:00	B07:00	C07:00	D07:00	E07:00	F07:00	1	
	A07:00	B07:00	C07:00	D07:00	E07:00	F07:00	1	
	A07:00	B07:00	C07:00	D07:00	E07:00	G07:00	1	
	A07:12	B07:12	C07:12	D07:12	E07:12	G07:12	1	
	A07:12	B07:12	C07:12	D07:12	E07:12	G08:12	1	
	A07:12	B07:12	C07:12	D07:12	E07:12	G08:24	1	
	A07:12	B07:12	C07:12	D07:12	E07:12	F07:12	1	
	A07:12	B07:12	C07:12	D07:12	E07:12	F07:12	1	
	A07:24	B07:24	C07:24	D07:24	E07:24	F07:24	1	
	A07:24	B07:24	C07:24	D07:24	E07:24	F07:24	1	
	A07:24	B07:24	C07:24	D07:24	E07:24	F07:24	1	
	A07:24	B07:24	C07:24	D07:24	E07:24	G07:24	1	
	A07:36	B07:36	C07:36	D07:36	E07:36	F07:36	1	
	B07:36	C07:36	D07:36	E07:36	F07:36	G07:36	1	
	A07:36	B07:36	D07:36	E07:36	F07:36	G07:36	1	
	A07:48	B07:48	C07:48	D07:48	E07:48	G07:48	1	
	A07:48	B07:48	C07:48	D07:48	E07:48	G07:48	1	
	A07:48	B07:48	C07:48	D07:48	E07:48	G08:00	1	
	A07:48	B07:48	C07:48	D07:48	E07:48	F06:48	1	
	A08:00	B08:00	C08:00	D08:00	E08:00	G08:00	1	
	A08:12	B08:12	C08:12	D08:12	E08:12	G08:12	1	
	A08:12	B08:12	C08:12	D08:12	E08:12	F08:12	1	
	A07:36	C07:36	DH	EH	FH	G08:24	1	
	A08:36	B08:36	C08:36	D08:36	E08:36	G08:36	1	
	Gün	B15:00	C15:24	D15:36	E15:36	F14:48	G14:48	1
AH		CH	D15:48	E15:48	F14:48	G15:00	1	
A15:00		B15:00	C15:00	D15:00	E15:00	F15:00	1	
A15:00		B15:00	C15:00	D15:00	E15:00	F15:00	1	
A15:00		C15:00	D15:00	E15:00	F15:00	G15:00	1	
A15:12		B15:12	C15:12	D15:12	E15:12	F15:12	1	
A15:12		B15:12	C15:12	D15:12	E15:12	G15:12	1	
A15:24		B15:24	C15:24	D15:24	E15:24	F15:24	1	
A15:24		B15:24	C15:24	D15:24	E15:24	F15:24	1	
A15:24		B15:24	C15:24	D15:24	E15:24	G15:24	1	
A15:24		B15:24	D15:24	E15:24	F15:24	G15:24	1	
A15:36		B15:36	C15:36	D15:36	E15:36	G15:36	1	
A15:36		B15:36	C15:36	E15:36	F15:36	G15:36	1	
A15:36		B15:36	C15:36	D15:36	F15:36	GH	1	
A15:48		B15:48	C15:48	E15:48	F15:36	G15:48	1	
A15:48		B15:48	C15:48	D15:48	F15:12	G15:48	1	
A15:48		B15:48	C15:48	D15:48	E15:48	F14:48	1	
A15:48		B15:48	C15:48	D15:48	E15:48	FH	1	
Akşam		B16:00	C16:00	D16:00	E16:00	F16:00	G16:00	1
		A16:12	C16:12	D16:12	E16:12	F16:12	G16:12	1
		A16:12	B16:12	D16:12	E16:12	F16:12	G16:12	1
		A16:00	B16:12	C16:12	E16:24	F16:36	G16:48	1
		A16:24	B16:24	C16:24	D16:24	F16:24	G16:24	1
		A16:36	B16:36	C16:36	D16:36	E15:36	G15:36	1
	A16:48	B16:48	C16:48	D16:48	E15:48	F15:48	1	

A: Pazartesi C: Çarşamba E: Cuma G: Pazar
B: Salı D: Perşembe F: Cumartesi

5.4. Atama Modeli

Tablo 5.20'de, belirlenen tramvay hattı için gerekli çalışma yapıları bulunmuştur. Daha sonraki aşama ise vatmanların kendi yaşam şartlarına uygun olan yapıyı seçmeleridir. Fakat bu yapı seçiminde bazı vatmanlar her zaman en iyi çalışma yapısını seçebilirler. Bu nedenle seçim işleminin yapılabilmesi için atama modeli kullanılacaktır.

Atama modeli temel olarak m işin, n makinaya atama problemine benzemektedir. Bir i işi, j makinasına C_{ij} maliyeti ile atanacaktır. Amacımız en az maliyetle her makinaya bir iş yüklemektir. Atama modelinin formülasyonu şu şekildedir:

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = 1 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$X_{ij} = 0 \text{ veya } 1$$

$X_{ij} = 0$, eğer i. iş j. makinaya atanmıyorsa,

$X_{ij} = 1$, eğer i. iş j. makinaya atanıyorsa,

Burada $n=m$ dir. Yani her iş bir makinaya yüklenecektir.

Bizim modelimiz ise;

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n D_{ij} X_{ij}$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = 1 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = A_{ij} \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$X_{ij} = 0 \text{ veya } 1$$

$X_{ij} = 0$, eğer i. vatman j. çalışma yapısında çalışmıyor ise,

$X_{ij} = 1$, eğer i. vatman j. çalışma yapısında çalışıyor ise,

A_{ij} = j çalışma yapısında gerekli çalışan sayısı,

D_{ij} = i. vatmanın j. çalışma yapısına verdiği puan,

Burada vatmanlardan en çok istedikleri çalışma yapılarından 4 tanesine, sırasıyla 10, 9, 8, 7 puanlarını vererek tercih etmeleri istendi. Bundan dolayı minimizasyon problemi maximizasyon problemine dönüşmüş oldu.

Modele göre her vatman sadece bir çalışma yapısına atanacaktır. Eğer herhangi bir çalışma yapısındaki ihtiyaç 1'den fazla ise aynı çalışma yapısına yine 1'den fazla vatman atanacaktır. Eğer vatman sayısı, bulunan gerekli çalışma yapısı sayısından fazla ise optimum çözüm yine sağlanır. Fazla olan vatmanlara atama yapılmamış olunur. Ters bir durumda elde bulunan vatman sayısı gerekli olan vatman sayısından az ise model çözümsüz çıkacaktır. Bunu önlemek için modele ihtiyaç sayısı kadar vatman eklemek gerekir. Bu şekilde gerekli olan vatman sayısı ile elde bulunan vatman sayısı eşitlenmiş olunur. Modelin çözümü vatmanlar için en optimum atamayı sağlar. Bu da vatmanlar için çalışma çizelgeleri olur.

Eğer vatmanların atama modeli dışında kendi yaşam stillerine uygun yapıyı seçmelerine izin verilseydi işletme bazı rotasyonel yapı politikaları belirleyecek ve her hafta değişik vatman en iyi çalışma yapısını alacaktır.

Tablo 5.21'de sabah periyodu için vatmanların çalışma yapılarına verdikleri puanlar görülmektedir.

Tablo 5.22'de atama probleminin sabah periyodu için çözümleri görülmektedir. Sabah periyodu için 18 tane çalışma yapısı bulunmuştu. Bu çalışma yapılarına vatmanların istedikleri de göz önüne alınarak atamaları yapılmıştır. Çözüm matrisinde i. vatman j. çalışma yapısında çalışıyorsa 1, çalışmıyorsa 0 değerini almaktadır. Bu atama modelinin çözümünde amaç fonksiyonunun aldığı değer 318'dir. Diğer periyotlar içinde bu şekilde çözüm bulunmuştur.

Tablo 5.23: Gün periyodu için vatmanların çalışma yapılarına verdikleri puanlar

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Vatman36	9	10	7				8											
Vatman37							10	9				7			8			
Vatman38			8									9			7			10
Vatman39	8										9				10		7	
Vatman40						9				8			10					7
Vatman41		7		8		9											10	
Vatman42		9	8								7							10
Vatman43	8								10	9								7
Vatman44					9		8							10	7			
Vatman45				9			10			8							7	
Vatman46	8					10					7					9		
Vatman47				8				10	9			7						
Vatman48	7												10	9				8
Vatman49				9	8							10		7				
Vatman50	10		7		9													8
Vatman51			10						8				9				7	
Vatman52		10					7	9		8								
Vatman53								9				8			10			7

Tablo 5.24: Gün periyodu için atama modelinin çözümü

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Vatman36	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vatman37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Vatman38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Vatman39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Vatman40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Vatman41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Vatman42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Vatman43	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vatman44	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vatman45	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vatman46	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vatman47	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vatman48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Vatman49	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vatman50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vatman51	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vatman52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Vatman53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Amaç = 172

Tablo 5.25: Akşam periyodu için vatmanların çalışma yapılarına verdikleri puanlar ve atama modelinin çözümü

	1	2	3	4	5	6	7
Vatman54		10	9		8		7
Vatman55			8	7	9		10
Vatman56	8	10	9				7
Vatman57			8	7	10	9	
Vatman58	9			10		7	8
Vatman59	10	7		8		9	
Vatman60	7	8			9		10

	1	2	3	4	5	6	7
Vatman54	0	1	0	0	0	0	0
Vatman55	0	0	0	0	0	0	1
Vatman56	0	0	1	0	0	0	0
Vatman57	0	0	0	0	0	1	0
Vatman58	0	0	0	1	0	0	0
Vatman59	1	0	0	0	0	0	0
Vatman60	0	0	0	0	1	0	0

Amaç = 67

Böylece atama modeli kullanılarak vatmanlar için en uygun çalışma yapısı bulunmuş olunur. Bu sonuçları Tablo 5.20 ile birleştirerek gösterirsek Tablo 5.26 aşağıdaki gibi oluşur.



Tablo 5.26: Çalışma yapılarına vatmanların atanması

Periyot	Çalışma Günlerine Göre İşe Başlama Zamanı						Atanan Vatmanlar	
Sabah	A _{06:00}	B _{06:00}	C _{06:00}	D _{06:00}	E _{06:00}	G _{06:00}	Vatman31	
	A _{06:00}	B _{06:00}	C _{06:00}	D _{06:00}	E _{06:00}	F _{06:00}	Vatman11	
	A _{06:12}	B _{06:12}	C _{06:12}	D _{06:12}	E _{06:12}	F _{06:12}	Vatman18	
	A _{06:24}	B _{06:24}	C _{06:24}	D _{06:24}	E _{06:24}	G _{06:24}	Vatman14	
	A _{06:24}	B _{06:24}	C _{06:24}	D _{06:24}	E _{06:24}	F _{06:24}	Vatman2	
	A _{06:36}	B _{06:36}	C _{06:36}	D _{06:36}	E _{06:36}	F _{06:36}	Vatman21	
	A _{06:36}	B _{06:36}	C _{06:36}	D _{06:36}	E _{06:36}	F _{06:48}	Vatman29	
	A _{06:36}	B _{06:36}	C _{06:36}	D _{06:36}	E _{06:36}	G _{06:12}	Vatman23	
	A _{06:48}	B _{06:48}	C _{06:48}	D _{06:48}	E _{06:48}	G _{06:48}	Vatman7	
	A _{06:48}	B _{06:48}	C _{06:48}	D _{06:48}	E _{06:48}	F _{06:48}	Vatman9	
	A _{07:00}	B _{07:00}	C _{07:00}	D _{07:00}	E _{07:00}	F _{07:00}	Vatman24	
	A _{07:00}	B _{07:00}	C _{07:00}	D _{07:00}	E _{07:00}	F _{07:00}	Vatman27	
	A _{07:00}	B _{07:00}	C _{07:00}	D _{07:00}	E _{07:00}	F _{07:00}	Vatman25	
	A _{07:00}	B _{07:00}	C _{07:00}	D _{07:00}	E _{07:00}	G _{07:00}	Vatman26	
	A _{07:12}	B _{07:12}	C _{07:12}	D _{07:12}	E _{07:12}	G _{07:12}	Vatman16	
	A _{07:12}	B _{07:12}	C _{07:12}	D _{07:12}	E _{07:12}	G _{08:12}	Vatman30	
	A _{07:12}	B _{07:12}	C _{07:12}	D _{07:12}	E _{07:12}	G _{08:24}	Vatman12	
	A _{07:12}	B _{07:12}	C _{07:12}	D _{07:12}	E _{07:12}	F _{07:12}	Vatman5	
	A _{07:12}	B _{07:12}	C _{07:12}	D _{07:12}	E _{07:12}	F _{07:12}	Vatman28	
	A _{07:24}	B _{07:24}	C _{07:24}	D _{07:24}	E _{07:24}	F _{07:24}	Vatman3	
	A _{07:24}	B _{07:24}	C _{07:24}	D _{07:24}	E _{07:24}	F _{07:24}	Vatman6	
	A _{07:24}	B _{07:24}	C _{07:24}	D _{07:24}	E _{07:24}	F _{07:24}	Vatman33	
	A _{07:24}	B _{07:24}	C _{07:24}	D _{07:24}	E _{07:24}	G _{07:24}	Vatman17	
	A _{07:36}	B _{07:36}	C _{07:36}	D _{07:36}	E _{07:36}	F _{07:36}	Vatman1	
	B _{07:36}	C _{07:36}	D _{07:36}	E _{07:36}	F _{07:36}	G _{07:36}	Vatman15	
	A _{07:36}	B _{07:36}	D _{07:36}	E _{07:36}	F _{07:36}	G _{07:36}	Vatman10	
	A _{07:48}	B _{07:48}	C _{07:48}	D _{07:48}	E _{07:48}	G _{07:48}	Vatman34	
	A _{07:48}	B _{07:48}	C _{07:48}	D _{07:48}	E _{07:48}	G _{07:48}	Vatman4	
	A _{07:48}	B _{07:48}	C _{07:48}	D _{07:48}	E _{07:48}	G _{08:00}	Vatman19	
	A _{07:48}	B _{07:48}	C _{07:48}	D _{07:48}	E _{07:48}	F _{06:48}	Vatman35	
	A _{08:00}	B _{08:00}	C _{08:00}	D _{08:00}	E _{08:00}	G _{08:00}	Vatman22	
	A _{08:12}	B _{08:12}	C _{08:12}	D _{08:12}	E _{08:12}	G _{08:12}	Vatman32	
	A _{08:12}	B _{08:12}	C _{08:12}	D _{08:12}	E _{08:12}	F _{08:12}	Vatman20	
A _{07:36}	C _{07:36}	D _H	E _H	F _H	G _{08:24}	Vatman13		
A _{08:36}	B _{08:36}	C _{08:36}	D _{08:36}	E _{08:36}	G _{08:36}	Vatman8		
Gün	B _{15:00}	C _{15:24}	D _{15:36}	E _{15:36}	F _{14:48}	G _{14:48}	Vatman50	
	A _H	C _H	D _{15:48}	E _{15:48}	F _{14:48}	G _{15:00}	Vatman36	
	A _{15:00}	B _{15:00}	C _{15:00}	D _{15:00}	E _{15:00}	F _{15:00}	Vatman51	
	A _{15:00}	B _{15:00}	C _{15:00}	D _{15:00}	E _{15:00}	F _{15:00}	Vatman49	
	A _{15:00}	C _{15:00}	D _{15:00}	E _{15:00}	F _{15:00}	G _{15:00}	Vatman44	
	A _{15:12}	B _{15:12}	C _{15:12}	D _{15:12}	E _{15:12}	F _{15:12}	Vatman46	
	A _{15:12}	B _{15:12}	C _{15:12}	D _{15:12}	E _{15:12}	G _{15:12}	Vatman45	
	A _{15:24}	B _{15:24}	C _{15:24}	D _{15:24}	E _{15:24}	F _{15:24}	Vatman47	
	A _{15:24}	B _{15:24}	C _{15:24}	D _{15:24}	E _{15:24}	F _{15:24}	Vatman43	
	A _{15:24}	B _{15:24}	C _{15:24}	D _{15:24}	E _{15:24}	G _{15:24}	Vatman52	
	A _{15:24}	B _{15:24}	D _{15:24}	E _{15:24}	F _{15:24}	G _{15:24}	Vatman39	
	A _{15:36}	B _{15:36}	C _{15:36}	D _{15:36}	E _{15:36}	G _{15:36}	Vatman38	
	A _{15:36}	B _{15:36}	C _{15:36}	E _{15:36}	F _{15:36}	G _{15:36}	Vatman48	
	A _{15:36}	B _{15:36}	C _{15:36}	D _{15:36}	F _{15:36}	G _H	Vatman40	
	A _{15:48}	B _{15:48}	C _{15:48}	E _{15:48}	F _{15:36}	G _{15:48}	Vatman53	
	A _{15:48}	B _{15:48}	C _{15:48}	D _{15:48}	F _{15:12}	G _{15:48}	Vatman37	
	A _{15:48}	B _{15:48}	C _{15:48}	D _{15:48}	E _{15:48}	F _{14:48}	Vatman41	
	A _{15:48}	B _{15:48}	C _{15:48}	D _{15:48}	E _{15:48}	F _H	Vatman42	
	Akşam	B _{16:00}	C _{16:00}	D _{16:00}	E _{16:00}	F _{16:00}	G _{16:00}	Vatman59
		A _{16:12}	C _{16:12}	D _{16:12}	E _{16:12}	F _{16:12}	G _{16:12}	Vatman54
A _{16:12}		B _{16:12}	D _{16:12}	E _{16:12}	F _{16:12}	G _{16:12}	Vatman56	
A _{16:00}		B _{16:12}	C _{16:12}	E _{16:24}	F _{16:36}	G _{16:48}	Vatman58	
A _{16:24}		B _{16:24}	C _{16:24}	D _{16:24}	F _{16:24}	G _{16:24}	Vatman60	
A _{16:36}		B _{16:36}	C _{16:36}	D _{16:36}	E _{15:36}	G _{15:36}	Vatman57	
A _{16:48}		B _{16:48}	C _{16:48}	D _{16:48}	E _{15:48}	F _{15:48}	Vatman55	

A: Pazartesi
B: SalıC: Çarşamba
D: PerşembeE: Cuma
F: Cumartesi

G: Pazar

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada tur çizelgeleme problemine Özkarahan'ın getirmiş olduğu Bütünleşik Hemşire Çizelgeleme Modeli yaklaşımı incelendi ve bu model raylı sisteme uygulandı. İlk olarak tramvay sıklık süresinin bulunması için bir simülasyon modeli kuruldu. Modelden alınan sonuçlar bize günün periyotlarına göre tramvayların kaçar dakika aralıklarla kalkacağını gösterdi. Daha sonra TOD problemine geçilmiş ve gerekli olan vatman ihtiyacı belirlendi. Çözüm sonucu haftanın her günü toplam 56, Cumartesi günü 39 ve Pazar günü 34 vatmana ihtiyaç olduğu tespit edildi. Bu çözümlerden elde edilen çizelgeleme verimleri hafta içi için %63, Cumartesi günü için %68, Pazar günü için %69 olduğu bulundu. Çizelgeleme verimini yükseltmek için; bulunan taleplere göre A_{ik} matrisini oluşturan periyotları tekrar gözden geçirmek gerekir yada duraklara gelen yolcu sayılarını tekrardan gözlemleyerek tramvay sıklık süresi yeniden bulunmalı. TOD probleminin çıktıları DOW probleminin girdilerini oluşturdu. DOW probleminin çözümleri sonucu ihtiyaç duyulan vatmanların hangi gün ve saatte çalışacağı belirlendi. Burada iki model tamsayı doğrusal programlama yaklaşımı ile çözüldü. Fakat bu çözümler, vatman ihtiyacının bulunması ve izin günlerinin belirlenmesi açısından birbirinden ayrıydı. Çözümlerin birleştirilmesinde *Steepest-Ascent* sezgiseli ile atama yapıldı ve sonuçta çalışma yapıları belirlendi. Bu modelde 60 çalışma yapısı ortaya çıktı. Buda demektir ki, Raylı Sistemin haftalık vatman ihtiyacı 60 kişidir. Vatmanların bu çalışma yapılarına yerleştirilmesi Atama Modeli kullanılarak yapıldı. Yeni oluşturulan tramvay tarifesinde sefer ve vatman sayısının düştüğü görüldü.

Şimdi bulduğumuz yeni değerlerle mevcut sistemin değerlerini kıyaslayarak bir maliyet analizi yapalım

Tablo 5.27: Mevcut ve önerilen sistemin karşılaştırılması

	Hafta İçi Sefer Sayısı	Cumartesi Sefer Sayısı	Pazar Sefer Sayısı	Vatman İhtiyacı
Mevcut Sistem	292	277	201	102
Önerilen Sistem	282	214	188	60
Fark	10	63	13	42

Tramvayın yaptığı bir seferin maliyeti = 2.742.000 TL (15.05.1999 tarihi itibariyle)

Bir vatmanın aylık brüt maliyeti = 300.000.000

Önerilen sistemin işletmeye aylık getirisi = $2 \times 4 \times (10 \times 5 + 63 + 13) \times 2.742.000$
 $+ 42 \times 300.000.000 = 15.363.936.000$ TL

İşin diğer ilginç bir boyutu sefer sayısının azaltılmasına rağmen yolcuların ulaşımında herhangi bir zorluk ortaya çıkmamış olmasıdır, aksine ulaşımında gözle görülür bir rahatlama meydana gelmiştir. Bunun sebebi yoğun olmayan zamanlardaki seferlerin yoğun saatlere kaydırılması ve gereksiz seferlerin elimine edilmiş olmasıdır.

Yapılan çalışma kış dönemini kapsayan bir çalışmadır. Sistemin etkinliğinin daha iyi incelenmesi için çalışmanın süresi en az bir yılı kapsamalıdır. Bunun sebebi yazın okulların kapanmasıyla müşteri yoğunluğunun azalması, kışında gündüzlerin kısa gecelerin uzun olmasından dolayı yolcu yoğunluğunun tamamıyla farklı bir yapıya sahip olmasıdır.

Vardiya değişkenleri sayısının artması çözüm zamanını üstel olarak artıracığından büyük boyutlu modellerin çözümü için sezgisel algoritmalar kullanılarak optimale yakın sonuçlar elde edilebilir.

İleriki çalışmalarda, işletmenin ve çalışanların istekleri göz önünde bulundurularak hedef programlama yaklaşımı kullanılabilir. Bulunan çözümler bütünlük hemşire modeli ile kıyaslanabilir.

7. KAYNAKLAR

- Aykin T. (1996) Optimal Shift Scheduling with Multiple Break Windows. *Management Science*. 42,591-602.
- Bailey, J.(1985). Integrated Days Off and Shift Personnel Scheduling. *Computers and Industrial Engineering*. 9,395-404.
- Bailey, J., & Magazine, M. J. (1985). Personnel Scheduling with Flexshift Models. *Journal of Operations Management*. 5,327-338.
- Baker, K.R. (1976). Workforce Allocation in Cyclical Scheduling Problems: A Survey. *Operational Research Quarterly*. 1,155-167.
- Bechtold, S.E., & Jacobs L. W. (1990). Implicit Modeling of Flexible Break Assignments in Optimal Shift Scheduling. *Management Science*. 36,1339-1351.
- Bechtold, S.E., & Jacobs L. W. (1991). Improvement of Labor Utilization in Shift Scheduling for Services with Implicit Optimal Modeling. *International Journal of Operations and Production Management*. 11,54-69.
- Bechtold, S.E., & Jacobs L. W. (1993). Labor Utilization Effects of Labor Scheduling Flexibility Alternatives in a Tour Scheduling Environment. *Decision Sciences*. 24,148-166.
- Brownell, W.S., & Lowerre, J.M.(January 1976). Scheduling of Workforce Required in Continuous Operations Under Alternate Labor Policies. *Management Science*. 22,597-605.
- Burn R. N. (June 1978). Manpower Scheduling with Variable Demands and Alternate Weekends Off. *INFOR*. 16,101-111.
- Burns R. N., & Carter, M. W.(1985). Workforce Size and Single Shift Schedules with Variable Demands. *Management Science*. 31,599-607.
- Byrne, J. L., & Potts, R. B. (1973). Scheduling of Tool Collectors. *Transportation Sci*. 3,224-245.
- Chen, D. (September 1978). A Simple Algorithm for A Workforce Scheduling Model. *AIIE Transactins*. 10,244-251.

- Dantzing, G. (1954). Scheduling of Tool Collectors. *Operations Research*. 2,339-341.
- Easton F. F., & Rossin D. F. (1991). Sufficient Working Subsets for the Tour Scheduling Problem. *Management Science*.37,1441-1451.
- Glover, F., McMillan C., & Glover, R. (1984). A Heuristic Approach to the Employee Scheduling Problem and Some Thoughts on ' Managerial Robots '. *Journal of Operations Management*. 4,113-128.
- Glover, F., McMillan C. (1986). The General Employee Scheduling Problem: An Integration of MS and AI. *Computers and Operations Research*. 13,563-573.
- Gopalakrishnan M., Gopalakrishnan S., & Miller D. M. (1993). Decision Support System for Scheduling Personnel in a Newspaper Publishing Environment. *Interfaces*. 23,104-115.
- Henderson, W. B., & Berry, W. L. (1976). Heuristic Methods for Telephone Operator Shift Scheduling: An Experimental Analysis. *Management Science*.22,1372-1380.
- Henderson, W. B., & Berry, W. L. (1977).Determining Optimal Shift Schedules for Telephone Traffic Exchange Operators. *Decision Sciences*. 8,239-255.
- Holloran T. J., & Byrn J. E. (1986). United Airlines Station Manpower Planning System. *Interfaces*. 16,39-50.
- Hung R. (Nov/Dec, 1992). Improving Productivity and Quality Through Workforce Scheduling. *Industrial Management*.4-6.
- Jacobs, L. W., & Brusco, M. J. (1996). Overlapping Start-time Bans in Implicit Tour Scheduling. *Management Science*. 42,1247-1259.
- Jarrah A. Z., Bard J., & deSilva A. H. (1994). Solving Large-Scale Tour Scheduling Problems. *Management Science*. 40,1124-1144.
- Keith E. G. (1979). Operator Scheduling. *AIIE Transactions*. March, 37-40.
- Koelling, C. P.,& Bailey, J. E. (1984). A Multiple Criteria Decision Aid for Personnel Scheduling. *IIE Transactions*.
- Love, R., Hoey. J. R. (1990). Management Science Improves Fast-Food Operations. *Interfaces*. 20,21-29.

- Luce, B. J. (Nov 1973). A Shift Scheduling Algorithm. ORSA 44 th National Meeting.
- Luce, B. J. " A shift Scheduling Algorithm." Reported in E. S. Buffa. Modern Production / Operations Management, 7th ed. New York :John Wiley, 1983.
- Mabert, M. A. and A. R. Raedels. " The Detail Scheduling of a Part Time Work Force: A Case Study of Teller Staffing." Decision Science. Vol 8, No 4 . Jan. 1977.
- Mabert, V. A., & Watts, C. A. (1982). A Simulation Analysis of Tour Construction Procedures. Management Science. 28,520-532.
- McGinnes L. F., Culver W. D., & Deane R. H. (1978). Computers and Industrial Engineering. 2,7-15.
- Monree, G. " Scheduling Manpower for Service Operations." Industrial Engineering, Aug. 1970.
- Moondra, S. L. (1976). An LP Model for Workforce Scheduling for Banks. AIIE Transactions. Winter, 299-301.
- Nanda, R., & Browne J. (1992). Introduction to Employee Scheduling. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Nollen, S. D., & Martin, V. H. (1978). Alternative Work Schedules, Part 1: Flextime. New York: AMACOM.
- Ozkarahan I., & Bailey J. E. (1988). Goal Programming Model Subsystem of a Flexible Nurse Scheduling Support System. IIE Transactions. 20,306-316.
- Ozkarahan, I. (1991). A Disaggregation Model of a Flexible Nurse Scheduling Support System. Socio-Economic Planning Sciences. 25,9-26.
- Ozkarahan, I., "An Integrated Nurse Scheduling Model", Institute of Industrial Engineers Journal of the Society for Health Systems, Vol. 3, NO.2 pp. 79-101, 1991.
- Schindler, S., & Semmel, T. (1993). Station Staffing at Pan American World Airways. Interfaces. 23,91-98.
- Segal, M. (1974). The Operator Scheduling Problem: A Network Flow Approach. Operations Research. 22,808-823.

- Showalter, M. J., & Mabert, V. A. (1988). A Evaluation of A Full-/Part- time Tour Scheduling Methodology. *Internat. J. Operations and Production Management.* 8,54-71.
- Taylor, P. E., & Huxley, S. E.J. (1989). A Break from Tradition for the San Francisco Police: Patrol Officer Scheduling Using an Optimization-based Decision Support System. *Interfaces.* 19,4-24.
- Thompson, G.M. (1995). Improved Implicit Modeling of the Labor Shift Scheduling Problem. *Management Science.* 41,595-607.
- Tibrewala, R., Philippe D., & Browne, J. (1972). Optimal Scheduling of Two Consecutive Idle Periods. *Management Science.* 19,71-75.
- Topaloğlu, Ş. 1997. A research on optimization based modeling for personnel tur scheduling problems with flexible break assignments. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Wagner, H. M. (1975). *Principles of Operatins Research.* (2nd ed.). Englewood Cliff, NJ: Printice-Hall.

EK-1 GÖZLEMLER
ERENKAYA DURAĞI PAZARTESİ GÜNÜ GÖZLEM SONUÇLARI

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
06:00-06:10	06:01	1	1	06:01	1	1.00
06:11-06:20	06:11	2	2	06:11	10	0.20
	06:20	3	3	06:20	9	0.33
06:21-06:30	06:28	4	4	06:28	8	0.50
06:31-06:40	06:35	3	3	06:35	7	0.43
06:41-06:50	06:41	3	3	06:41	6	0.50
	06:45	1	1	06:45	4	0.25
	06:49	1	1	06:49	5	0.20
06:51-07:00	06:54	1	1	06:54	5	0.20
	06:59	4	4	06:59	5	0.80
07:01-07:10	07:04	9	9	07:04	4	2.25
	07:08	8	8	07:08	4	2.00
07:11-07:20	07:13	44	44	07:15	5	8.80
	07:16	13	13	07:16	1	13.00
	07:19	12	12	07:19	3	4.00
07:21-07:25	07:21	21	21	07:21	2	10.50
	07:23	10	31	07:24	2	5.00
07:26-07:30	07:26	8	8	07:26	2	4.00
	07:28	2	2	07:28	2	1.00
	07:30	41	41	07:30	2	20.50
07:31-07:35	07:31	24	65	07:32	1	24.00
	07:33	17	17	07:33	1	17.00
	07:36	12	12	07:36	3	4.00
07:36-07:40	07:38	9	9	07:38	2	4.50
	07:40	5	5	07:40	2	2.50
	07:42	52	52	07:43	2	26.00
07:41-07:45	07:44	8	8	07:44	1	8.00
	07:45	6	14	07:45	1	6.00
07:46-07:50	07:46	7	7	07:46	1	7.00
	07:49	27	27	07:50	3	9.00
07:51-07:55	07:52	23	23	07:52	2	11.50
	07:55	3	3	07:55	3	1.00
07:56-08:00	07:58	13	13	07:58	3	4.33
	08:00	22	22	08:01	2	11.00
	08:01	17	17	08:01	0	0.00
08:01-08:05	08:03	3	3	08:03	2	1.50
	08:05	6	6	08:05	2	3.00
08:06-08:10	08:07	3	3	08:07	2	1.50
	08:10	29	29	08:11	3	9.67
08:11-08:15	08:12	32	32	08:13	1	32.00
	08:15	7	7	08:13	2	3.50
08:16-08:20	08:16	6	6	08:16	3	2.00
	08:19	25	25	08:19	3	8.33
08:21-08:25	08:22	17	17	08:22	3	5.67

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
	08:25	6	6	08:25	3	2.00
08:26-08:30	08:26	36	36	08:27	1	36.00
	08:29	15	15	08:29	2	7.50
08:31-08:35	08:32	3	3	08:27	3	1.00
	08:35	15	15	08:35	8	1.88
08:36-08:40	08:36	26	26	08:36	1	26.00
	08:38	3	3	08:38	2	1.50
	08:40	6	6	08:40	2	3.00
08:41-08:45	08:42	19	19	08:42	2	9.50
	08:44	2	2	08:44	2	1.00
08:46-08:50	08:47	4	4	08:47	3	1.33
	08:49	2	2	08:49	2	1.00
08:51-08:55	08:51	6	6	08:51	2	3.00
	08:54	16	16	08:54	3	5.33
08:56-09:00	08:57	4	4	08:57	3	1.33
	08:59	3	3	08:59	2	1.50
09:01-09:05	09:01	15	15	09:01	2	7.50
	09:05	2	2	09:05	4	0.50
09:06-09:10	09:07	6	6	09:07	2	3.00
	09:10	13	13	09:10	3	4.33
	09:11	2	2	09:11	1	2.00
09:11-09:15	09:13	3	3	09:13	2	1.50
	09:15	4	4	09:15	2	2.00
09:16-09:20	09:19	12	12	09:19	4	3.00
09:21-09:25	09:22	4	4	09:22	3	1.33
	09:25	3	3	09:25	3	1.00
09:26-09:30	09:26	10	10	09:26	1	10.00
	09:30	4	4	09:30	4	1.00
09:31-09:40	09:34	3	3	09:34	4	0.75
	09:38	2	2	09:38	4	0.50
	09:42	1	1	09:42	4	0.25
09:41-09:50	09:46	12	12	09:46	4	3.00
	09:48	2	2	09:48	2	1.00
09:51-10:00	09:52	5	5	09:52	4	1.25
	09:56	6	6	09:56	4	1.50
	10:01	16	16	10:01	5	3.20
10:01-10:10	10:06	3	3	10:06	5	0.60
	10:09	1	1	10:09	3	0.33
10:11-10:20	10:12	5	5	10:12	3	1.67
	10:16	2	2	10:16	4	0.50
10:21-10:30	10:21	14	14	10:21	5	2.80
	10:26	3	3	10:26	5	0.60
10:31-10:40	10:33	4	4	10:33	7	0.57
	10:36	7	7	10:36	3	2.33

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
	10:40	2	2	10:40	4	0.50
10:41-10:50	10:44	6	6	10:44	4	1.50
	10:48	1	1	10:48	4	0.25
10:51-11:00	10:52	4	4	10:52	4	1.00
	10:55	4	4	10:55	3	1.33
	10:59	8	8	10:59	4	2.00
11:01-11:10	11:03	13	13	11:03	4	3.25
	11:07	2	2	11:07	4	0.50
11:11-11:20	11:12	5	5	11:12	5	1.00
	11:18	7	7	11:18	6	1.17
11:21-11:30	11:22	9	9	11:22	4	2.25
	11:26	11	11	11:26	4	2.75
	11:30	6	6	11:30	4	1.50
11:31-11:40	11:33	10	10	11:33	3	3.33
	11:38	3	3	11:38	5	0.60
11:41-11:50	11:42	5	5	11:42	4	1.25
	11:45	4	4	11:45	3	1.33
	11:49	16	16	11:49	4	4.00
11:51-12:00	11:52	7	7	11:52	3	2.33
	11:57	6	6	11:57	5	1.20
12:01-12:10	12:01	8	8	12:01	4	2.00
	12:07	10	10	12:07	6	1.67
12:11-12:20	12:11	13	13	12:11	4	3.25
	12:15	22	22	12:15	4	5.50
	12:18	4	4	12:18	3	1.33
12:21-12:30	12:22	19	19	12:22	4	4.75
	12:27	6	6	12:27	5	1.20
12:31-12:40	12:34	5	5	12:34	7	0.71
	12:38	8	8	12:38	4	2.00
12:41-12:50	12:41	9	9	12:41	3	3.00
	12:45	13	13	12:45	4	3.25
	12:49	8	8	12:49	4	2.00
12:51-13:00	12:52	5	5	12:52	3	1.67
	12:58	8	8	12:58	6	1.33
13:01-13:10	13:02	16	16	13:02	4	4.00
	13:06	15	15	13:06	4	3.75
	13:09	9	9	13:09	3	3.00
13:11-13:20	13:12	11	11	13:12	3	3.67
	13:17	5	5	13:17	5	1.00
13:21-13:30	13:22	8	8	13:22	5	1.60
	13:26	3	3	13:26	4	0.75
	13:29	7	7	13:29	3	2.33
13:31-13:40	13:32	11	11	13:32	3	3.67
	13:36	17	17	13:36	4	4.25

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
	13:40	6	6	13:40	4	1.50
13:41-13:50	13:42	4	4	13:42	2	2.00
	13:48	2	2	13:48	6	0.33
13:51-14:00	13:54	8	8	13:54	6	1.33
	13:59	3	3	13:59	5	0.60
14:01-14:10	14:04	18	18	14:04	5	3.60
14:11-14:20	14:11	14	14	14:11	7	2.00
	14:15	14	14	14:15	4	3.50
	14:17	2	2	14:17	2	1.00
	14:19	10	10	14:19	2	5.00
14:21-14:30	14:22	12	12	14:22	3	4.00
	14:28	2	2	14:28	6	0.33
14:31-14:35	14:31	23	23	14:31	3	7.67
	14:33	15	15	14:33	2	7.50
14:36-14:40	14:37	27	27	14:37	4	6.75
14:41-14:45	14:41	20	20	14:41	4	5.00
	14:43	22	22	14:43	2	11.00
14:46-14:55	14:50	29	29	14:50	7	4.14
14:56-15:00	14:59	25	25	14:59	9	2.78
15:01-15:05	15:03	33	33	15:03	4	8.25
15:06-15:10	15:06	27	27	15:06	3	9.00
15:11-15:15	15:11	19	19	15:11	5	3.80
	15:13	15	15	15:13	2	7.50
15:16-15:20	15:16	16	16	15:16	3	5.33
	15:20	25	25	15:20	4	6.25
15:21-15:25	15:22	32	32	15:22	2	16.00
	15:25	4	4	15:25	3	1.33
15:26-15:30	15:27	1	1	15:27	2	0.50
	15:30	0	0	15:30	3	0.00
15:31-15:35	15:32	0	0	15:32	2	0.00
	15:35	12	12	15:35	3	4.00
15:36-15:40	15:37	14	14	15:37	2	7.00
	15:40	8	8	15:40	3	2.67
15:41-15:45	15:41	0	0	15:41	1	0.00
	15:44	6	6	15:44	3	2.00
15:46-15:50	15:47	39	39	15:47	3	13.00
	15:50	2	2	15:50	3	0.67
15:51-15:55	15:51	5	5	15:51	1	5.00
	15:53	30	30	15:53	2	15.00
	15:54	1	1	15:54	1	1.00
15:56-16:00	15:58	4	4	15:58	4	1.00
16:01-16:05	16:02	16	16	16:02	3	5.33
	16:05	0	0	16:05	3	0.00
16:06-16:10	16:07	36	36	16:07	9	4.00

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
	16:10	20	20	16:10	8	2.50
16:11-16:15	16:12	8	8	16:12	7	1.14
	16:15	11	11	16:15	3	3.67
16:16-16:20	16:16	0	0	16:16	1	0.00
	16:20	24	24	16:20	4	6.00
16:21-16:25	16:22	12	12	16:22	2	6.00
	16:25	7	7	16:25	3	2.33
16:26-16:30	16:26	4	4	16:26	1	4.00
	16:30	5	5	16:30	4	1.25
16:31-16:35	16:32	23	23	16:32	2	11.50
	16:35	26	26	16:35	3	8.67
16:36-16:40	16:37	3	3	16:37	2	1.50
	16:39	2	2	16:39	2	1.00
16:41-16:45	16:42	66	66	16:42	3	22.00
	16:45	25	25	16:45	3	8.33
16:46-16:50	16:47	29	29	16:47	2	14.50
	16:50	10	10	16:50	3	3.33
16:51-16:55	16:52	4	4	16:52	2	2.00
	16:55	0	0	16:55	3	0.00
16:56-17:00	16:57	7	7	16:57	2	3.50
	17:00	8	8	17:00	3	2.67
17:01-17:05	17:03	6	6	17:03	3	2.00
17:06-17:10	17:07	6	6	17:07	4	1.50
	17:10	18	18	17:10	3	6.00
17:11-17:15	17:12	1	1	17:12	2	0.50
	17:15	15	15	17:15	3	5.00
17:16-17:20	17:18	30	30	17:18	3	10.00
	17:20	11	11	17:20	2	5.50
17:21-17:25	17:22	37	37	17:22	2	18.50
	17:25	0	0	17:25	3	0.00
17:26-17:30	17:28	35	35	17:28	3	11.67
	17:30	2	2	17:30	2	1.00
17:31-17:35	17:31	10	10	17:31	1	10.00
	17:35	20	20	17:35	4	5.00
17:36-17:40	17:38	20	20	17:38	3	6.67
	17:40	5	5	17:40	2	2.50
17:41-17:45	17:42	2	2	17:42	2	1.00
	17:45	30	30	17:45	3	10.00
17:46-17:50	17:47	7	7	17:47	2	3.50
	17:49	2	2	17:49	2	1.00
17:51-17:55	17:52	46	46	17:52	3	15.33
	17:55	28	28	17:55	3	9.33
17:56-18:00	17:57	14	14	17:57	2	7.00
	18:00	41	41	18:00	3	13.67

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
18:01-18:05	18:03	12	12	18:03	3	4.00
	18:05	2	2	18:05	2	1.00
18:06-18:15	18:12	19	19	18:12	7	2.71
	18:15	48	48	18:15	3	16.00
18:16-18:25	18:17	9	9	18:17	2	4.50
	18:20	49	49	18:20	3	16.33
	18:22	3	3	18:22	2	1.50
	18:24	7	7	18:24	2	3.50
18:26-18:35	18:27	8	8	18:27	3	2.67
	18:30	2	2	18:30	3	0.67
	18:33	28	28	18:33	3	9.33
	18:35	3	3	18:35	2	1.50
18:36-18:45	18:36	5	5	18:36	1	5.00
	18:39	10	10	18:39	3	3.33
	18:42	7	7	18:42	3	2.33
	18:45	1	1	18:45	3	0.33
18:46-18:55	18:47	9	9	18:47	2	4.50
	18:50	25	25	18:50	3	8.33
18:51-18:55	18:53	17	17	18:53	3	5.67
18:56-19:05	18:58	1	1	18:58	5	0.20
	18:59	2	2	18:59	1	2.00
	19:02	6	6	19:02	3	2.00
	19:05	18	18	19:05	3	6.00
19:06-19:15	19:07	0	0	19:07	2	0.00
	19:10	1	1	19:10	3	0.33
	19:11	0	0	19:11	1	0.00
	19:15	2	2	19:15	4	0.50
19:16-19:25	19:17	14	14	19:17	2	7.00
	19:20	27	27	19:20	3	9.00
	19:22	7	7	19:22	2	3.50
	19:25	29	29	19:25	3	9.67
19:26-19:35	19:27	11	11	19:27	2	5.50
	19:30	11	11	19:30	3	3.67
	19:32	1	1	19:32	2	0.50
	19:35	3	3	19:35	3	1.00
19:36-19:45	19:37	0	0	19:37	2	0.00
	19:40	18	18	19:40	3	6.00
	19:41	6	6	19:41	1	6.00
	19:45	4	4	19:45	4	1.00
19:46-19:55	19:47	15	15	19:47	2	7.50
	19:48	18	18	19:48	1	18.00
	19:52	7	7	19:52	4	1.75
	19:55	30	30	19:55	8	3.75
19:56-20:05	19:57	12	12	19:57	2	6.00

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
	19:59	15	15	19:59	2	7.50
	20:03	39	39	20:03	4	9.75
20:06-20:15	20:07	12	12	20:07	4	3.00
	20:10	10	10	20:10	3	3.33
	20:13	9	9	20:13	3	3.00
20:16-20:25	20:17	13	13	20:17	4	3.25
	20:22	37	37	20:22	5	7.40
20:26-20:35	20:26	39	39	20:26	4	9.75
	20:30	26	26	20:30	4	6.50
20:36-20:45	20:33	37	37	20:33	3	12.33
	20:38	7	7	20:38	5	1.40
	20:41	24	24	20:41	3	8.00
20:46-20:55	20:47	29	29	20:47	6	4.83
	20:51	27	27	20:51	4	6.75
20:56-21:05	20:56	13	13	20:56	5	2.60
	20:59	29	29	20:59	3	9.67
	21:01	8	8	21:01	2	4.00
21:06-21:15	21:06	11	11	21:06	5	2.20
	21:09	23	23	21:09	3	7.67
	21:13	0	0	21:13	4	0.00
21:16-21:25	21:19	9	9	21:19	6	1.50
	21:23	1	1	21:23	4	0.25
21:26-21:40	21:30	12	12	21:30	7	1.71
	21:39	28	28	21:39	9	3.11
21:41-21:55	21:44	10	10	21:44	5	2.00
	21:49	5	5	21:49	5	1.00
	21:54	10	10	21:54	5	2.00
21:56-22:10	22:01	1	1	22:01	7	0.14
	22:10	5	5	22:10	9	0.56
22:11-22:25	22:14	1	1	22:14	4	0.25
	22:20	11	11	22:20	6	1.83
	22:23	1	1	22:23	3	0.33
22:26-22:40	22:31	2	2	22:31	8	0.25
	22:39	1	1	22:39	8	0.13
22:41-22:55	22:49	6	6	22:49	10	0.60
22:56-23:10	22:59	2	2	22:59	10	0.20
	23:09	2	2	23:09	10	0.20
23:11-23:30	23:21	3	3	23:21	12	0.25
23:31-23:50	23:36	5	5	23:36	15	0.33
	23:41	1	1	23:41	5	0.20
23:51-24:00	23:52	4	4	23:52	11	0.36

ERENKAYA DURAĞI CUMARTESİ GÜNÜ GÖZLEM SONUÇLARI

Saat 06:00-08:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
06:00-06:10	06:01	0	0	06:01	1	0.00
06:11-06:20	06:11	1	1	06:11	10	0.10
06:21-06:30	06:21	1	1	06:21	10	0.10
	06:26	0	0	06:26	5	0.00
06:31-06:40	06:31	2	2	06:31	5	0.40
	06:36	1	1	06:36	5	0.20
06:41-06:50	06:41	2	2	06:41	5	0.40
	06:45	1	1	06:45	4	0.25
06:51-07:00	06:51	3	3	06:51	6	0.50
	06:56	0	0	06:56	5	0.00
07:01-07:10	07:01	12	12	07:01	5	2.40
	07:05	5	5	07:05	4	1.25
	07:09	33	33	07:09	4	8.25
07:11-07:20	07:13	13	13	07:13	4	3.25
	07:17	10	10	07:17	4	2.50
07:21-07:30	07:21	22	22	07:21	4	5.50
	07:24	10	10	07:24	3	3.33
	07:29	9	9	07:29	5	1.80
07:31-07:40	07:33	9	9	07:33	4	2.25
	07:37	28	28	07:37	4	7.00
07:41-07:50	07:41	22	22	07:41	4	5.50
	07:45	19	19	07:45	4	4.75
	07:49	11	11	07:49	4	2.75
07:51-08:00	07:53	10	10	07:53	4	2.50
	07:58	5	5	07:58	5	1.00
08:01-08:10	08:02	8	8	08:02	4	2.00
	08:07	9	9	08:07	5	1.80
08:11-08:20	08:11	28	28	08:11	4	7.00
	08:16	21	21	08:16	5	4.20
08:21-08:30	08:21	5	5	08:21	5	1.00
	08:26	13	13	08:26	5	2.60
	08:30	19	19	08:30	4	4.75

Saat 08:31-11:01 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
08:31-08:40	08:35	41	41	08:36	4	10.25
	08:40	31	31	08:40	5	6.20
08:41-08:50	08:44	11	11	08:44	4	2.75
	08:48	11	11	08:48	4	2.75
08:51-09:00	08:52	1	1	08:52	4	0.25
	08:57	7	7	08:57	5	1.40
09:01-09:10	09:01	3	3	09:01	4	0.75
	09:05	23	23	09:05	4	5.75
	09:08	1	1	09:08	3	0.33
09:11-09:20	09:12	2	2	09:12	4	0.50
	09:17	1	1	09:17	5	0.20
09:21-09:30	09:21	6	6	09:21	4	1.50
	09:24	1	1	09:24	3	0.33
	09:27	1	1	09:27	3	0.33
09:31-09:40	09:31	4	4	09:31	4	0.10
	09:36	4	4	09:36	5	0.80
	09:40	2	2	09:40	4	0.50
09:41-09:50	09:45	8	8	09:45	5	1.60
	09:49	3	3	09:49	4	0.75
09:51-10:00	09:55	8	8	09:55	6	1.33
	10:00	10	10	10:00	5	2.00
10:01-10:10	10:03	7	7	10:03	3	2.33
	10:05	3	3	10:05	2	1.50
	10:09	13	13	10:09	4	3.25
10:11-10:20	10:13	3	3	10:13	4	0.75
	10:19	63	63	10:21	6	10.50
10:21-10:30	10:22	7	7	10:22	3	2.33
	10:26	7	7	10:26	4	1.75
	10:30	4	4	10:30	4	1.00
10:31-10:40	10:33	7	7	10:33	3	2.33
	10:36	1	1	10:36	3	0.33
	10:40	4	4	10:40	4	2.00
10:41-10:50	10:45	13	13	10:45	5	2.60
	10:49	21	21	10:49	4	5.25
10:51-11:01	10:51	0	0	10:51	2	0.00
	10:54	5	5	10:54	3	1.66
	10:58	19	19	10:58	4	4.75
	11:01	0	0	11:01	3	0.00

Saat 16:00-17:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
16:00-16:10	16:02	1	1	16:03	2	0.50
	16:05	1	1	16:05	3	0.33
	16:07	5	5	16:07	2	2.50
16:11-16:20	16:11	5	5	16:11	4	1.25
	16:13	3	3	16:13	2	1.50
	16:17	22	22	16:17	4	5.50
	16:20	10	10	16:20	3	3.33
16:21-16:30	16:22	6	6	16:22	2	3.00
	16:24	13	13	16:24	2	6.50
	16:27	11	11	16:27	3	3.67
	16:30	5	5	16:30	3	1.67
16:31-16:40	16:33	4	4	16:33	3	1.33
	16:37	6	6	16:37	4	1.50
	16:39	1	1	16:39	3	0.33
16:41-16:50	16:42	6	6	16:43	3	2.00
	16:45	1	1	16:45	3	0.33
	16:47	1	1	16:47	2	0.50
	16:50	14	14	16:50	3	4.67
16:51-17:00	16:52	5	5	16:52	2	2.50
	16:56	6	6	16:56	4	1.50
	16:59	3	3	16:59	3	1.00
17:01-17:10	17:02	51	51	17:02	3	17.00
	17:07	7	7	17:07	5	1.40
17:11-17:20	17:11	11	11	17:11	4	2.75
	17:13	1	1	17:13	2	0.50
	17:16	6	6	17:16	3	2.00
	17:18	9	9	17:18	2	4.50
17:21-17:30	17:21	2	2	17:21	3	0.67
	17:25	2	2	17:25	4	0.50
	17:28	24	24	17:28	3	8.00
	17:30	2	2	17:30	2	1.00

Saat 21:30-24:00 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
	21:23					
21:30-21:40	21:31	25	25	21:31	8	3.13
	21:39	16	16	21:39	8	2.00
21:41-21:50	21:44	5	5	21:44	5	1.00
	21:49	5	5	21:49	5	1.00
21:51-22:00	21:54	1	1	21:54	5	0.20
22:01-22:20	22:01	4	4	22:01	7	0.57
	22:09	3	3	22:09	8	0.38
	22:14	9	9	22:14	5	1.80
	22:20	1	1	22:20	6	0.17
22:21-22:40	22:23	1	1	22:23	3	0.33
	22:31	1	1	22:31	8	0.13
	22:39	4	4	22:39	8	0.50
22:41-23:00	22:49	2	2	22:49	10	0.20
	22:59	3	3	22:59	10	0.30
23:01-23:20	23:09	3	3	23:09	10	0.30
23:21-23:40	23:21	2	2	23:21	12	0.17
	23:33	10	10	23:33	12	0.83
23:41-24:00	23:41	1	1	23:41	8	0.13
	23:52	2	2	23:52	11	0.18

ERENKAYA DURAĞI PAZAR GÜNÜ GÖZLEM SONUÇLARI

Saat 06:00-08:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
06:00-06:30	06:01	0	0	06:01	1	0.00
	06:16	1	1	06:16	15	0.07
06:31-07:00	06:31	2	2	06:31	15	0.13
	06:41	1	1	06:41	10	0.10
	06:51	1	1	06:51	10	0.10
	07:00	3	3	07:00	9	0.33
07:01-07:30	07:10	6	6	07:10	10	0.60
	07:20	8	8	07:20	10	0.80
	07:30	12	12	07:30	10	1.20
07:31-08:00	07:37	9	9	07:37	7	1.29
	07:44	6	6	07:44	7	0.86
	07:50	11	11	07:50	6	1.83
	07:56	5	5	07:56	6	0.83
08:01-08:30	08:02	4	4	08:02	6	0.67
	08:07	10	10	08:07	5	2.00
	08:14	9	9	08:14	7	1.29
	08:19	2	2	08:19	5	0.40
	08:25	21	21	08:25	6	3.50
	08:30	2	2	08:30	5	0.40

Saat 08:31-10:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
08:31-08:45	08:36	3	3	08:36	6	0.50
	08:41	9	9	08:41	5	1.80
08:46-09:00	08:48	16	16	08:48	7	2.29
	08:54	27	27	08:54	6	4.50
09:01-09:15	09:01	1	1	09:01	7	0.14
	09:06	7	7	09:06	5	1.40
	09:12	24	24	09:12	6	4.00
09:16-09:30	09:19	1	1	09:19	7	0.14
	09:25	9	9	09:25	6	1.50
09:31-09:45	09:31	15	15	09:31	6	2.50
	09:36	11	11	09:36	5	2.20
	09:42	2	2	09:42	6	0.33
09:46-10:00	09:49	4	4	09:49	7	0.57
	09:54	6	6	09:54	6	1.00
	10:00	19	19	10:00	6	3.17

Saat 16:00-17:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
16:00-16:10	16:02	9	9	16:02	4	2.25
	16:06	7	7	16:06	4	1.75
16:11-16:20	16:11	28	28	16:11	5	5.60
	16:15	8	8	16:15	4	2.00
	16:20	17	17	16:20	5	3.40
16:21-16:30	16:24	10	10	16:24	4	2.50
	16:27	7	7	16:27	3	2.33
16:31-16:40	16:31	5	5	16:31	4	1.25
	16:36	12	12	16:36	5	2.40
	16:40	5	5	16:40	4	1.25
16:41-16:50	16:45	7	7	16:45	5	1.40
	16:48	5	5	16:48	3	1.67
16:51-17:00	16:52	6	6	16:52	4	1.50
	16:56	5	5	16:56	4	1.25
	17:00	6	6	17:00	4	1.50
17:01-17:10	17:06	32	32	17:06	6	5.33
	17:10	5	5	17:10	4	1.25
17:11-17:20	17:14	13	13	17:14	4	3.25
	17:18	6	6	17:18	4	1.50
17:21-17:30	17:21	5	5	17:21	3	1.67
	17:25	6	6	17:25	4	1.50
	17:30	16	16	17:30	5	3.20

Saat 21:30-24:00 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
21:30-21:45	21:33	39	39	21:33	9	4.33
	21:41	21	21	21:41	8	2.63
21:46-22:00	21:49	9	9	21:49	8	1.13
	21:58	11	11	21:58	9	1.22
22:00-22:15	22:06	0	0	22:06	8	0.00
	22:13	4	4	22:13	7	0.57
22:16-22:30	22:22	2	2	22:22	9	0.22
	22:30	20	20	22:30	8	2.50
22:31-23:00	22:38	1	1	22:38	8	0.13
	22:47	1	1	22:47	9	0.11
	22:55	0	0	22:55	8	0.00
23:01-23:30	23:05	6	6	23:05	10	0.60
	23:15	1	1	23:15	10	0.10
	23:26	1	1	23:26	11	0.09
23:31-24:00	23:35	3	3	23:35	9	0.33
	23:45	4	4	23:45	10	0.40
	23:56	2	2	23:56	11	0.18

AYDINLIK DURAĞI SALI GÜNÜ GÖZLEM SONUÇLARI

Saat 06:00-08:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
06:00-06:10	06:03	0	0	06:03	3	0.00
06:11-06:20	06:15	9	9	06:15	12	0.75
	06:18	3	3	06:18	3	1.00
06:21-06:30	06:22	9	9	06:22	4	2.25
06:31-06:40	06:32	0	0	06:32	8	0.00
06:41-06:50	06:44	5	5	06:44	8	0.63
	06:46	6	6	06:46	2	3.00
	06:50	0	0	06:50	4	0.00
06:51-07:00	06:54	1	1	06:54	4	0.25
	06:58	5	5	06:58	4	1.25
07:01-07:10	07:02	66	66	07:02	4	16.50
	07:08	61	61	07:08	6	10.17
07:11-07:20	07:15	32	32	07:15	7	4.57
	07:17	9	9	07:17	2	4.50
	07:19	0	0	07:19	2	0.00
07:21-07:25	07:23	9	9	07:23	4	2.25
	07:24	1	1	07:24	1	1.00
	07:25	9	9	07:25	1	9.00
07:26-07:30	07:29	2	2	07:29	4	0.50
	07:30	0	0	07:30	1	0.00
07:31-07:35	07:34	0	0	07:34	4	0.00
	07:35	2	2	07:35	1	2.00
07:36-07:40	07:40	2	2	07:40	5	0.40
07:41-07:45	07:42	1	1	07:42	2	0.50
	07:44	3	3	07:44	2	1.50
	07:45	1	1	07:45	1	1.00
07:46-07:50	07:46	0	0	07:46	1	0.00
	07:49	8	8	07:49	3	2.67
07:51-07:55	07:51	2	2	07:51	2	1.00
	07:52	2	2	07:52	1	2.00
	07:54	6	6	07:54	2	3.00
07:56-08:00	07:56	7	7	07:56	2	3.50
	07:58	5	5	07:58	2	2.50
	08:00	10	10	08:00	2	5.00
	08:01	1	1	08:01	1	1.00
08:01-08:05	08:03	34	34	08:03	2	17.00
08:06-08:10	08:06	11	11	08:06	3	3.67
	08:09	8	8	08:09	3	2.67
08:11-08:15	08:12	4	4	08:12	3	1.33
	08:13	3	3	08:13	1	3.00
08:16-08:20	08:16	1	1	08:16	3	0.33
	08:20	13	13	08:20	4	3.25
08:21-08:25	08:22	8	8	08:22	2	4.00
08:26-08:30	08:26	34	34	08:26	4	8.50

Saat 08:30-11:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
	08:30	0	0	08:30	4	0.00
08:31-08:40	08:33	1	1	08:33	3	0.33
	08:37	3	3	08:37	4	0.75
	08:40	7	7	08:40	3	2.33
08:41-08:50	08:44	3	3	08:44	4	0.75
	08:47	5	5	08:47	3	1.67
08:51-09:00	08:53	2	2	08:53	6	0.33
	08:56	0	0	08:56	3	0.00
	08:59	11	11	08:59	3	3.67
09:01-09:10	09:01	1	1	09:01	2	0.50
	09:04	0	0	09:04	3	0.00
	09:06	3	3	09:06	2	1.50
	09:09	4	4	09:09	3	1.33
09:11-09:20	09:12	7	7	09:12	3	2.33
	09:18	26	26	09:18	6	4.33
09:21-09:30	09:21	5	5	09:21	3	1.67
	09:24	1	1	09:24	3	0.33
	09:29	1	1	09:29	5	0.20
09:31-09:40	09:32	2	2	09:32	3	0.67
	09:37	6	6	09:37	5	1.20
09:41-09:50	09:43	1	1	09:43	6	0.17
	09:46	0	0	09:46	3	0.00
09:51-10:00	09:52	0	0	09:52	6	0.00
	09:56	3	3	09:56	4	0.75
10:01-10:10	10:01	2	2	10:01	5	0.40
	10:07	3	3	10:07	6	0.50
10:11-10:20	10:12	10	10	10:12	5	2.00
	10:16	4	4	10:16	4	1.00
10:21-10:30	10:22	7	7	10:22	6	1.17
	10:27	12	12	10:27	5	2.40
	10:29	2	2	10:29	2	1.00
10:31-10:40	10:32	1	1	10:32	3	0.33
	10:36	1	1	10:36	4	0.25
10:41-10:50	10:41	2	2	10:41	5	0.40
	10:46	0	0	10:46	5	0.00
10:51-11:00	10:51	3	3	10:51	5	0.60
	10:55	0	0	10:55	4	0.00
	10:58	0	0	10:58	3	0.00
11:01-11:10	11:07	16	16	11:07	9	1.78
11:11-11:20	11:13	5	5	11:13	6	0.83
	11:19	2	2	11:19	6	0.33
11:21-11:30	11:26	2	2	11:26	7	0.29
	11:29	21	21	11:29	3	7.00

Saat 15:00-17:10 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak Gln. Yolcu
15:00-15:05	15:03	66	66	15:03	3	22.00
15:06-15:10	15:09	81	81	15:09	6	13.50
15:11-15:15	15:12	18	18	15:12	3	6.00
15:16-15:20	15:17	32	32	15:17	5	6.40
	15:19	0	0	15:19	2	0.00
15:21-15:25	15:22	9	9	15:22	3	3.00
	15:24	2	2	15:24	2	1.00
15:26-15:30	15:26	25	25	15:26	2	12.50
	15:29	2	2	15:29	3	0.67
15:31-15:35	15:33	4	4	15:33	4	1.00
15:36-15:40	15:36	0	0	15:36	3	0.00
	15:39	10	10	15:39	3	3.33
	15:40	0	0	15:40	1	0.00
15:41-15:45	15:44	3	3	15:44	4	0.75
15:46-15:50	15:47	6	6	15:47	3	2.00
15:51-15:55	15:51	8	8	15:51	4	2.00
	15:55	5	5	15:55	4	1.25
15:56-16:00	15:58	10	10	15:58	3	3.33
16:01-16:05	16:01	4	4	16:01	3	1.33
16:06-16:10	16:04	8	8	16:04	3	2.67
	16:06	8	8	16:06	2	4.00
	16:09	15	15	16:09	3	5.00
16:11-16:15	16:11	6	6	16:11	2	3.00
	16:15	28	28	16:15	4	7.00
16:16-16:20	16:17	3	3	16:17	2	1.50
	16:20	69	69	16:20	3	23.00
16:21-16:25	16:25	26	26	16:25	5	5.20
16:26-16:30	16:28	11	11	16:28	3	3.67
	16:30	4	4	16:30	2	2.00
16:31-16:35	16:31	5	5	16:31	1	5.00
	16:34	2	2	16:34	3	0.67
16:36-16:40	16:38	17	17	16:38	4	4.25
	16:40	11	11	16:40	2	5.50
16:41-16:45	16:42	23	23	16:42	2	11.50
	16:45	0	0	16:45	3	0.00
16:46-16:50	16:48	10	10	16:48	3	3.33
16:51-16:55	16:51	31	31	16:51	3	10.33
	16:54	0	0	16:54	3	0.00
16:56-17:00	16:57	10	10	16:57	3	3.33
	16:59	12	12	16:59	2	6.00
17:01-17:05	17:02	16	16	17:02	3	5.33
	17:04	0	0	17:04	2	0.00
17:06-17:10	17:06	2	2	17:06	2	1.00
	17:08	5	5	17:08	2	2.50

Saat 21:30-24:00 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
21:30-21:40	21:30	5	5	21:30	4	1.25
	21:33	2	2	21:33	3	0.67
	21:39	2	2	21:39	6	0.33
21:41-21:55	21:44	1	1	21:44	5	0.20
	21:51	0	0	21:51	7	0.00
21:56-22:10	21:58	1	1	21:58	7	0.14
	22:09	0	0	22:09	11	0.00
22:11-22:25	22:17	6	6	22:17	8	0.75
	22:23	0	0	22:23	6	0.00
22:26-22:40	22:28	0	0	22:28	5	0.00
	22:39	0	0	22:39	11	0.00
22:41-22:55	22:50	2	2	22:50	11	0.18
22:56-23:10	22:57	0	0	22:57	7	0.00
	23:10	0	0	23:10	13	0.00
23:11-23:30	23:26	1	1	23:26	16	0.06
23:31-23:50	23:31	0	0	23:31	5	0.00
	23:38	0	0	23:38	7	0.00
	23:49	2	2	23:49	11	0.18
23:51-24:00	23:57	0	0	23:57	8	0.00

AYDINLIK DURAĞI CUMARTESİ GÜNÜ GÖZLEM SONUÇLARI

Saat 06:00-08:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
06:00-06:10	06:02	4	4	06:02	2	2.00
06:11-06:20	06:12	13	13	06:12	10	1.30
06:21-06:30	06:23	6	6	06:23	11	0.55
	06:30	4	4	06:30	7	0.57
06:31-06:40	06:35	0	0	06:35	5	0.00
	06:40	1	1	06:40	5	0.20
06:41-06:50	06:43	0	0	06:43	3	0.00
	06:48	6	6	06:48	5	1.20
06:51-07:00	06:52	0	0	06:52	4	0.00
	06:57	0	0	06:57	5	0.00
07:01-07:10	07:02	66	66	07:02	5	13.20
	07:06	32	32	07:06	4	8.00
	07:10	14	14	07:10	4	3.50
07:11-07:20	07:14	15	15	07:14	4	3.75
	07:17	0	0	07:17	3	0.00
07:21-07:30	07:21	7	7	07:21	4	1.75
	07:28	6	6	07:28	7	0.86
	07:30	15	15	07:30	2	7.50
07:31-07:40	07:33	1	1	07:33	3	0.33
	07:36	1	1	07:36	3	0.33
07:41-07:50	07:41	0	0	07:41	5	0.00
	07:46	10	10	07:46	5	2.00
	07:49	1	1	07:49	3	0.33
07:51-08:00	07:52	1	1	07:52	3	0.33
	07:58	7	7	07:58	6	1.17
08:01-08:10	08:01	3	3	08:01	3	1.00
	08:05	3	3	08:05	4	0.75
08:11-08:20	08:11	12	12	08:11	6	2.00
	08:15	4	4	08:15	5	0.80
08:21-08:30	08:21	10	10	08:21	6	1.67
	08:27	15	15	08:27	6	2.50

Saat 08:31-11:01 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
08:31-08:40	08:32	29	29	08:32	5	5.80
	08:37	17	17	08:37	5	3.40
08:41-08:50	08:41	6	6	08:41	4	1.50
	08:45	6	6	08:45	4	1.50
08:51-09:00	08:51	0	0	08:51	6	0.00
	08:56	4	4	08:56	5	0.80
09:01-09:10	09:01	1	1	09:01	5	0.20
	09:04	10	10	09:04	3	3.33
	09:07	0	0	09:07	3	0.00
09:11-09:20	09:11	1	1	09:11	4	0.25
	09:15	0	0	09:15	4	0.00
09:21-09:30	09:21	5	5	09:21	6	0.83
	09:23	0	0	09:23	2	0.00
	09:28	1	1	09:28	5	0.20
09:31-09:40	09:31	1	1	09:31	3	0.33
	09:36	2	2	09:36	5	0.40
	09:40	1	1	09:40	4	0.25
09:41-09:50	09:43	2	2	09:43	3	0.67
	09:46	1	1	09:46	3	0.33
09:51-10:00	09:51	3	3	09:51	5	0.60
	09:55	4	4	09:55	4	1.00
10:01-10:10	10:01	8	8	10:01	6	1.33
	10:05	3	3	10:05	4	0.75
	10:08	5	5	10:08	3	1.67
10:11-10:20	10:11	1	1	10:11	3	0.33
	10:17	36	36	10:17	6	6.00
10:21-10:30	10:22	6	6	10:22	5	1.20
	10:25	2	2	10:25	3	0.67
	10:29	2	2	10:29	4	0.50
10:31-10:40	10:32	4	4	10:32	3	1.33
	10:36	0	0	10:36	4	0.00
	10:40	4	4	10:40	4	1.00
10:41-10:50	10:43	4	4	10:43	3	1.33
	10:47	12	12	10:47	4	3.00
10:51-11:01	10:52	0	0	10:52	5	0.00
	10:55	2	2	10:55	3	0.67
	10:59	10	10	10:59	4	2.50

Saat 16:00-17:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
16:00-16:10	16:03	23	23	16:03	3	7.67
	16:07	19	19	16:07	4	4.75
	16:10	6	6	16:10	3	2.00
16:11-16:20	16:13	6	6	16:13	3	2.00
	16:15	0	0	16:15	2	0.00
	16:19	4	4	16:19	4	1.00
	16:20	0	0	16:20	1	0.00
16:21-16:30	16:23	13	13	16:23	3	4.33
	16:25	0	0	16:25	2	0.00
	16:28	1	1	16:28	3	0.33
	16:30	0	0	16:30	2	0.00
16:31-16:40	16:32	2	2	16:32	2	1.00
	16:35	0	0	16:35	3	0.00
	16:38	0	0	16:38	3	0.00
16:41-16:50	16:41	2	2	16:41	3	0.67
	16:45	2	2	16:45	4	0.50
	16:47	0	0	16:47	2	0.00
	16:49	2	2	16:49	2	1.00
16:51-17:00	16:51	1	1	16:51	2	0.50
	16:54	3	3	16:54	3	1.00
	16:57	4	4	16:57	3	1.33
17:01-17:10	17:01	7	7	17:01	4	1.75
	17:04	3	3	17:04	3	1.00
17:11-17:20	17:11	17	17	17:11	7	2.43
	17:13	1	1	17:13	2	0.50
	17:15	16	16	17:15	2	8.00
	17:19	7	7	17:19	4	1.75
17:21-17:30	17:21	2	2	17:21	2	1.00
	17:24	2	2	17:24	3	0.67
	17:27	5	5	17:27	3	1.67
	17:29	0	0	17:29	2	0.00

Saat 21:30-24:00 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak Gln. Yolcu
	21:23					
21:30-21:40	21:30	27	27	21:30	7	3.86
	21:38	19	19	21:38	8	2.38
21:41-21:50	21:45	7	7	21:45	7	1.00
	21:50	5	5	21:50	5	1.00
21:51-22:00	21:59	0	0	21:59	9	0.00
22:01-22:20	22:08	5	5	22:08	9	0.56
	22:14	1	1	22:14	6	0.17
22:21-22:40	22:21	15	15	22:21	7	2.14
	22:30	1	1	22:30	9	0.11
	22:39	1	1	22:39	9	0.11
22:41-23:00	22:48	0	0	22:48	9	0.00
	22:58	6	6	22:58	10	0.60
23:01-23:20	23:10	1	1	23:10	12	0.08
23:21-23:40	23:21	1	1	23:21	11	0.09
	23:31	3	3	23:31	10	0.30
23:41-24:00	23:42	3	3	23:42	11	0.27
	23:55	3	3	23:55	13	0.23

AYDINLIK DURAĞI PAZAR GÜNÜ GÖZLEM SONUÇLARI

Saat 06:00-08:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak Gln. Yolcu
06:00-06:30	06:05	2	2	06:05	5	0.40
	06:15	2	2	06:15	10	0.20
	06:25	1	1	06:25	10	0.10
06:31-07:00	06:32	0	0	06:32	7	0.00
	06:42	0	0	06:42	10	0.00
	06:49	0	0	06:49	7	0.00
	06:55	0	0	06:55	6	0.00
07:01-07:30	07:05	39	39	07:05	10	3.90
	07:13	19	19	07:13	8	2.38
	07:23	10	10	07:23	10	1.00
07:31-08:00	07:31	9	9	07:31	8	1.13
	07:40	0	0	07:40	9	0.00
	07:50	5	5	07:50	10	0.50
	08:00	2	2	08:00	10	0.20
08:01-08:30	08:08	18	18	08:08	8	2.25
	08:15	1	1	08:15	7	0.14
	08:20	0	0	08:20	5	0.00
	08:25	0	0	08:25	5	0.00
	08:29	2	2	08:29	4	0.50

Saat 08:31-10:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv.A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
08:31-08:45	08:35	2	2	08:35	6	0.33
	08:42	2	2	08:42	7	0.29
08:46-09:00	08:48	5	5	08:48	6	0.83
	08:55	7	7	08:55	7	1.00
09:01-09:15	09:01	3	3	09:01	6	0.50
	09:09	14	14	09:09	8	1.75
	09:15	4	4	09:15	6	0.67
09:16-09:30	09:20	6	6	09:20	5	1.20
	09:25	10	10	09:25	5	2.00
09:31-09:45	09:32	18	18	09:32	7	2.57
	09:38	10	10	09:38	6	1.67
	09:45	24	24	09:45	7	3.43
09:46-10:00	09:49	3	3	09:49	4	0.75
	09:55	68	68	09:55	6	11.33
	10:00	12	12	10:00	5	2.40

Saat 16:00-17:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv.A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
16:00-16:10	16:03	5	5	16:03	3	1.67
	16:07	4	4	16:07	4	1.00
16:11-16:20	16:11	10	10	16:11	4	2.50
	16:14	1	1	16:14	3	0.33
	16:18	8	8	16:18	4	2.00
16:21-16:30	16:21	8	8	16:21	3	2.67
	16:25	23	23	16:25	4	5.75
16:31-16:40	16:31	0	0	16:31	6	0.00
	16:33	3	3	16:33	2	1.50
	16:38	26	26	16:38	5	5.20
16:41-16:50	16:41	0	0	16:41	3	0.00
	16:47	11	11	16:47	6	1.83
16:51-17:00	16:51	13	13	16:51	4	3.25
	16:57	16	16	16:57	6	2.67
	17:00	0	0	17:00	3	0.00
17:01-17:10	17:05	3	3	17:05	5	0.60
	17:10	6	6	17:10	5	1.20
17:11-17:20	17:15	20	20	17:15	5	4.00
	17:18	4	4	17:18	3	1.33
17:21-17:30	17:21	8	8	17:21	3	2.67
	17:26	3	3	17:26	5	0.60
	17:30	0	0	17:30	4	0.00

Saat 21:30-24:00 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
21:30-21:45	21:33	7	7	21:33	3	2.33
	21:41	4	4	21:41	8	0.50
21:46-22:00	21:49	1	1	21:49	8	0.13
	21:58	10	10	21:58	9	1.11
22:00-22:15	22:06	6	6	22:06	8	0.75
	22:13	11	11	22:13	7	1.57
22:16-22:30	22:22	24	24	22:22	9	2.67
	22:30	9	9	22:30	8	1.13
22:31-23:00	22:38	2	2	22:38	8	0.25
	22:47	2	2	22:47	9	0.22
	22:55	3	3	22:55	8	0.38
23:01-23:30	23:05	8	8	23:05	10	0.80
	23:15	1	1	23:15	10	0.10
	23:26	0	0	23:26	11	0.00
23:31-24:00	23:35	0	0	23:35	9	0.00
	23:45	5	5	23:45	10	0.50
	23:56	2	2	23:56	11	0.18

SANAYİ DURAĞI ÇARŞAMBA GÜNÜ GÖZLEM SONUÇLARI

Saat 06:00-08:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
06:00-06:10	06:04	4	4	06:04	4	1.00
06:11-06:20	06:16	1	1	06:16	12	0.08
	06:19	6	6	06:19	3	2.00
06:21-06:30	06:23	0	0	06:23	4	0.00
06:31-06:40	06:33	2	2	06:33	8	0.25
06:41-06:50	06:45	4	4	06:45	8	0.50
	06:47	0	0	06:47	2	0.00
	06:50	2	2	06:50	3	0.67
06:51-07:00	06:55	10	10	06:55	5	2.00
	06:59	3	3	06:59	4	0.75
07:01-07:10	07:03	126	126	07:03	4	31.50
	07:09	116	116	07:09	6	19.33
07:11-07:20	07:16	61	61	07:16	7	8.71
	07:18	18	18	07:18	2	9.00
	07:20	0	0	07:20	2	0.00
07:21-07:25	07:24	18	18	07:24	4	4.50
	07:25	8	8	07:25	4	2.00
07:26-07:30	07:29	72	72	07:29	4	18.00
	07:30	1	1	07:30	1	1.00
07:31-07:35	07:34	6	6	07:34	4	1.50
	07:35	0	0	07:35	1	0.00
07:36-07:40	07:40	24	24	07:40	5	4.80
07:41-07:45	07:42	2	2	07:42	2	1.00
	07:44	2	2	07:44	2	1.00
	07:45	2	2	07:45	1	2.00
07:46-07:50	07:46	3	3	07:46	1	3.00
	07:50	7	7	07:50	4	1.75
07:51-07:55	07:52	10	10	07:52	2	5.00
	07:53	2	2	07:53	1	2.00
	07:55	8	8	07:55	2	4.00
07:56-08:00	07:57	12	12	07:57	2	6.00
	07:59	15	15	07:59	2	7.50
	08:00	5	5	08:00	1	5.00
	08:01	10	10	08:01	1	10.00
08:01-08:05	08:03	5	5	08:03	2	2.50
08:06-08:10	08:06	99	99	08:06	3	33.00
	08:09	22	22	08:09	3	7.33
08:11-08:15	08:12	16	16	08:12	3	5.33
	08:13	3	3	08:13	1	3.00
08:16-08:20	08:16	22	22	08:16	3	7.33
	08:20	5	5	08:20	4	1.25
08:21-08:25	08:22	12	12	08:22	2	6.00
	08:24	16	16	08:24	2	8.00
08:26-08:30	08:28	66	66	08:28	4	16.50

Saat 08:30-11:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
08:31-08:40	08:31	0	0	08:31	3	0.00
	08:36	22	22	08:36	5	4.40
	08:40	51	51	08:40	4	12.75
08:41-08:50	08:44	0	0	08:44	4	0.00
	08:47	13	13	08:47	3	4.33
08:51-09:00	08:53	48	48	08:53	6	8.00
	08:56	20	20	08:56	3	6.67
	08:59	2	2	08:59	3	0.67
09:01-09:10	09:01	3	3	09:01	2	1.50
	09:04	9	9	09:04	3	3.00
	09:06	20	20	09:06	2	10.00
	09:09	10	10	09:09	3	3.33
09:11-09:20	09:12	20	20	09:12	3	6.67
	09:18	11	11	09:18	6	1.83
09:21-09:30	09:21	2	2	09:21	3	0.67
	09:24	46	46	09:24	3	15.33
	09:29	16	16	09:29	5	3.20
09:31-09:40	09:32	4	4	09:32	3	1.33
	09:37	37	37	09:37	5	7.40
09:41-09:50	09:43	32	32	09:43	6	5.33
	09:46	29	29	09:46	3	9.67
09:51-10:00	09:52	102	102	09:52	6	17.00
	09:56	30	30	09:56	4	7.50
10:01-10:10	10:01	11	11	10:01	5	2.20
	10:07	9	9	10:07	6	1.50
10:11-10:20	10:12	14	14	10:12	5	2.80
	10:16	21	21	10:16	4	5.25
10:21-10:30	10:22	6	6	10:22	6	1.00
	10:27	1	1	10:27	5	0.20
	10:29	0	0	10:29	2	0.00
10:31-10:40	10:32	10	10	10:32	3	3.33
	10:36	6	6	10:36	4	1.50
10:41-10:50	10:41	11	11	10:41	5	2.20
	10:46	43	43	10:46	5	8.60
10:51-11:00	10:51	23	23	10:51	5	4.60
	10:55	18	18	10:55	4	4.50
	10:58	30	30	10:58	3	10.00
11:01-11:10	11:07	48	48	11:07	9	5.33
11:11-11:20	11:13	13	13	11:13	6	2.17
	11:19	10	10	11:19	6	1.67
11:21-11:30	11:26	14	14	11:26	7	2.00
	11:29	0	0	11:29	3	0.00

Saat 15:00-17:10 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
15:00-15:05	15:01	4	4	15:01	1	4.00
15:06-15:10	15:07	1	1	15:07	6	0.17
15:11-15:15	15:11	60	60	15:11	4	15.00
15:16-15:20	15:16	19	19	15:16	5	3.80
	15:19	27	27	15:19	3	9.00
15:21-15:25	15:21	23	23	15:21	2	11.50
	15:24	16	16	15:24	3	5.33
15:26-15:30	15:26	9	9	15:26	2	4.50
	15:29	31	31	15:29	3	10.33
15:31-15:35	15:31	10	10	15:31	2	5.00
15:36-15:40	15:36	85	85	15:36	5	17.00
	15:38	47	47	15:38	2	23.50
	15:40	7	7	15:40	2	3.50
15:41-15:45	15:41	14	14	15:41	1	14.00
15:46-15:50	15:46	48	48	15:46	5	9.60
15:51-15:55	15:51	40	40	15:51	5	8.00
	15:54	65	65	15:54	3	21.67
15:56-16:00	15:56	22	22	15:56	2	11.00
16:01-16:05	16:01	118	118	16:01	5	23.60
16:06-16:10	16:06	5	5	16:06	5	1.00
	16:09	6	6	16:09	3	2.00
16:11-16:15	16:11	2	2	16:11	2	1.00
	16:15	29	29	16:15	4	7.25
16:16-16:20	16:16	3	3	16:16	1	3.00
	16:19	10	10	16:19	3	3.33
16:21-16:25	16:22	21	21	16:22	3	7.00
16:26-16:30	16:26	38	38	16:26	4	9.50
	16:29	49	49	16:29	3	16.33
16:31-16:35	16:31	7	7	16:31	2	3.50
	16:34	39	39	16:34	3	13.00
16:36-16:40	16:37	30	30	16:37	3	10.00
	16:40	13	13	16:40	3	4.33
16:41-16:45	16:42	29	29	16:42	2	14.50
	16:45	19	19	16:45	3	6.33
16:46-16:50	16:47	0	0	16:47	2	0.00
16:51-16:55	16:51	13	13	16:51	4	3.25
	16:55	6	6	16:55	4	1.50
16:56-17:00	16:56	4	4	16:56	1	4.00
	16:59	8	8	16:59	3	2.67
17:01-17:05	17:01	5	5	17:01	2	2.50
	17:05	1	1	17:05	4	0.25
17:06-17:10	17:07	10	10	17:07	2	5.00
	17:08	21	21	17:08	1	21.00

Saat 21:30-24:00 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
21:30-21:40	21:31	0	0	21:31	1	0.00
	21:33	1	1	21:33	2	0.50
	21:36	0	0	21:36	3	0.00
21:41-21:55	21:41	24	24	21:41	5	4.80
	21:49	2	2	21:49	8	0.25
21:56-22:10	21:56	26	26	21:56	7	3.71
	22:04	1	1	22:04	8	0.13
22:11-22:25	22:11	27	27	22:11	7	3.86
	22:18	10	10	22:18	7	1.43
22:26-22:40	22:26	5	5	22:26	8	0.63
	22:40	12	12	22:40	14	0.86
22:41-22:55	22:50	3	3	22:50	10	0.30
22:56-23:10	22:58	1	1	22:58	8	0.13
	23:07	26	26	23:07	9	2.89
23:11-23:30	23:15	9	9	23:15	8	1.13
	23:23	1	1	23:23	8	0.13
23:31-23:50	23:31	7	7	23:31	8	0.88
	23:38	3	3	23:38	7	0.43
	23:49	50	50	23:49	11	4.55
23:51-24:00	23:58	3	3	23:58	9	0.33

SANAYİ DURAĞI CUMARTESİ GÜNÜ GÖZLEM SONUÇLARI

Saat 06:00-08:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
06:00-06:10	06:02	0	0	06:02	2	0.00
06:11-06:20	06:12	5	5	06:12	10	0.50
06:21-06:30	06:23	1	1	06:23	11	0.09
	06:30	0	0	06:30	7	0.00
06:31-06:40	06:35	0	0	06:35	5	0.00
	06:40	2	2	06:40	5	0.40
06:41-06:50	06:43	1	1	06:43	3	0.33
	06:48	0	0	06:48	5	0.00
06:51-07:00	06:52	0	0	06:52	4	0.00
	06:57	0	0	06:57	5	0.00
07:01-07:10	07:02	21	21	07:02	5	4.20
	07:06	20	20	07:06	4	5.00
	07:10	25	25	07:10	4	6.25
07:11-07:20	07:14	2	2	07:14	4	0.50
	07:17	23	23	07:17	3	7.67
07:21-07:30	07:21	7	7	07:21	4	1.75
	07:28	21	21	07:28	7	3.00
	07:30	22	22	07:30	2	11.00
07:31-07:40	07:33	1	1	07:33	3	0.33
	07:36	1	1	07:36	3	0.33
07:41-07:50	07:41	18	18	07:41	5	3.60
	07:46	59	59	07:46	5	11.80
	07:49	2	2	07:49	3	0.67
07:51-08:00	07:52	8	8	07:52	3	2.67
	07:58	3	3	07:58	6	0.50
08:01-08:10	08:01	6	6	08:01	3	2.00
	08:05	4	4	08:05	4	1.00
08:11-08:20	08:11	51	51	08:11	6	8.50
	08:15	20	20	08:15	5	4.00
08:21-08:30	08:21	13	13	08:21	6	2.17
	08:27	10	10	08:27	6	1.67

Saat 08:31-11:01 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
08:31-08:40	08:32	29	29	08:32	5	5.80
	08:37	14	14	08:37	5	2.80
08:41-08:50	08:41	4	4	08:41	4	1.00
	08:45	6	6	08:45	4	1.50
08:51-09:00	08:51	18	18	08:51	6	3.00
	08:56	0	0	08:56	5	0.00
09:01-09:10	09:01	1	1	09:01	5	0.20
	09:04	1	1	09:04	3	0.33
	09:07	23	23	09:07	3	7.67
09:11-09:20	09:11	18	18	09:11	4	4.50
	09:15	17	17	09:15	4	4.25
09:21-09:30	09:21	2	2	09:21	6	0.33
	09:23	3	3	09:23	2	1.50
	09:28	6	6	09:28	5	1.20
09:31-09:40	09:31	12	12	09:31	3	4.00
	09:36	12	12	09:36	5	2.40
	09:40	14	14	09:40	4	3.50
09:41-09:50	09:43	5	5	09:43	3	1.67
	09:46	6	6	09:46	3	2.00
09:51-10:00	09:51	27	27	09:51	5	5.40
	09:55	8	8	09:55	4	2.00
10:01-10:10	10:01	23	23	10:01	6	3.83
	10:05	27	27	10:05	4	6.75
	10:08	0	0	10:08	3	0.00
10:11-10:20	10:11	1	1	10:11	3	0.33
	10:17	1	1	10:17	6	0.17
10:21-10:30	10:22	10	10	10:22	5	2.00
	10:25	7	7	10:25	3	2.33
	10:29	28	28	10:29	4	7.00
10:31-10:40	10:32	1	1	10:32	3	0.33
	10:36	19	19	10:36	4	4.75
	10:40	31	31	10:40	4	7.75
10:41-10:50	10:43	16	16	10:43	3	5.33
	10:47	3	3	10:47	4	0.75
10:51-11:01	10:52	6	6	10:52	5	1.20
	10:55	4	4	10:55	3	1.33
	10:59	1	1	10:59	4	0.25

Saat 16:00-17:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
16:00-16:10	16:02	0	0	16:02	2	0.00
	16:06	6	6	16:06	4	1.50
	16:09	16	16	16:09	3	5.33
16:11-16:20	16:12	7	7	16:12	3	2.33
	16:14	6	6	16:14	2	3.00
	16:18	1	1	16:18	4	0.25
	16:19	1	1	16:19	1	1.00
16:21-16:30	16:22	8	8	16:22	3	2.67
	16:24	1	1	16:24	2	0.50
	16:27	11	11	16:27	3	3.67
	16:29	4	4	16:29	2	2.00
16:31-16:40	16:31	12	12	16:31	2	6.00
	16:34	1	1	16:34	3	0.33
	16:37	12	12	16:37	3	4.00
16:41-16:50	16:41	14	14	16:41	4	3.50
	16:44	8	8	16:44	3	2.67
	16:46	0	0	16:46	2	0.00
	16:48	6	6	16:48	2	3.00
16:51-17:00	16:51	7	7	16:51	3	2.33
	16:54	30	30	16:54	3	10.00
	16:58	92	92	16:58	4	23.00
17:01-17:10	17:02	45	45	17:02	4	11.25
	17:05	12	12	17:05	3	4.00
17:11-17:20	17:12	15	15	17:12	7	2.14
	17:14	8	8	17:14	2	4.00
	17:16	6	6	17:16	2	3.00
	17:20	20	20	17:20	4	5.00
17:21-17:30	17:22	0	0	17:22	2	0.00
	17:25	1	1	17:25	3	0.33
	17:28	14	14	17:28	3	4.67
	17:30	5	5	17:30	2	2.50

Saat 21:30-24:00 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv.A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
	21:23			21:23		
21:30-21:40	21:31	13	13	21:31	8	1.63
	21:39	1	1	21:39	8	0.13
21:41-21:50	21:44	0	0	21:44	5	0.00
	21:49	0	0	21:49	5	0.00
21:51-22:00	21:58	0	0	21:58	9	0.00
22:01-22:20	22:06	13	13	22:06	8	1.63
	22:15	0	0	22:15	9	0.00
22:21-22:40	22:23	5	5	22:23	8	0.63
	22:30	3	3	22:30	7	0.43
	22:40	49	49	22:40	10	4.90
22:41-23:00	22:48	0	0	22:48	8	0.00
	22:59	17	17	22:59	11	1.55
23:01-23:20	23:11	7	7	23:11	12	0.58
23:21-23:40	23:22	3	3	23:22	11	0.27
	23:33	42	42	23:33	11	3.82
23:41-24:00	23:42	8	8	23:42	9	0.89
	23:52	3	3	23:52	10	0.30
	24:00	3	3	24:00	8	0.38

SANAYİ DURAĞI PAZAR GÜNÜ GÖZLEM SONUÇLARI

Saat 06:00-08:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv.A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
06:00-06:30	06:05	3	3	06:05	5	0.60
	06:15	4	4	06:15	10	0.40
	06:25	1	1	06:25	10	0.10
06:31-07:00	06:32	1	1	06:32	7	0.14
	06:42	0	0	06:42	10	0.00
	06:49	0	0	06:49	7	0.00
	06:55	0	0	06:55	6	0.00
07:01-07:30	07:05	59	59	07:05	10	5.90
	07:13	3	3	07:13	8	0.38
	07:23	5	5	07:23	10	0.50
07:31-08:00	07:31	0	0	07:31	8	0.00
	07:40	14	14	07:40	9	1.56
	07:50	3	3	07:50	10	0.30
	08:00	3	3	08:00	10	0.30
08:01-08:30	08:08	7	7	08:08	8	0.88
	08:15	6	6	08:15	7	0.86
	08:20	3	3	08:20	5	0.60
	08:25	8	8	08:25	5	1.60
	08:29	2	2	08:29	4	0.50

Saat 08:31-10:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
08:31-08:45	08:36	0	0	08:36	7	0.00
	08:42	13	13	08:42	6	2.17
08:46-09:00	08:48	39	39	08:48	6	6.50
	08:55	0	0	08:55	7	0.00
09:01-09:15	09:01	13	13	09:01	6	2.17
	09:09	32	32	09:09	8	4.00
	09:15	20	20	09:15	6	3.33
09:16-09:30	09:20	1	1	09:20	5	0.20
	09:25	3	3	09:25	5	0.60
09:31-09:45	09:32	11	11	09:32	7	1.57
	09:38	30	30	09:38	6	5.00
	09:45	12	12	09:45	7	1.71
09:46-10:00	09:49	13	13	09:49	4	3.25
	09:55	5	5	09:55	6	0.83
	09:59	1	1	09:59	4	0.25

Saat 16:00-17:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
16:00-16:10	16:03	29	29	16:03	3	9.67
	16:07	8	8	16:07	4	2.00
16:11-16:20	16:11	3	3	16:11	4	0.75
	16:14	14	14	16:14	3	4.67
	16:18	13	13	16:18	4	3.25
16:21-16:30	16:21	18	18	16:21	3	6.00
	16:25	43	43	16:25	4	10.75
16:31-16:40	16:31	29	29	16:31	6	4.83
	16:33	2	2	16:33	2	1.00
	16:38	4	4	16:38	5	0.80
16:41-16:50	16:41	5	5	16:41	3	1.67
	16:47	20	20	16:47	6	3.33
16:51-17:00	16:51	2	2	16:51	4	0.50
	16:57	0	0	16:57	6	0.00
	17:00	0	0	17:00	3	0.00
17:01-17:10	17:05	10	10	17:05	5	2.00
	17:10	5	5	17:10	5	1.00
17:11-17:20	17:15	6	6	17:15	5	1.20
	17:18	16	16	17:18	3	5.33
17:21-17:30	17:21	8	8	17:21	3	2.67
	17:26	14	14	17:26	5	2.80
	17:30	25	25	17:30	4	6.25

Saat 21:30-24:00 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv. Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
21:30-21:45	21:32	3	3	21:32	2	1.50
	21:40	5	5	21:40	8	0.63
21:46-22:00	21:49	4	4	21:49	9	0.44
	21:58	5	5	21:58	9	0.56
22:00-22:15	22:06	0	0	22:06	8	0.00
	22:13	6	6	22:13	7	0.86
22:16-22:30	22:22	0	0	22:22	9	0.00
	22:30	0	0	22:30	8	0.00
22:31-23:00	22:38	18	18	22:38	8	2.25
	22:47	10	10	22:47	9	1.11
	22:55	4	4	22:55	8	0.50
23:01-23:30	23:05	3	3	23:05	10	0.30
	23:15	89	89	23:15	10	8.90
	23:26	5	5	23:26	11	0.45
23:31-24:00	23:34	10	10	23:34	8	1.25
	23:43	0	0	23:43	9	0.00
	23:55	10	10	23:55	12	0.83

OTOGAR DURAĞI PERŞEMBE GÜNÜ GÖZLEM SONUÇLARI

Saat 06:00-08:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv. Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv.A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
06:00-06:10	06:04	2	2	06:04	4	0.50
06:11-06:20	06:16	31	31	06:16	12	2.58
	06:19	10	10	06:19	3	3.33
06:21-06:30	06:23	27	27	06:23	4	6.75
06:31-06:40	06:33	0	0	06:33	10	0.00
06:41-06:50	06:45	25	25	06:45	12	2.08
	06:47	12	12	06:47	2	6.00
	06:50	0	0	06:50	3	0.00
06:51-07:00	06:55	10	10	06:55	5	2.00
	06:59	15	15	06:59	4	3.75
07:00-07:10	07:08	50	50	07:08	9	5.56
07:11-07:20	07:13	12	12	07:13	5	2.40
	07:17	65	65	07:17	4	16.25
07:21-07:25	07:21	69	69	07:21	4	17.25
	07:24	2	2	07:24	3	0.67
07:26-07:30	07:26	17	17	07:26	2	8.50
	07:28	8	8	07:28	2	4.00
	07:30	67	67	07:30	2	33.50
07:31-07:35	07:32	4	4	07:32	2	2.00
	07:35	9	9	07:35	3	3.00
07:36-07:40	07:37	1	1	07:37	2	0.50
	07:40	27	27	07:40	3	9.00
07:41-07:45	07:42	4	4	07:42	2	2.00
	07:43	7	7	07:43	3	2.33
	07:45	11	11	07:45	2	5.50
07:46-07:50	07:46	58	58	07:46	1	58.00
	07:48	7	7	07:48	2	3.50
07:51-07:55	07:50	19	19	07:50	2	9.50
	07:52	8	8	07:52	2	4.00
07:56-08:00	07:55	23	23	07:55	3	7.67
	07:57	22	22	07:57	2	11.00
	07:58	14	14	07:58	1	14.00
	08:00	18	18	08:00	2	9.00
08:01-08:05	08:03	58	58	08:03	3	19.33
08:06-08:10	08:05	9	9	08:05	2	4.50
	08:06	61	61	08:06	1	61.00
	08:09	42	42	08:09	3	14.00
08:11-08:15	08:12	30	30	08:12	3	10.00
08:16-08:20	08:16	23	23	08:16	4	5.75
	08:18	27	27	08:18	2	13.50
08:21-08:25	08:20	72	72	08:20	2	36.00
	08:23	35	35	08:23	3	11.67
	08:26	45	45	08:26	3	15.00
	08:29	93	93	08:29	3	31.00

Saat 08:30-11:00 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
08:30-08:40	08:30	0	0	08:30	1	0.00
	08:32	12	12	08:32	2	6.00
	08:33	18	18	08:33	1	18.00
	08:35	0	0	08:35	2	0.00
	08:36	6	6	08:36	1	6.00
	08:39	34	34	08:39	3	11.33
08:41-08:50	08:41	19	19	08:41	2	9.50
	08:43	1	1	08:43	2	0.50
	08:44	2	2	08:44	1	2.00
	08:47	13	13	08:47	3	4.33
	08:50	42	42	08:50	3	14.00
08:51-09:00	08:51	5	5	08:51	1	5.00
	08:54	29	29	08:54	3	9.67
	08:58	10	10	08:58	4	2.50
09:01-09:10	09:02	4	4	09:02	4	1.00
	09:07	109	109	09:07	5	21.80
	09:10	14	14	09:10	3	4.67
09:11-09:20	09:15	9	9	09:15	5	1.80
	09:18	32	32	09:18	3	10.67
09:21-09:30	09:22	30	30	09:22	4	7.50
	09:26	56	56	09:26	4	14.00
	09:29	72	72	09:29	3	24.00
09:31-09:40	09:32	32	32	09:32	3	10.67
	09:35	10	10	09:35	3	3.33
09:41-09:50	09:42	16	16	09:42	7	2.29
	09:48	24	24	09:48	6	4.00
09:51-10:00	09:53	38	38	09:53	5	7.60
	09:57	6	6	09:57	4	1.50
10:01-10:10	10:04	3	3	10:04	7	0.43
	10:08	1	1	10:08	4	0.25
10:11-10:20	10:12	19	19	10:12	4	4.75
	10:15	7	7	10:15	3	2.33
	10:19	13	13	10:19	4	3.25
10:21-10:30	10:22	36	36	10:22	3	12.00
	10:25	20	20	10:25	3	6.67
	10:29	26	26	10:29	4	6.50
10:31-10:40	10:33	57	57	10:33	4	14.25
	10:37	30	30	10:37	4	7.50
10:41-10:50	10:42	15	15	10:42	5	3.00
	10:46	10	10	10:46	4	2.50
10:51-11:00	10:53	21	21	10:53	7	3.00
	10:56	0	0	10:56	3	0.00

Saat 15:00-17:00 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
15:00-15:15	15:07	12	12	15:07	7	1.71
	15:10	0	0	15:10	3	0.00
	15:14	0	0	15:14	4	0.00
15:16-15:30	15:18	18	18	15:18	4	4.50
	15:22	8	8	15:22	4	2.00
	15:24	2	2	15:24	2	1.00
	15:25	0	0	15:25	1	0.00
	15:27	35	35	15:27	2	17.50
	15:29	2	2	15:29	2	1.00
15:31-15:45	15:31	4	4	15:31	2	2.00
	15:35	0	0	15:35	4	0.00
	15:36	1	1	15:36	1	1.00
	15:39	14	14	15:39	3	4.67
	15:40	0	0	15:40	1	0.00
	15:42	0	0	15:42	2	0.00
	15:45	23	23	15:45	3	7.67
15:46-16:00	15:47	2	2	15:47	2	1.00
	15:50	0	0	15:50	3	0.00
	15:52	7	7	15:52	2	3.50
	15:54	7	7	15:54	2	3.50
	15:55	0	0	15:55	1	0.00
	15:57	0	0	15:57	2	0.00
16:01-16:15	16:02	14	14	16:02	5	2.80
	16:05	8	8	16:05	3	2.67
	16:06	0	0	16:06	1	0.00
	16:09	18	18	16:09	3	6.00
	16:12	18	18	16:12	3	6.00
	16:15	0	0	16:15	3	0.00
16:16-16:30	16:17	14	14	16:17	2	7.00
	16:20	13	13	16:20	3	4.33
	16:23	23	23	16:23	3	7.67
	16:27	1	1	16:27	4	0.25
	16:29	8	8	16:29	2	4.00
16:31-16:45	16:32	1	1	16:32	3	0.33
	16:34	15	15	16:34	2	7.50
	16:38	2	2	16:38	4	0.50
	16:42	3	3	16:42	4	0.75
	16:45	5	5	16:45	3	1.67
16:46-17:00	16:47	0	0	16:47	2	0.00
	16:50	9	9	16:50	3	3.00
	16:52	14	14	16:52	2	7.00
	16:57	10	10	16:57	3	3.33
	16:59	6	6	16:59	2	3.00

Saat 21:30-24:00 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
21:30 -21:40	21:32	18	18	21:32	2	9,00
	21:39	61	61	21:39	7	8,71
21:41-21:55	21:45	36	36	21:45	6	6,00
	21:53	11	11	21:53	8	1,38
21:56-22:10	22:01	29	29	22:01	8	3,63
	22:09	37	37	22:09	8	4,63
22:11-22:25	22:15	12	12	22:15	6	2,00
	22:24	16	16	22:24	9	1,78
22:26-22:40	22:29	20	20	22:29	5	4,00
	22:39	20	20	22:39	10	2,00
22:41-22:55	22:48	61	61	22:48	9	6,78
22:56-23:10	22:59	18	18	22:59	11	1,64
23:11-23:30	23:12	17	17	23:12	13	1,31
	23:24	71	71	23:24	12	5,92
23:31-23:50	23:32	30	30	23:32	8	3,75
	23:41	28	28	23:41	9	3,11
23:51-24:00	23:52	0	0	23:52	11	0,00

OTOGAR DURAĞI CUMARTESİ GÜNÜ GÖZLEM SONUÇLARI

Saat 06:00-08:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
06:00-06:10	06:06	13	13	06:06	6	2,17
06:11-06:20	06:13	32	32	06:13	7	4,57
06:21-06:30	06:24	1	1	06:24	9	0,11
	06:30	2	2	06:30	6	0,33
06:31-06:40	06:36	0	0	06:36	6	0,00
	06:41	7	7	06:41	5	1,40
06:41-06:50	06:45	2	2	06:45	4	0,50
	06:49	2	2	06:49	4	0,50
06:51-07:00	06:53	5	5	06:53	4	1,25
	06:58	9	9	06:58	5	1,80
07:01-07:10	07:03	77	77	07:03	5	15,40
	07:06	10	10	07:06	3	3,33
	07:10	48	48	07:10	4	12,00
07:11-07:20	07:14	37	37	07:14	4	9,25
	07:17	12	12	07:17	3	4,00
07:21-07:30	07:21	53	53	07:21	4	13,25
	07:28	41	41	07:28	7	5,86
	07:30	0	0	07:30	2	0,00
07:31-07:40	07:34	12	12	07:34	4	3,00
	07:36	2	2	07:36	2	1,00
07:41-07:50	07:42	25	25	07:42	6	4,17
	07:46	10	10	07:46	4	2,50
	07:49	7	7	07:49	3	2,33
07:51-08:00	07:51	0	0	07:51	2	0,00
	07:56	22	22	07:56	5	4,40
08:01-08:10	08:01	98	98	08:01	5	19,60
	08:05	8	8	08:05	4	2,00
08:11-08:20	08:11	20	20	08:11	6	3,33
	08:14	0	0	08:14	3	0,00
08:21-08:30	08:21	149	149	08:21	7	21,29
	08:26	8	8	08:26	5	1,60
	08:30	64	64	08:30	4	16,00

Saat 08:31-11:01 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
08:31-08:40	08:31	11	11	08:31	1	11.00
	08:36	35	35	08:36	5	7.00
08:41-08:50	08:41	15	15	08:41	5	3.00
	08:46	16	16	08:46	5	3.20
08:51-09:00	08:52	0	0	08:52	6	0.00
	08:56	6	6	08:56	4	1.50
09:01-09:10	09:03	5	5	09:03	7	0.71
	09:05	13	13	09:05	2	6.50
	09:10	2	2	09:10	5	0.40
09:11-09:20	09:13	1	1	09:13	3	0.33
	09:16	0	0	09:16	3	0.00
09:21-09:30	09:21	8	8	09:21	5	1.60
	09:24	1	1	09:24	3	0.33
	09:29	2	2	09:29	5	0.40
09:31-09:40	09:32	3	3	09:32	3	1.00
	09:36	4	4	09:36	4	1.00
	09:40	2	2	09:40	4	0.50
09:41-09:50	09:42	3	3	09:42	2	1.50
	09:46	3	3	09:46	4	0.75
09:51-10:00	09:54	11	11	09:54	8	1.38
	09:57	6	6	09:57	3	2.00
10:01-10:10	10:01	11	11	10:01	4	2.75
	10:05	7	7	10:05	4	1.75
	10:06	3	3	10:06	1	3.00
10:11-10:20	10:12	5	5	10:12	6	0.83
	10:18	72	72	10:18	6	12.00
10:21-10:30	10:23	13	13	10:23	5	2.60
	10:25	3	3	10:25	2	1.50
	10:29	4	4	10:29	4	1.00
10:31-10:40	10:33	10	10	10:33	4	2.50
	10:36	1	1	10:36	3	0.33
	10:41	11	11	10:41	5	2.20
10:41-10:50	10:44	8	8	10:44	3	2.67
	10:48	24	24	10:48	4	6.00
10:51-11:01	10:53	0	0	10:53	5	0.00
	10:55	3	3	10:55	2	1.50
	10:58	16	16	10:58	3	5.33

Saat 16:00-17:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
16:00-16:10	16:03	0	0	16:03	3	0.00
	16:05	4	4	16:05	2	2.00
	16:09	17	17	16:09	4	4.25
16:11-16:20	16:13	14	14	16:13	4	3.50
	16:15	0	0	16:15	2	0.00
	16:19	3	3	16:19	4	0.75
	16:20	1	1	16:20	1	1.00
16:21-16:30	16:23	16	16	16:23	3	5.33
	16:25	3	3	16:25	2	1.50
	16:27	7	7	16:27	2	3.50
	16:30	2	2	16:30	3	0.67
16:31-16:40	16:31	0	0	16:31	1	0.00
	16:34	24	24	16:34	3	8.00
	16:38	7	7	16:38	4	1.75
16:41-16:50	16:41	2	2	16:41	3	0.67
	16:44	12	12	16:44	3	4.00
	16:46	5	5	16:46	2	2.50
	16:48	10	10	16:48	2	5.00
16:51-17:00	16:51	27	27	16:51	3	9.00
	16:54	12	12	16:54	3	4.00
	16:56	4	4	16:56	4	1.00
17:01-17:10	17:02	4	4	17:02	6	0.67
	17:05	4	4	17:05	3	1.33
17:11-17:20	17:12	20	20	17:12	7	2.86
	17:14	1	1	17:14	2	0.50
	17:16	0	0	17:16	2	0.00
	17:19	0	0	17:19	3	0.00
17:21-17:30	17:21	3	3	17:21	2	1.50
	17:25	3	3	17:25	4	0.75
	17:29	4	4	17:29	4	1.00
	17:30	4	4	17:30	1	4.00

Saat 21:30-24:00 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
	21:23			21:23		
21:30-21:40	21:31	17	17	21:31	8	2.13
	21:39	17	17	21:39	8	2.13
21:41-21:50	21:44	23	23	21:44	5	4.60
	21:49	63	63	21:49	5	12.60
21:51-22:00	21:58	8	8	21:58	9	0.89
22:01-22:20	22:06	6	6	22:06	8	0.75
	22:15	8	8	22:15	9	0.89
22:21-22:40	22:23	19	19	22:23	8	2.38
	22:30	9	9	22:30	7	1.29
	22:40	0	0	22:40	10	0.00
22:41-23:00	22:48	1	1	22:48	8	0.13
	22:59	35	35	22:59	11	3.18
23:01-23.20	23:06	11	11	23:06	7	1.57
	23:14	6	6	23:14	8	0.75
23:21-23:40	23:22	4	4	23:22	8	0.50
	23:33	0	0	23:33	11	0.00
23:41-24:00	23:42	6	6	23:42	9	0.67
	23:52	17	17	23:52	10	1.70
	24:00	1	1	24:00	8	0.13

OTOGAR DURAĞI PAZAR GÜNÜ GÖZLEM SONUÇLARI

Saat 06:00-08:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
06:00-06:30	06:04	2	2	06:04	4	0.50
	06:15	14	14	06:15	11	1.27
	06:26	1	1	06:26	11	0.09
06:31-07:00	06:35	0	0	06:35	9	0.00
	06:42	15	15	06:42	7	2.14
	06:49	1	1	06:49	7	0.14
	06:55	0	0	06:55	6	0.00
07:01-07:30	07:05	42	42	07:05	10	4.20
	07:13	32	32	07:13	8	4.00
	07:19	5	5	07:19	6	0.83
07:31-08:00	07:31	3	3	07:31	12	0.25
	07:41	30	30	07:41	10	3.00
	07:50	26	26	07:50	9	2.89
	08:00	4	4	08:00	10	0.40
08:01-08:30	08:09	59	59	08:09	9	6.56
	08:16	45	45	08:16	7	6.43
	08:20	0	0	08:20	4	0.00
	08:25	39	39	08:25	5	7.80
	08:30	24	24	08:30	5	4.80

Saat 08:31-10:00 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv. Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
08:31-08:45	08:37	63	63	08:37	7	9.00
	08:43	2	2	08:43	6	0.33
08:46-09:00	08:49	29	29	08:49	6	4.83
	08:55	2	2	08:55	6	0.33
09:01-09:15	09:02	64	64	09:02	7	9.14
	09:07	3	3	09:07	5	0.60
	09:15	8	8	09:15	8	1.00
09:16-09:30	09:19	8	8	09:19	4	2.00
	09:25	0	0	09:25	6	0.00
09:31-09:45	09:32	25	25	09:32	7	3.57
	09:39	60	60	09:39	7	8.57
	09:45	24	24	09:45	6	4.00
09:46-10:00	09:48	10	10	09:48	3	3.33
	09:54	15	15	09:54	6	2.50
	09:59	0	0	09:59	5	0.00

Saat 16:00-17:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv. Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
16:00-16:10	16:02	7	7	16:02	2	3.50
	16:07	77	77	16:07	5	15.40
16:11-16:20	16:11	6	6	16:11	4	1.50
	16:14	8	8	16:14	3	2.67
	16:18	0	0	16:18	4	0.00
16:21-16:30	16:21	50	50	16:21	3	16.67
	16:25	5	5	16:25	4	1.25
16:31-16:40	16:31	75	75	16:31	6	12.50
	16:33	1	1	16:33	2	0.50
	16:38	64	64	16:38	5	12.80
16:41-16:50	16:41	15	15	16:41	3	5.00
	16:47	14	14	16:47	6	2.33
16:51-17:00	16:51	12	12	16:51	4	3.00
	16:57	7	7	16:57	6	1.17
	17:00	2	2	17:00	3	0.67
17:01-17:10	17:05	50	50	17:05	5	10.00
	17:10	20	20	17:10	5	4.00
17:11-17:20	17:15	4	4	17:15	5	0.80
	17:18	9	9	17:18	3	3.00
17:21-17:30	17:21	5	5	17:21	3	1.67
	17:26	77	77	17:26	5	15.40
	17:30	6	6	17:30	4	1.50

Saat 21:30-24:00 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
21:30-21:45	21:31	0	0	21:31	1	0.00
	21:39	15	15	21:39	8	1.88
21:46-22:00	21:49	26	26	21:49	10	2.60
	21:57	37	37	21:57	8	4.63
22:00-22:15	22:05	8	8	22:05	8	1.00
	22:14	32	32	22:14	9	3.56
22:16-22:30	22:23	25	25	22:23	9	2.78
	22:30	8	8	22:30	7	1.14
22:31-23:00	22:37	28	28	22:37	7	4.00
	22:45	14	14	22:45	8	1.75
	22:55	0	0	22:55	10	0.00
23:01-23:30	23:04	8	8	23:04	9	0.89
	23:14	4	4	23:14	10	0.40
	23:22	10	10	23:22	8	1.25
23:31-24:00	23:34	9	9	23:34	12	0.75
	23:43	6	6	23:43	9	0.67
	23:56	0	0	23:56	13	0.00

BELEDİYE DURAĞI CUMA GÜNÜ GÖZLEM SONUÇLARI

Saat 06:00-08:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
06:00-06:10	06:04	0	0	06:04	4	0.00
06:11-06:20	06:16	5	5	06:16	12	0.42
	06:19	4	4	06:19	3	1.33
06:21-06:30	06:23	2	2	06:23	4	0.50
06:31-06:40	06:33	9	9	06:33	10	0.90
06:41-06:50	06:45	2	2	06:45	12	0.17
	06:47	0	0	06:47	2	0.00
	06:50	6	6	06:50	3	2.00
07:00-07:10	07:01	3	3	07:01	11	0.27
	07:04	1	1	07:04	3	0.33
07:11-07:20	07:11	0	0	07:11	7	0.00
	07:12	1	1	07:12	1	1.00
	07:15	0	0	07:15	3	0.00
	07:18	0	0	07:18	3	0.00
	07:19	0	0	07:19	1	0.00
07:21-07:25	07:25	4	4	07:25	6	0.67
07:26-07:30	07:27	0	0	07:27	2	0.00
07:31-07:35	07:31	5	5	07:31	4	1.25
	07:33	1	1	07:33	2	0.50
07:36-07:40	07:36	2	2	07:36	3	0.67
	07:38	2	2	07:38	2	1.00
	07:40	3	3	07:40	2	1.50
07:41-07:45	07:45	6	6	07:45	5	1.20
07:46-07:50	07:46	2	2	07:46	1	2.00
	07:49	1	1	07:49	3	0.33
07:51-07:55	07:51	16	16	07:51	2	8.00
	07:53	3	3	07:53	2	1.50
	07:54	1	1	07:54	1	1.00
07:56-08:00	07:57	2	2	07:57	3	0.67
08:01-08:05	08:01	7	7	08:01	4	1.75
	08:04	0	0	08:04	3	0.00
08:06-08:10	08:06	3	3	08:06	2	1.50
	08:07	1	1	08:07	1	1.00
	08:09	8	8	08:09	2	4.00
	08:10	0	0	08:10	1	0.00
08:11-08:15	08:12	2	2	08:12	2	1.00
	08:15	10	10	08:15	3	3.33
08:16-08:20	08:19	0	0	08:19	4	0.00
08:21-08:25	08:22	3	3	08:22	3	1.00
08:26-08:30	08:26	9	9	08:26	4	2.25
	08:28	3	3	08:28	2	1.50
	08:30	0	0	08:30	2	0.00

Saat 08:31-11:00 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
08:31-08:40	08:31	0	0	08:31	1	0.00
	08:34	2	2	08:34	3	0.67
	08:36	0	0	08:36	2	0.00
	08:38	6	6	08:38	2	3.00
08:41-08:50	08:41	3	3	08:41	3	1.00
	08:45	5	5	08:45	4	1.25
	08:48	8	8	08:48	3	2.67
08:51-09:00	08:51	11	11	08:51	3	3.67
09:01-09:10	09:01	68	68	09:01	10	6.80
	09:03	3	3	09:03	2	1.50
	09:06	16	16	09:06	3	5.33
	09:10	16	16	09:10	4	4.00
09:11-09:20	09:13	5	5	09:13	3	1.67
	09:18	29	29	09:18	5	5.80
	09:20	5	5	09:20	2	2.50
09:21-09:30	09:24	0	0	09:24	4	0.00
09:31-09:40	09:32	10	10	09:32	8	1.25
	09:34	1	1	09:34	2	0.50
	09:38	7	7	09:38	4	1.75
09:41-09:50	09:41	3	3	09:41	3	1.00
	09:44	3	3	09:44	3	1.00
	09:50	0	0	09:50	6	0.00
09:51-10:00	09:53	6	6	09:53	3	2.00
	09:57	34	34	09:57	4	8.50
	10:00	2	2	10:00	3	0.67
10:01-10:10	10:07	10	10	10:07	7	1.43
	10:10	0	0	10:10	3	0.00
10:11-10:20	10:12	18	18	10:12	2	9.00
	10:15	2	2	10:15	3	0.67
10:21-10:30	10:21	42	42	10:21	6	7.00
	10:25	1	1	10:25	4	0.25
	10:30	36	36	10:30	5	7.20
10:31-10:40	10:35	13	13	10:35	5	2.60
	10:40	6	6	10:40	5	1.20
10:41-10:50	10:45	8	8	10:45	5	1.60
10:51-11:00	10:52	4	4	10:52	7	0.57
	10:54	0	0	10:54	2	0.00
	11:00	34	34	11:00	6	5.67
11:01-11:10	11:05	11	11	11:05	5	2.20
	11:09	1	1	11:09	4	0.25
11:11-11:20	11:13	6	6	11:13	4	1.50
	11:20	6	6	11:20	7	0.86
11:21-11:30	11:22	17	17	11:22	2	8.50
	11:28	5	5	11:28	6	0.83

Saat 15:00-17:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
15:00-15:05	15:02	0	0	15:02	2	0.00
15:06-15:10	15:06	14	14	15:06	4	3.50
	15:08	1	1	15:08	2	0.50
15:11-15:15	15:12	1	1	15:12	4	0.25
	15:15	1	1	15:15	3	0.33
15:16-15:20	15:20	15	15	15:20	5	3.00
15:21-15:25	15:24	13	13	15:24	4	3.25
15:26-15:30	15:28	4	4	15:28	4	1.00
15:31-15:35	15:33	4	4	15:33	5	0.80
15:36-15:40	15:36	2	2	15:36	3	0.67
	15:40	6	6	15:40	4	1.50
15:41-15:45	15:42	3	3	15:42	2	1.50
15:46-15:50	15:46	9	9	15:46	4	2.25
	15:50	1	1	15:50	4	0.25
15:51-15:55	15:53	8	8	15:53	3	2.67
15:56-16:00	15:58	3	3	15:58	5	0.60
	16:00	2	2	16:00	2	1.00
16:01-16:05	16:04	17	17	16:04	4	4.25
16:06-16:10	16:10	1	1	16:10	6	0.17
16:11-16:15	16:13	0	0	16:13	3	0.00
16:16-16:20	16:17	5	5	16:17	4	1.25
16:21-16:25	16:21	18	18	16:21	4	4.50
16:26-16:30	16:29	2	2	16:29	8	0.25
16:31-16:35	16:31	2	2	16:31	2	1.00
16:36-16:40	16:37	1	1	16:37	6	0.17
	16:38	0	0	16:38	1	0.00
16:41-16:45	16:42	1	1	16:42	4	0.25
16:46-16:50	16:46	13	13	16:46	4	3.25
	16:49	4	4	16:49	3	1.33
16:51-16:55	16:52	2	2	16:52	3	0.67
	16:53	0	0	16:53	1	0.00
16:56-17:00	16:58	13	13	16:58	5	2.60
17:01-17:05	17:01	3	3	17:01	3	1.00
	17:04	1	1	17:04	3	0.33
17:06-17:10	17:06	1	1	17:06	2	0.50
	17:08	2	2	17:08	2	1.00
17:11-17:15	17:13	0	0	17:13	5	0.00
17:16-17:20	17:16	0	0	17:16	3	0.00
	17:19	0	0	17:19	3	0.00
17:21-17:25	17:24	17	17	17:24	5	3.40
17:26-17:30	17:28	8	8	17:28	4	2.00

Saat 21:30-24:00 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
21:26-21:40	21:30	1	1	21:30	4	0.25
	21:35	0	0	21:35	5	0.00
	21:40	0	0	21:40	5	0.00
21:41-21:55	21:44	0	0	21:44	4	0.00
	21:52	2	2	21:52	8	0.25
21:56-22:10	21:56	0	0	21:56	4	0.00
	22:00	1	1	22:00	4	0.25
	22:08	1	1	22:08	8	0.13
22:11-22:25	22:15	1	1	22:15	7	0.14
	22:20	1	1	22:20	5	0.20
	22:25	0	0	22:25	5	0.00
22:26-22:40	22:29	1	1	22:29	4	0.25
	22:35	2	2	22:35	6	0.33
22:41-22:55	22:45	0	0	22:45	10	0.00
	22:51	0	0	22:51	6	0.00
	22:55	0	0	22:55	4	0.00
22:56-23:10	23:00	0	0	23:00	5	0.00
	23:06	0	0	23:06	6	0.00
23:11-23:30	23:15	4	4	23:15	9	0.44
	23:20	0	0	23:20	5	0.00
	23:30	3	3	23:30	10	0.30
23:31-24:00	23:35	2	2	23:35	5	0.40
	23:40	1	1	23:40	5	0.20
	23:50	0	0	23:50	10	0.00
	24:00	0	0	24:00	10	0.00

BELEDİYE DURAĞI CUMARTESİ GÜNÜ GÖZLEM SONUÇLARI

Saat 06:00-08:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv.A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
06:00-06:10	06:02	0	0	06:02	2	0.00
06:11-06:20	06:12	6	6	06:12	10	0.60
06:21-06:30	06:23	16	16	06:23	11	1.45
	06:30	5	5	06:30	7	0.71
06:31-06:40	06:35	1	1	06:35	5	0.20
	06:40	0	0	06:40	5	0.00
06:41-06:50	06:43	0	0	06:43	3	0.00
	06:48	1	1	06:48	5	0.20
06:51-07:00	06:52	1	1	06:52	4	0.25
	06:57	0	0	06:57	5	0.00
07:01-07:10	07:02	0	0	07:02	5	0.00
	07:06	9	9	07:06	4	2.25
	07:10	5	5	07:10	4	1.25
07:11-07:20	07:14	8	8	07:14	4	2.00
	07:17	0	0	07:17	3	0.00
07:21-07:30	07:21	0	0	07:21	4	0.00
	07:28	0	0	07:28	7	0.00
	07:30	0	0	07:30	2	0.00
07:31-07:40	07:33	6	6	07:33	3	2.00
	07:36	0	0	07:36	3	0.00
07:41-07:50	07:41	4	4	07:41	5	0.80
	07:46	3	3	07:46	5	0.60
	07:49	19	19	07:49	3	6.33
07:51-08:00	07:52	0	0	07:52	3	0.00
	07:58	12	12	07:58	6	2.00
08:01-08:10	08:01	2	2	08:01	3	0.67
	08:05	1	1	08:05	4	0.25
08:11-08:20	08:11	30	30	08:11	6	5.00
	08:15	6	6	08:15	5	1.20
08:21-08:30	08:21	3	3	08:21	6	0.50
	08:27	3	3	08:27	6	0.50

Saat 08:31-11:01 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
08:31-08:40	08:32	2	2	08:32	5	0.40
	08:37	7	7	08:37	5	1.40
08:41-08:50	08:41	3	3	08:41	4	0.75
	08:45	5	5	08:45	4	1.25
08:51-09:00	08:51	2	2	08:51	6	0.33
	08:56	10	10	08:56	5	2.00
09:01-09:10	09:01	8	8	09:01	5	1.60
	09:04	0	0	09:04	3	0.00
	09:07	9	9	09:07	3	3.00
09:11-09:20	09:11	11	11	09:11	4	2.75
	09:15	10	10	09:15	4	2.50
09:21-09:30	09:21	11	11	09:21	6	1.83
	09:23	8	8	09:23	2	4.00
	09:28	8	8	09:28	5	1.60
09:31-09:40	09:31	3	3	09:31	3	1.00
	09:36	16	16	09:36	5	3.20
	09:40	13	13	09:40	4	3.25
09:41-09:50	09:43	4	4	09:43	3	1.33
	09:46	8	8	09:46	3	2.67
09:51-10:00	09:51	10	10	09:51	5	2.00
	09:55	9	9	09:55	4	2.25
10:01-10:10	10:01	37	37	10:01	6	6.17
	10:05	2	2	10:05	4	0.50
	10:08	0	0	10:08	3	0.00
10:11-10:20	10:11	4	4	10:11	3	1.33
	10:17	16	16	10:17	6	2.67
10:21-10:30	10:22	5	5	10:22	5	1.00
	10:25	0	0	10:25	3	0.00
	10:29	3	3	10:29	4	0.75
10:31-10:40	10:32	15	15	10:32	3	5.00
	10:36	1	1	10:36	4	0.25
	10:40	8	8	10:40	4	2.00
10:41-10:50	10:43	17	17	10:43	3	5.67
	10:47	2	2	10:47	4	0.50
10:51-11:01	10:52	2	2	10:52	5	0.40
	10:55	6	6	10:55	3	2.00
	10:59	0	0	10:59	4	0.00

Saat 16:00-17:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
16:00-16:10	16:02	2	2	16:02	2	1.00
	16:06	2	2	16:06	4	0.50
	16:09	1	1	16:09	3	0.33
16:11-16:20	16:12	3	3	16:12	3	1.00
	16:14	0	0	16:14	2	0.00
	16:18	6	6	16:18	4	1.50
	16:19	1	1	16:19	1	1.00
16:21-16:30	16:22	1	1	16:22	3	0.33
	16:24	2	2	16:24	2	1.00
	16:27	1	1	16:27	3	0.33
	16:29	6	6	16:29	2	3.00
16:31-16:40	16:31	4	4	16:31	2	2.00
	16:34	1	1	16:34	3	0.33
	16:37	0	0	16:37	3	0.00
16:41-16:50	16:41	24	24	16:41	4	6.00
	16:44	6	6	16:44	3	2.00
	16:46	8	8	16:46	2	4.00
	16:48	1	1	16:48	2	0.50
16:51-17:00	16:51	1	1	16:51	3	0.33
	16:54	0	0	16:54	3	0.00
	16:58	4	4	16:58	4	1.00
17:01-17:10	17:02	2	2	17:02	4	0.50
	17:05	1	1	17:05	3	0.33
17:11-17:20	17:12	3	3	17:12	7	0.43
	17:14	3	3	17:14	2	1.50
	17:16	0	0	17:16	2	0.00
	17:20	5	5	17:20	4	1.25
17:21-17:30	17:22	5	5	17:22	2	2.50
	17:25	4	4	17:25	3	1.33
	17:28	15	15	17:28	3	5.00
	17:30	0	0	17:30	2	0.00

Saat 21:30-24:00 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
	21:23			21:23		
21:30-21:40	21:31	3	3	21:31	8	0.38
	21:39	0	0	21:39	8	0.00
21:41-21:50	21:44	1	1	21:44	5	0.20
	21:49	0	0	21:49	5	0.00
21:51-22:00	21:58	2	2	21:58	9	0.22
22:01-22:20	22:06	0	0	22:06	8	0.00
	22:15	0	0	22:15	9	0.00
22:21-22:40	22:23	2	2	22:23	8	0.25
	22:30	1	1	22:30	7	0.14
	22:40	0	0	22:40	10	0.00
22:41-23:00	22:48	4	4	22:48	8	0.50
	22:59	3	3	22:59	11	0.27
23:01-23:20	23:11	3	3	23:11	12	0.25
23:21-23:40	23:22	5	5	23:22	11	0.45
	23:33	1	1	23:33	11	0.09
23:41-24:00	23:42	0	0	23:42	9	0.00
	23:52	1	1	23:52	10	0.10
	24:00	4	4	24:00	8	0.50

BELEDİYE DURAĞI PAZAR GÜNÜ GÖZLEM SONUÇLARI

Saat 06:00-08:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
06:00-06:30	06:05	0	0	06:05	5	0.00
	06:15	3	3	06:15	10	0.30
	06:25	0	0	06:25	10	0.00
06:31-07:00	06:32	0	0	06:32	7	0.00
	06:42	0	0	06:42	10	0.00
	06:49	0	0	06:49	7	0.00
	06:55	1	1	06:55	6	0.17
07:01-07:30	07:05	2	2	07:05	10	0.20
	07:13	4	4	07:13	8	0.50
	07:23	3	3	07:23	10	0.30
07:31-08:00	07:31	2	2	07:31	8	0.25
	07:40	0	0	07:40	9	0.00
	07:50	5	5	07:50	10	0.50
	08:00	9	9	08:00	10	0.90
08:01-08:30	08:08	5	5	08:08	8	0.63
	08:15	0	0	08:15	7	0.00
	08:20	1	1	08:20	5	0.20
	08:25	1	1	08:25	5	0.20
	08:29	2	2	08:29	4	0.50

Saat 08:31-10:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv.A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
08:31-08:45	08:36	0	0	08:36	7	0.00
	08:42	0	0	08:42	6	0.00
08:46-09:00	08:48	0	0	08:48	6	0.00
	08:55	1	1	08:55	7	0.14
09:01-09:15	09:01	15	15	09:01	6	2.50
	09:09	26	26	09:09	8	3.25
	09:15	8	8	09:15	6	1.33
09:16-09:30	09:20	17	17	09:20	5	3.40
	09:25	10	10	09:25	5	2.00
09:31-09:45	09:32	9	9	09:32	7	1.29
	09:38	1	1	09:38	6	0.17
	09:45	3	3	09:45	7	0.43
09:46-10:00	09:49	0	0	09:49	4	0.00
	09:55	13	13	09:55	6	2.17
	09:59	9	9	09:59	4	2.25

Saat 16:00-17:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv.A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
16:00-16:10	16:03	1	1	16:03	3	0.33
	16:07	12	12	16:07	4	3.00
16:11-16:20	16:11	29	29	16:11	4	7.25
	16:14	2	2	16:14	3	0.67
	16:18	6	6	16:18	4	1.50
16:21-16:30	16:21	7	7	16:21	3	2.33
	16:25	12	12	16:25	4	3.00
16:31-16:40	16:31	23	23	16:31	6	3.83
	16:33	2	2	16:33	2	1.00
	16:38	7	7	16:38	5	1.40
16:41-16:50	16:41	3	3	16:41	3	1.00
	16:47	7	7	16:47	6	1.17
16:51-17:00	16:51	11	11	16:51	4	2.75
	16:57	23	23	16:57	6	3.83
	17:00	8	8	17:00	3	2.67
17:01-17:10	17:05	24	24	17:05	5	4.80
	17:10	2	2	17:10	5	0.40
17:11-17:20	17:15	16	16	17:15	5	3.20
	17:18	5	5	17:18	3	1.67
17:21-17:30	17:21	8	8	17:21	3	2.67
	17:26	5	5	17:26	5	1.00
	17:30	15	15	17:30	4	3.75

Saat 21:30-24:00 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
21:30-21:45	21:32	1	1	21:32	2	0.50
	21:40	2	2	21:40	8	0.25
21:46-22:00	21:49	11	11	21:49	9	1.22
	21:58	0	0	21:58	9	0.00
22:00-22:15	22:06	2	2	22:06	8	0.25
	22:13	0	0	22:13	7	0.00
22:16-22:30	22:22	2	2	22:22	9	0.22
	22:30	11	11	22:30	8	1.38
22:31-23:00	22:38	3	3	22:38	8	0.38
	22:47	14	14	22:47	9	1.56
	22:55	4	4	22:55	8	0.50
23:01-23:30	23:05	12	12	23:05	10	1.20
	23:15	1	1	23:15	10	0.10
	23:26	50	50	23:26	11	4.55
23:31-24:00	23:34	2	2	23:34	8	0.25
	23:43	2	2	23:43	9	0.22
	23:55	27	27	23:55	12	2.25

ZAFER DURAĞI PAZARTESİ GÜNÜ GÖZLEM SONUÇLARI

Saat 06:00-08:50 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
06:00-06:10	06:04	0	0	06:04	4	0.00
06:11-06:20	06:16	36	36	06:16	12	3.00
	06:19	9	9	06:19	3	3.00
06:21-06:30	06:23	6	6	06:23	4	1.50
06:31-06:40	06:33	8	8	06:33	10	0.80
	06:38	34	34	06:38	5	6.80
06:41-06:50	06:45	44	44	06:45	7	6.29
	06:47	0	0	06:47	2	0.00
	06:50	33	33	06:50	3	11.00
07:00-07:10	07:06	77	77	07:06	16	4.81
	07:09	24	24	07:09	3	8.00
07:11-07:20	07:14	41	41	07:14	5	8.20
	07:17	0	0	07:17	3	0.00
	07:20	33	33	07:20	3	11.00
07:21-07:25	07:24	0	0	07:24	4	0.00
07:26-07:30	07:30	79	79	07:30	6	13.17
07:31-07:35	07:35	82	82	07:35	5	16.40
07:36-07:40	07:37	0	0	07:37	2	0.00
07:41-07:45	07:41	40	40	07:41	4	10.00
	07:43	0	0	07:43	2	0.00
	07:45	0	0	07:45	2	0.00
07:46-07:50	07:49	18	18	07:49	4	4.50
07:51-07:55	07:52	78	78	07:52	3	26.00
	07:55	63	63	07:55	3	21.00
07:56-08:00	07:57	40	40	07:57	2	20.00
08:01-08:05	08:01	46	46	08:01	4	11.50
	08:03	44	44	08:03	2	22.00
08:06-08:10	08:06	108	108	08:06	3	36.00
	08:08	90	90	08:08	2	45.00
	08:09	0	0	08:09	1	0.00
08:11-08:15	08:11	0	0	08:11	2	0.00
	08:13	22	22	08:13	2	11.00
08:16-08:20	08:16	81	81	08:16	3	27.00
	08:19	168	168	08:19	3	56.00
08:21-08:25	08:22	264	264	08:22	3	88.00
	08:25	141	141	08:25	3	47.00
	08:28	76	76	08:28	3	25.33

Saat 08:30-11:00 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
08:30-08:40	08:33	137	137	08:33	5	27.40
	08:36	32	32	08:36	3	10.67
	08:39	8	8	08:39	3	2.67
08:41-08:50	08:45	56	56	08:45	6	9.33
	08:49	9	9	08:49	4	2.25
08:51-09:00	08:53	1	1	08:53	4	0.25
	08:54	26	26	08:54	1	26.00
09:01-09:10	09:01	33	33	09:01	7	4.71
	09:03	11	11	09:03	2	5.50
	09:07	69	69	09:07	4	17.25
09:11-09:20	09:12	116	116	09:12	5	23.20
	09:16	47	47	09:16	4	11.75
	09:19	81	81	09:19	3	27.00
09:21-09:30	09:22	5	5	09:22	3	1.67
	09:27	79	79	09:27	5	15.80
09:31-09:40	09:31	28	28	09:31	4	7.00
	09:35	13	13	09:35	4	3.25
	09:39	75	75	09:39	4	18.75
09:41-09:50	09:42	10	10	09:42	3	3.33
	09:47	40	40	09:47	5	8.00
	09:50	88	88	09:50	3	29.33
09:51-10:00	09:54	22	22	09:54	4	5.50
	09:58	18	18	09:58	4	4.50
10:01-10:10	10:03	104	104	10:03	5	20.80
	10:06	8	8	10:06	3	2.67
10:11-10:20	10:12	9	9	10:12	6	1.50
	10:16	39	39	10:16	4	9.75
10:21-10:30	10:23	65	65	10:23	7	9.29
	10:27	164	164	10:27	4	41.00

Saat 15:00-17:00 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv.A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
15:00-15:05	15:04	105	105	15:04	4	26.25
15:06-15:10	15:07	2	2	15:07	3	0.67
	15:10	6	6	15:10	3	2.00
15:11-15:15	15:13	10	10	15:13	3	3.33
15:16-15:20	15:15	171	171	15:15	2	85.50
	15:20	72	72	15:20	5	14.40
15:21-15:25	15:25	9	9	15:25	5	1.80
15:26-15:30	15:29	244	244	15:29	4	61.00
15:31-15:35	15:33	125	125	15:33	4	31.25
15:36-15:40	15:36	112	112	15:36	3	37.33
	15:40	162	162	15:40	4	40.50
15:41-15:45	15:44	166	166	15:44	4	41.50
15:46-15:50	15:46	207	207	15:46	2	103.50
	15:49	108	108	15:49	3	36.00
15:51-15:55	15:53	166	166	15:53	4	41.50
15:56-16:00	16:00	37	37	16:00	7	5.29
16:01-16:05	16:03	42	42	16:03	3	14.00
16:06-16:10	16:07	172	172	16:07	4	43.00
	16:10	208	208	16:10	3	69.33
16:11-16:15	16:14	50	50	16:14	4	12.50
16:16-16:20	16:20	61	61	16:20	6	10.17
16:21-16:25	16:23	80	80	16:23	3	26.67
16:26-16:30	16:26	12	12	16:26	3	4.00
	16:29	117	117	16:29	3	39.00
16:31-16:35	16:33	37	37	16:33	4	9.25
16:36-16:40	16:38	4	4	16:38	5	0.80
16:41-16:45	16:42	44	44	16:42	4	11.00
16:46-16:50	16:47	47	47	16:47	5	9.40
	16:50	61	61	16:50	3	20.33
16:51-16:55	16:54	43	43	16:54	4	10.75
16:56-17:00	16:58	10	10	16:58	4	2.50

Saat 21:30-24:00 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
21:30-21:40	21:31	1	1	21:31	1	1.00
	21:34	22	22	21:34	3	7.33
	21:40	8	8	21:40	6	1.33
21:41-21:55	21:45	27	27	21:45	5	5.40
	21:49	41	41	21:49	4	10.25
21:56-22:10	22:00	0	0	22:00	11	0.00
	22:05	7	7	22:05	5	1.40
	22:10	3	3	22:10	5	0.60
22:11-22:25	22:15	8	8	22:15	5	1.60
	22:20	2	2	22:20	5	0.40
	22:24	4	4	22:24	4	1.00
22:26-22:40	22:30	65	65	22:30	6	10.83
	22:34	6	6	22:34	4	1.50
	22:39	3	3	22:39	5	0.60
22:41-22:55	22:45	5	5	22:45	6	0.83
	22:50	11	11	22:50	5	2.20
	22:55	32	32	22:55	5	6.40
22:56-23:10	23:00	10	10	23:00	5	2.00
	23:10	48	48	23:10	10	4.80
23:11-23:30	23:20	47	47	23:20	10	4.70
	23:24	2	2	23:24	4	0.50
23:31-23:50	23:40	5	5	23:40	16	0.31
	23:45	37	37	23:45	5	7.40
23:51-24:00	23:54	8	8	23:54	9	0.89

ZAFER DURAĞI CUMARTESİ GÜNÜ GÖZLEM SONUÇLARI

Saat 06:00-08:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv. Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
06:00-06:10	06:08	59	59	06:08	8	7.38
06:11-06:20	06:15	3	3	06:15	7	0.43
06:21-06:30	06:24	0	0	06:24	9	0.00
	06:30	11	11	06:30	6	1.83
06:31-06:40	06:38	0	0	06:38	8	0.00
06:41-06:50	06:43	4	4	06:43	5	0.80
	06:48	11	11	06:48	5	2.20
06:51-07:00	06:52	2	2	06:52	4	0.50
	06:59	31	31	06:59	5	6.20
07:01-07:10	07:03	13	13	07:03	4	3.25
	07:06	9	9	07:06	3	3.00
	07:10	295	295	07:10	4	73.75
07:11-07:20	07:14	125	125	07:14	4	31.25
	07:17	79	79	07:17	3	26.33
07:21-07:30	07:21	8	8	07:21	4	2.00
	07:28	31	31	07:28	7	4.43
	07:30	35	35	07:30	2	17.50
07:31-07:40	07:33	14	14	07:33	3	4.67
	07:36	94	94	07:36	3	31.33
07:41-07:50	07:41	30	30	07:41	5	6.00
	07:46	67	67	07:46	5	13.40
	07:49	20	20	07:49	3	6.67
07:51-08:00	07:53	70	70	07:53	4	17.50
	07:58	63	63	07:58	5	12.60
08:01-08:10	08:01	8	8	08:01	3	2.67
	08:05	9	9	08:05	4	2.25
08:11-08:20	08:11	238	238	08:11	6	39.67
	08:15	27	27	08:15	5	5.40
08:21-08:30	08:21	88	88	08:21	6	14.67
	08:26	41	41	08:26	5	8.20

Saat 08:31-11:01 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv.A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
08:31-08:40	08:33	8	8	08:33	7	1.14
	08:36	31	31	08:36	3	10.33
08:41-08:50	08:45	40	40	08:45	9	4.44
	08:49	68	68	08:49	4	17.00
08:51-09:00	08:53	82	82	08:53	4	20.50
	08:54	10	10	08:54	1	10.00
09:01-09:10	09:01	48	48	09:01	7	6.86
	09:03	13	13	09:03	2	6.50
	09:07	27	27	09:07	4	6.75
09:11-09:20	09:12	12	12	09:12	5	2.40
	09:16	132	132	09:16	6	22.00
09:21-09:30	09:22	47	47	09:22	6	7.83
	09:27	93	93	09:27	5	18.60
09:31-09:40	09:31	4	4	09:31	4	1.00
	09:35	139	139	09:35	4	34.75
	09:39	14	14	09:39	4	3.50
09:41-09:50	09:42	24	24	09:42	3	8.00
	09:47	3	3	09:47	5	0.60
09:51-10:00	09:51	9	9	09:51	4	2.25
	09:54	2	2	09:54	3	0.67
10:01-10:10	10:03	145	145	10:03	9	16.11
	10:06	6	6	10:06	3	2.00
	10:10	37	37	10:10	4	9.25
10:11-10:20	10:12	18	18	10:12	2	9.00
	10:16	12	12	10:16	4	3.00
10:21-10:30	10:23	10	10	10:23	7	1.43
	10:27	44	44	10:27	4	11.00
10:31-10:40	10:31	9	9	10:31	4	2.25
	10:35	22	22	10:35	4	5.50
	10:40	62	62	10:40	5	12.40
10:41-10:50	10:43	23	23	10:43	3	7.67
	10:47	21	21	10:47	4	5.25
10:51-11:01	10:52	43	43	10:52	5	8.60
	10:56	12	12	10:56	4	3.00
	11:00	3	3	11:00	4	0.75

Saat 16:00-17:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv.A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
16:00-16:10	16:03	1	1	16:03	3	0.33
	16:07	85	85	16:07	4	21.25
	16:10	156	156	16:10	3	52.00
16:11-16:20	16:14	34	34	16:14	4	8.50
	16:19	51	51	16:19	5	10.20
16:21-16:30	16:20	3	3	16:20	1	3.00
	16:23	42	42	16:23	3	14.00
	16:27	2	2	16:27	4	0.50
	16:29	42	42	16:29	2	21.00
16:31-16:40	16:33	43	43	16:33	4	10.75
	16:38	17	17	16:38	5	3.40
16:41-16:50	16:42	3	3	16:42	4	0.75
	16:47	88	88	16:47	5	17.60
	16:50	69	69	16:50	3	23.00
16:51-17:00	16:54	12	12	16:54	4	3.00
	16:58	108	108	16:58	4	27.00
17:01-17:10	17:01	2	2	17:01	3	0.67
	17:05	11	11	17:05	4	2.75
17:11-17:20	17:11	104	104	17:11	6	17.33
	17:13	11	11	17:13	2	5.50
	17:15	2	2	17:15	2	1.00
	17:20	3	3	17:20	5	0.60
17:21-17:30	17:24	74	74	17:24	4	18.50
	17:28	8	8	17:28	4	2.00
	17:30	4	4	17:30	2	2.00

Saat 21:30-24:00 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
	21:23	2	2	21:23	3	0.67
21:30-21:40	21:30	0	0	21:30	7	0.00
	21:34	12	12	21:34	4	3.00
21:41-21:50	21:41	2	2	21:41	7	0.29
	21:47	0	0	21:47	6	0.00
21:51-22:00	21:55	3	3	21:55	8	0.38
22:01-22:20	22:01	6	6	22:01	6	1.00
	22:10	31	31	22:10	9	3.44
22:21-22:40	22:21	2	2	22:21	11	0.18
	22:30	63	63	22:30	9	7.00
	22:38	38	38	22:38	8	4.75
22:41-23:00	22:45	19	19	22:45	7	2.71
	22:53	1	1	22:53	8	0.13
23:01-23.20	23:06	8	8	23:06	9	0.89
	23:13	9	9	23:13	7	1.29
23:21-23:40	23:21	17	17	23:21	8	2.13
	23:32	15	15	23:32	11	1.36
23:41-24:00	23:42	30	30	23:42	10	3.00
	23:51	3	3	23:51	9	0.33
	24:00	5	5	24:00	9	0.56

ZAFER DURAĞI PAZAR GÜNÜ GÖZLEM SONUÇLARI

Saat 06:00-08:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
06:00-06:30	06:06	8	8	06:06	6	1.33
	06:17	0	0	06:17	11	0.00
	06:24	18	18	06:24	7	2.57
06:31-07:00	06:33	2	2	06:33	9	0.22
	06:41	5	5	06:41	8	0.63
	06:49	2	2	06:49	8	0.25
	06:56	2	2	06:56	7	0.29
07:01-07:30	07:07	59	59	07:07	11	5.36
	07:15	21	21	07:15	8	2.63
	07:23	18	18	07:23	8	2.25
07:31-08:00	07:32	95	95	07:32	9	10.56
	07:39	103	103	07:39	7	14.71
	07:45	30	30	07:45	6	5.00
	07:53	92	92	07:53	8	11.50
	08:00	35	35	08:00	7	5.00
08:01-08:30	08:09	32	32	08:09	9	3.56
	08:16	4	4	08:16	7	0.57
	08:24	3	3	08:24	8	0.38
	08:30	51	51	08:30	6	8.50

Saat 08:31-10:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv.A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
08:31-08:45	08:35	62	62	08:35	5	12.40
	08:41	36	36	08:41	6	6.00
08:46-09:00	08:48	37	37	08:48	7	5.29
	08:54	34	34	08:54	6	5.67
09:01-09:15	09:01	149	149	09:01	7	21.29
	09:09	98	98	09:09	8	12.25
	09:13	106	106	09:13	4	26.50
09:16-09:30	09:20	15	15	09:20	7	2.14
	09:26	45	45	09:26	6	7.50
09:31-09:45	09:33	16	16	09:33	7	2.29
	09:39	13	13	09:39	6	2.17
	09:43	66	66	09:43	4	16.50
09:46-10:00	09:49	42	42	09:49	6	7.00
	09:54	37	37	09:54	5	7.40
	10:00	187	187	10:00	6	31.17

Saat 16:00-17:30 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv.A. Bekleme	Dak.Gln. Yolcu
16:00-16:10	16:04	5	5	16:04	4	1.25
	16:08	24	24	16:08	4	6.00
16:11-16:20	16:12	35	35	16:12	4	8.75
	16:15	10	10	16:15	3	3.33
	16:18	5	5	16:18	3	1.67
16:21-16:30	16:22	5	5	16:22	4	1.25
	16:26	10	10	16:26	4	2.50
16:31-16:40	16:32	28	28	16:32	6	4.67
	16:36	50	50	16:36	4	12.50
	16:38	6	6	16:38	2	3.00
16:41-16:50	16:42	3	3	16:42	4	0.75
	16:47	93	93	16:47	5	18.60
16:51-17:00	16:53	136	136	16:53	6	22.67
	16:57	177	177	16:57	4	44.25
	17:00	17	17	17:00	3	5.67
17:01-17:10	17:06	80	80	17:06	6	13.33
	17:10	16	16	17:10	4	4.00
17:11-17:20	17:13	17	17	17:13	3	5.67
	17:18	71	71	17:18	5	14.20
17:21-17:30	17:22	14	14	17:22	4	3.50
	17:26	20	20	17:26	6	3.33
	17:30	30	30	17:30	4	7.50

Saat 21:30-24:00 arası toplanan veriler:

Aralıklar	Trv Geliş	Gelen Yolcu	Binen Yolcu	Trv. Kalkış	2Trv. A. Bekleme	Dak. Gln. Yolcu
21:30-21:45	21:33	0	0	21:33	3	0.00
	21:41	3	3	21:41	8	0.38
21:46-22:00	21:50	13	13	21:50	9	1.44
	21:57	12	12	21:57	7	1.71
22:00-22:15	22:05	26	26	22:05	8	3.25
	22:14	3	3	22:14	9	0.33
22:16-22:30	22:23	38	38	22:23	9	4.22
	22:30	30	30	22:30	7	4.29
22:31-23:00	22:39	1	1	22:39	9	0.11
	22:46	3	3	22:46	7	0.43
	22:55	2	2	22:55	9	0.22
23:01-23:30	23:03	0	0	23:03	8	0.00
	23:10	5	5	23:10	7	0.71
	23:18	13	13	23:18	8	1.63
	23:27	0	0	23:27	9	0.00
23:31-24:00	23:34	16	16	23:34	7	2.29
	23:44	19	19	23:44	10	1.90
	23:56	4	4	23:56	12	0.33

Duraklar Arası Taşıma Süreleri

Erenkaya- Aydınlık	Aydınlık- Sanayi	Sanayi-Otogar	Otogar- Belediye	Belediye-Zafer
13.57	3.57	5.59	4.57	3.59
13.28	3.28	5.30	4.48	3.42
12.59	2.56	4.58	4.05	2.48
13.11	3.11	5.12	4.31	3.16
13.00	3.00	5.02	4.13	3.09
13.00	2.57	4.57	3.59	2.47
13.00	3.00	5.05	4.07	3.00
13.15	3.15	5.17	4.35	3.23
13.00	3.00	5.13	4.14	3.28
13.00	3.00	4.59	4.04	2.46
13.00	3.03	5.12	4.13	3.07
13.23	3.23	5.25	4.43	3.34
13.02	3.02	5.03	4.22	3.04
13.17	3.17	5.19	4.37	3.26
13.29	3.29	5.32	4.49	3.44
13.14	3.14	5.16	4.34	3.21
12.56	2.59	5.05	4.06	3.01
13.13	3.13	5.15	4.33	3.20
13.19	3.19	5.21	4.39	3.28
13.19	3.19	5.21	4.39	3.29
13.12	3.12	5.13	4.32	3.18
13.26	3.26	5.29	4.46	3.40
13.01	3.01	5.01	4.21	3.02
13.38	3.38	5.42	4.58	3.57
13.45	3.45	5.50	4.59	3.58

EK-2 MACROLAR

* Hafta içi, Cumartesi ve Pazar günü çözümünleri için yazılan macrolar

'Bu macroda, duraklara yolcu gelişlerinin ortalamaları ve iki durak arasındaki mesafenin ortalaması ve standart sapması girilmekte. Diğer macroların otomatik olarak çalışması için ilişkilendirilmesi yapılmakta.

```
Public sayi2 As Single
Public sayi3 As Single
Public sayi4 As Single
Public sayi5 As Single
Public sayi6 As Single
Public s As Single
```

```
Sub yolgelort()
ad = ".Durak_için_ort_gelisler"
Sheets("simülasyon").Select
Range("a87").Select
defa = ActiveCell
i = 1
sayi1 = 5
sayi2 = 5
sayi3 = 5
sayi4 = 5
sayi5 = 5
sayi6 = 5
```

```
Do Until i = defa + 1
Sheets("simülasyon").Select
Range("a88").Select
ActiveCell.Offset(0, i).Range("a1").Select
ActiveCell = Str(i) + ad
Selection.Copy
Sheets("gelis").Select
Range("a11").Select
ActiveSheet.Paste
i = i + 1
yolcugelis.Show
Loop
Application.Run ("durort")
s = 0
For j = 1 To 5
s = s + 1
```

```
'degistir1 modu
Sheets("simülasyon").Select
Range("b89").Select
Do Until ActiveCell = ""
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
Loop
ActiveCell.Offset(-sayi1, 0).Range("a1").Select
a = ActiveCell
If ActiveCell = "" Then
Exit Sub
End If
Range("b2").Select
ActiveCell = a
sayi1 = sayi1 - 1
```

```
'degistir 2 modu
Sheets("simülasyon").Select
```

```

Range("c89").Select
basamak = 1
Do Until ActiveCell = ""
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
Loop
ActiveCell.Offset(-sayi2, 0).Range("a1").Select
a = ActiveCell
If ActiveCell = "" Then
Exit Sub
End If
Range("d2").Select
ActiveCell = a
sayi2 = sayi2 - 1

```

```

'degistir 3 modu
Sheets("simulasyon").Select
Range("d89").Select
Do Until ActiveCell = ""
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
Loop
ActiveCell.Offset(-sayi3, 0).Range("a1").Select
a = ActiveCell
If ActiveCell = "" Then
Exit Sub
End If
Range("f2").Select
ActiveCell = a
sayi3 = sayi3 - 1

```

```

'degistir 4 modu
Sheets("simulasyon").Select
Range("e89").Select
basamak = 1
Do Until ActiveCell = ""
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
Loop
ActiveCell.Offset(-sayi4, 0).Range("a1").Select
a = ActiveCell
If ActiveCell = "" Then
Exit Sub
End If
Range("h2").Select
ActiveCell = a
sayi4 = sayi4 - 1

```

```

'degistir 5 modu
Sheets("simulasyon").Select
Range("f89").Select
basamak = 1
Do Until ActiveCell = ""
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
Loop
ActiveCell.Offset(-sayi5, 0).Range("a1").Select
a = ActiveCell
If ActiveCell = "" Then
Exit Sub
End If
Range("j2").Select
ActiveCell = a

```

```

sayi5 = sayi5 - 1

'degistir 6 modu
Sheets("simülasyon").Select
Range("g89").Select
basamak = 1
Do Until ActiveCell = ""
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
Loop
ActiveCell.Offset(-sayi6, 0).Range("a1").Select
a = ActiveCell
If ActiveCell = "" Then
Exit Sub
End If
Range("l2").Select
ActiveCell = a
sayi6 = sayi6 - 1

```

```

Application.Run ("sim")
Application.Run ("trw2sim")
Range("z6:ae58").Select
Selection.ClearContents

```

```

If s = 1 Then
'sıklık süresi bulma
Application.Run ("SIKLIKSÜRE1")
End If

```

```

If s = 2 Then
'sıklık süresi bulma
Application.Run ("SIKLIKSÜRE2")
End If

```

```

If s = 3 Then
'sıklık süresi bulma
Application.Run ("SIKLIKSÜRE3")
End If

```

```

If s = 4 Then
'sıklık süresi bulma
Application.Run ("SIKLIKSÜRE4")
End If

```

```

If s = 5 Then
'sıklık süresi bulma
Application.Run ("SIKLIKSÜRE5")
End If
Next j

```

```

Load Sıklıksüresi
Sıklıksüresi.Show
Application.Run ("tr_çizelge")
Application.Run ("çözücü")
End Sub

```

'gelis sayfasına geçici olarak girilen bilgileri kopyalayıp simülasyon sayfasına yapıştırıyor.

```

Sub yapistir()
Do Until ActiveCell = ""
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select

```

```

ü = ü + 1
Loop
ActiveCell.Offset(-ü, 0).Range("a1").Select
ActiveCell.Offset.Rsize(ü, 1).Select
Selection.Copy

```

```

Sheets("simülasyon").Select
ActiveSheet.Paste
Sheets("gelis").Select
Selection.ClearContents
Unload yolcugelis
End Sub

```

1. Tramvayın duraklara kaçınıcı dakikalarda vardığını hesaplıyor.

```

Public x
Public y
Public z
Public q

```

```

Sub sim()
Sheets("simülasyon").Select
Range("o4:s58").Select
Selection.ClearContents
Range("d65").Select
t = ActiveCell
Range("g65").Select
x = ActiveCell
Range("j65").Select
y = ActiveCell
Range("m65").Select
z = ActiveCell
Range("p65").Select
q = ActiveCell

```

```

Range("a3").Select
ActiveCell.Offset(t, 4).Range("a1").Select
m = ActiveCell
ActiveCell.Offset(0, 10).Range("a1").Select
ActiveCell = m

```

```

Range("a3").Select
ActiveCell.Offset(x, 6).Range("a1").Select
m = ActiveCell
ActiveCell.Offset(0, 9).Range("a1").Select
ActiveCell = m

```

```

Range("a3").Select
ActiveCell.Offset(y, 8).Range("a1").Select
m = ActiveCell
ActiveCell.Offset(0, 8).Range("a1").Select
ActiveCell = m

```

```

Range("a3").Select
ActiveCell.Offset(z, 10).Range("a1").Select
m = ActiveCell
ActiveCell.Offset(0, 7).Range("a1").Select
ActiveCell = m

```

```

Range("a3").Select
ActiveCell.Offset(q, 12).Range("a1").Select
m = ActiveCell
ActiveCell.Offset(0, 6).Range("a1").Select
ActiveCell = m

```

```
End Sub
```

2. Tramvayın duraklara kaçınıcı dakikada vardığını ve duraklarda bekliyen yolcu sayısını hesaplıyor.

```

Public s As Single
Sub trw2sim()
Sheets("simülasyon").Select
Range("a3").Select
ActiveCell.Offset(3, 19).Range("a1").Select
Application.Run ("düzenle")
Range("a64").Select
ActiveCell.Offset(3, 1).Range("a1").Select
ActiveSheet.Paste

```

```

Range("a64").Select
ActiveCell.Offset(3, 3).Range("a1").Select
t = ActiveCell
Range("a3").Select
ActiveCell.Offset(t, 20).Range("a1").Select
Application.Run ("düzenle")
Range("a64").Select
ActiveCell.Offset(3, 4).Range("a1").Select
ActiveSheet.Paste

```

```

Range("a64").Select
ActiveCell.Offset(3, 6).Range("a1").Select
t = ActiveCell
Range("a3").Select
ActiveCell.Offset(t, 21).Range("a1").Select
Application.Run ("düzenle")
Range("a64").Select
ActiveCell.Offset(3, 7).Range("a1").Select
ActiveSheet.Paste

```

```

Range("a64").Select
ActiveCell.Offset(3, 9).Range("a1").Select
t = ActiveCell
Range("a3").Select
ActiveCell.Offset(t, 22).Range("a1").Select
Application.Run ("düzenle")
Range("a64").Select
ActiveCell.Offset(3, 10).Range("a1").Select
ActiveSheet.Paste

```

```

Range("a64").Select
ActiveCell.Offset(3, 12).Range("a1").Select
t = ActiveCell
Range("a3").Select
ActiveCell.Offset(t, 23).Range("a1").Select
Application.Run ("düzenle")
Range("a64").Select
ActiveCell.Offset(3, 13).Range("a1").Select
ActiveSheet.Paste

```



```

Range("a64").Select
ActiveCell.Offset(3, 15).Range("a1").Select
t = ActiveCell
Range("a3").Select
ActiveCell.Offset(t, 24).Range("a1").Select
Application.Run ("düzenle")
Range("a64").Select
ActiveCell.Offset(3, 16).Range("a1").Select
ActiveSheet.Paste

End Sub

```

· Hangi iki durak arasına veri girişinin yapılacağını gösterir.

```

Public sayı1 As String
Public sayı2 As String
Public sayı3 As String
Public sayı4 As String

```

```

Sub durort()
ad = ".Dur_Ar_İçin"
ve = "ve"
Sheets("simülasyon").Select
Range("a96").Select
defa = ActiveCell
i = 1
sayı1 = 2
sayı2 = 2
sayı3 = 2
sayı4 = 2
Do Until i = defa + 1
Sheets("simülasyon").Select
Range("a97").Select
ActiveCell.Offset(0, i).Range("a1").Select
ActiveCell = Str(i) + ve + Str(i + 1) + ad
Selection.Copy
Sheets("gelis").Select
Range("a2").Select
ActiveSheet.Paste
i = i + 1
normal.Show
Loop
End Sub

```

```

Sub yapistir10()
Do Until ActiveCell = ""
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ü = ü + 1
Loop
ActiveCell.Offset(-ü, 0).Range("a1").Select
ActiveCell.Offset.Resize(ü, 1).Select
Selection.Copy
Sheets("simülasyon").Select
ActiveSheet.Paste
Sheets("gelis").Select
Selection.ClearContents
Unload normal
End Sub

```

·Günün birinci periyodu için sıklık süresini hesaplar

```

Public Top As Single
Public s As Single
Public x As Integer

Sub SIKLIKSÜRE1()
Sheets("simülasyon").Select
Do While True
Range("s67").Select
x = 1
Do Until ActiveCell <= 0
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
If ActiveCell > 0 And x = 18 Then
Exit Do
End If
x = x + 1
Loop
ActiveCell.Offset(-1, -18).Range("a1").Select
trh = ActiveCell
ActiveCell.Offset(1, 19).Range("a1").Select
ActiveCell = trh
Range("t87").Select
ActiveCell = trh
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = trh - 1
t = ActiveCell
s = s + 1
Top = Top + t
If s <> 1 Then
a = Int(Top / s)
End If
If t = a Then
Range("t88").Select
ActiveCell = a
Exit Sub
End If
Range("t67:t85").Select
Selection.ClearContents
Application.Run ("sim")
Application.Run ("trw2sim")
Loop
End Sub

```

·Günün ikinci periyodu için sıklık süresini hesaplar

```

Public Top As Single
Public s As Single
Public x As Integer

Sub SIKLIKSÜRE2()
Sheets("simülasyon").Select
Do While True
Range("s67").Select

x = 1
Do Until ActiveCell <= 0
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
If ActiveCell > 0 And x = 18 Then
Exit Do

```

```

End If
x = x + 1
Loop
ActiveCell.Offset(-1, -18).Range("a1").Select
trh = ActiveCell
ActiveCell.Offset(1, 19).Range("a1").Select
ActiveCell = trh
Range("t90").Select
ActiveCell = trh
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = trh - 1
t = ActiveCell
s = s + 1
Top = Top + t
If s <> 1 Then
a = Int(Top / s)
End If
If t = a Then
Range("t91").Select
ActiveCell = a
Exit Sub
End If
Range("t67:t85").Select
Selection.ClearContents
Application.Run ("sim")
Application.Run ("trw2sim")
Loop
End Sub

```

*Günün üçüncü periyodu için sıklık süresini hesaplar

```

Public Top As Single
Public s As Single
Public x As Integer

Sub SIKLIKSÜRE3()
Sheets("simülasyon").Select
Do While True
Range("s67").Select

```

```

x = 1
Do Until ActiveCell < 0
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
If ActiveCell >= 0 And x = 18 Then
Exit Do
End If
x = x + 1
Loop
ActiveCell.Offset(-1, -18).Range("a1").Select
trh = ActiveCell
ActiveCell.Offset(1, 19).Range("a1").Select
ActiveCell = trh
Range("t93").Select
ActiveCell = trh
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = trh - 1
t = ActiveCell
s = s + 1
Top = Top + t
If s <> 1 Then

```

```

a = Int(Top / s)
End If
If t = a Then
Range("t94").Select
ActiveCell = a
Exit Sub
End If
Range("t67:t85").Select
Selection.ClearContents
Application.Run ("sim")
Application.Run ("trw2sim")
Loop
End Sub

```

'Günün dördüncü periyodu için sıklık süresini hesaplar

```

Public Top As Single
Public s As Single
Public x As Integer

Sub SIKLIKSÜRE4()
Sheets("simülasyon").Select
Do While True
Range("s67").Select

x = 1
Do Until ActiveCell <= 0
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
If ActiveCell > 0 And x = 18 Then
Exit Do
End If
x = x + 1
Loop
ActiveCell.Offset(-1, -18).Range("a1").Select
trh = ActiveCell
ActiveCell.Offset(1, 19).Range("a1").Select
ActiveCell = trh
Range("t96").Select
ActiveCell = trh
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = trh - 1
t = ActiveCell
s = s + 1
Top = Top + t
If s <> 1 Then
a = Int(Top / s)
End If
If t = a Then
Range("t97").Select
ActiveCell = a
Exit Sub
End If
Range("t67:t85").Select
Selection.ClearContents
Application.Run ("sim")
Application.Run ("trw2sim")
Loop
End Sub

```

‘Günün beşinci periyodu için sıklık süresini hesaplar

```
Public Top As Single
Public s As Single
Public x As Integer

Sub SIKLIKSÜRE5()
Sheets("simülasyon").Select
Do While True
Range("s67").Select

x = 1
Do Until ActiveCell <= 0
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
If ActiveCell > 0 And x = 18 Then
Exit Do
End If
x = x + 1
Loop
ActiveCell.Offset(-1, -18).Range("a1").Select
trh = ActiveCell
ActiveCell.Offset(1, 19).Range("a1").Select
ActiveCell = trh
Range("t99").Select
ActiveCell = trh
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = trh - 1
t = ActiveCell
s = s + 1
Top = Top + t
If s <> 1 Then
a = Int(Top / s)
End If
If t = a Then
Range("t100").Select
ActiveCell = a
Exit Sub
End If
Range("t67:t85").Select
Selection.ClearContents
Application.Run ("sim")
Application.Run ("trw2sim")
Loop
End Sub
```

‘Simülasyon modelinin çalışmasında kullanılacak olan verileri düzenliyor.

```
Public s
Sub düzenle()
a1 = ActiveCell
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
a2 = ActiveCell
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
a3 = ActiveCell
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
a4 = ActiveCell
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
a5 = ActiveCell
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
a6 = ActiveCell
```

```
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
a7 = ActiveCell
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
a8 = ActiveCell
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
a9 = ActiveCell
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
a10 = ActiveCell
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
a11 = ActiveCell
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
a12 = ActiveCell
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
a13 = ActiveCell
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
a14 = ActiveCell
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
a15 = ActiveCell
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
a16 = ActiveCell
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
a17 = ActiveCell
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
a18 = ActiveCell
ActiveCell.Offset(-17, 6).Range("a1").Select
ActiveCell = a1
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = a2
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = a3
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = a4
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = a5
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = a6
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = a7
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = a8
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = a9
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = a10
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = a11
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = a12
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = a13
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = a14
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = a15
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = a16
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = a17
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = a18
```

```

ActiveCell.Offset(-17, 0).Range("a1").Select
ü = 0
Do Until ActiveCell = 0
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ü = ü + 1
If ü = 5 Then
Exit Do
End If
Loop
Do While True
If ActiveCell = 0 And ü = 0 Then
ActiveCell.Offset.Resize(18, 1).Select
Selection.Copy
Exit Do
End If
If ü < 5 Then
s = 1
Do While True
ActiveCell.Offset(-1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = 0
If s = ü Then
ü = 0
Exit Do
End If
s = s + 1
Loop
ActiveCell.Offset.Resize(18, 1).Select
Selection.Copy
Exit Do
End If
If ü = 5 Then
ActiveCell.Offset(-ü, 0).Range("a1").Select
ActiveCell.Offset.Resize(18, 1).Select
Selection.Copy
Exit Do
End If
Loop
End Sub

```

*Bulunan sıklık sürelerine göre yeni bir tramvay tarifesi oluşturuyor.

Public x

```

Sub tr_çizelge()
Sheets("çizelge").Select
Range("b1").Select
baş_saati = #6:00:00 AM#
z2 = #7:00:00 AM#
z3 = #8:30:00 AM#
z4 = #4:00:00 PM#
z5 = #6:00:00 PM#
bitiş_saati = #11:59:59 PM#

ActiveCell = baş_saati
Sheets("simülasyon").Select
Range("t88").Select
a = ActiveCell
Range("t91").Select
b = ActiveCell
Range("t94").Select

```

```

c = ActiveCell
Range("t97").Select
d = ActiveCell
Range("t100").Select
e = ActiveCell

Sheets("çizelge").Select
Range("b1").Select
x = (a / 1440)

Do Until baş_saati >= (z2 - x)
t = baş_saati + (a / 1440)
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = t
baş_saati = t
Loop

x = (b / 1440)
Do Until t >= (z3 - x)
t = t - (b / 1440)
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = t
Loop

x = (c / 1440)
Do Until t >= (z4 - x)
t = t - (c / 1440)
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = t
Loop

x = (d / 1440)
Do Until t >= (z5 - x)
t = t + (d / 1440)
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = t
Loop

ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
x = (e / 1440)
Do Until t >= (bitiş_saati)
t = t + (e / 1440)
ActiveCell = t
If t >= #11:59:59 PM# Then
ActiveCell = "24:00"
Application.Run ("dönüş")
Exit Sub
End If
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
Loop

End Sub

```

·TOD probleminin talep girdilerini hesaplar.

```

Public s
Public x
Sub çözücü()
x = #6:12:00 AM#
s = 0

```



```

Sheets("çizelge").Select
Range("a1").Select
ActiveCell.Offset(0, 1).Range("a1").Select
a1 = #6:00:00 AM#
Do While Truc
Do Until a1 >= x
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
a1 = ActiveCell
s = s - 1
Loop
ActiveCell.Offset(0, 1).Range("a1").Select
ActiveCell = s
Sheets("matris").Select
Range("ab3").Select
Do Until ActiveCell = ""
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
Loop
ActiveCell = s
Sheets("çizelge").Select
Selection.ClearContents
ActiveCell.Offset(0, -1).Range("a1").Select
x = x - (12 / 1440)
s = 0
If a1 >= #7:00:00 AM# Then
Exit Do
End If
Loop
a1 = ActiveCell
Do While True
Do Until a1 >= x Or a1 = 1
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
a1 = ActiveCell
s = s + 1
Loop
ActiveCell.Offset(0, 1).Range("a1").Select
ActiveCell = s
Sheets("matris").Select
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("a1").Select
ActiveCell = s
Sheets("çizelge").Select
Selection.ClearContents
ActiveCell.Offset(0, -1).Range("a1").Select
x = x + (12 / 1440)
s = 0
If a1 >= #11:59:59 PM# Or ActiveCell = "" Then
Exit Do
End If
Loop
End Sub

Sub AUTO_OPEN()
Load yolcugelis
yolcugelis.Show
End Sub

Sub göster()
Load Sıklıksüresi
Sıklıksüresi.Show
Unload Sıklıksüresi
End Sub

```

EK-3 TARİFELER
HAFTA İÇİ İÇİN OLUŞTURULAN YENİ TARİFE

06:00	08:16	10:21	12:33	14:45	16:57	21:27
06:10	08:18	10:24	12:36	14:48	17:00	21:36
06:20	08:20	10:27	12:39	14:51	17:03	21:45
06:30	08:22	10:30	12:42	14:54	17:06	21:54
06:40	08:24	10:33	12:45	14:57	17:09	22:03
06:50	08:26	10:36	12:48	15:00	17:12	22:12
07:00	08:28	10:39	12:51	15:03	17:15	22:21
07:02	08:30	10:42	12:54	15:06	17:18	22:30
07:04	08:33	10:45	12:57	15:09	17:21	22:39
07:06	08:36	10:48	13:00	15:12	17:24	22:48
07:08	08:39	10:51	13:03	15:15	17:27	22:57
07:10	08:42	10:54	13:06	15:18	17:30	23:06
07:12	08:45	10:57	13:09	15:21	17:33	23:15
07:14	08:48	11:00	13:12	15:24	17:36	23:24
07:16	08:51	11:03	13:15	15:27	17:39	23:33
07:18	08:54	11:06	13:18	15:30	17:42	23:42
07:20	08:57	11:09	13:21	15:33	17:45	23:51
07:22	09:00	11:12	13:24	15:36	17:48	00:00
07:24	09:03	11:15	13:27	15:39	17:51	
07:26	09:06	11:18	13:30	15:42	17:54	
07:28	09:09	11:21	13:33	15:45	17:57	
07:30	09:12	11:24	13:36	15:48	18:00	
07:32	09:15	11:27	13:39	15:51	18:09	
07:34	09:18	11:30	13:42	15:54	18:18	
07:36	09:21	11:33	13:45	15:57	18:27	
07:38	09:24	11:36	13:48	16:00	18:36	
07:40	09:27	11:39	13:51	16:03	18:45	
07:42	09:30	11:42	13:54	16:06	18:54	
07:44	09:33	11:45	13:57	16:09	19:03	
07:46	09:36	11:48	14:00	16:12	19:12	
07:48	09:39	11:51	14:03	16:15	19:21	
07:50	09:42	11:54	14:06	16:18	19:30	
07:52	09:45	11:57	14:09	16:21	19:39	
07:54	09:48	12:00	14:12	16:24	19:48	
07:56	09:51	12:03	14:15	16:27	19:57	
07:58	09:54	12:06	14:18	16:30	20:06	
08:00	09:57	12:09	14:21	16:33	20:15	
08:02	10:00	12:12	14:24	16:36	20:24	
08:04	10:03	12:15	14:27	16:39	20:33	
08:06	10:06	12:18	14:30	16:42	20:42	
08:08	10:09	12:21	14:33	16:45	20:51	
08:10	10:12	12:24	14:36	16:48	21:00	
08:12	10:15	12:27	14:39	16:51	21:09	
08:14	10:18	12:30	14:42	16:54	21:18	

CUMARTESİ GÜNÜ İÇİN OLUŞTURULAN YENİ TARİFE

06:00	09:40	12:40	15:40	18:00
06:14	09:44	12:44	15:44	18:11
06:28	09:48	12:48	15:48	18:22
06:42	09:52	12:52	15:52	18:33
06:56	09:56	12:56	15:56	18:44
07:00	10:00	13:00	16:00	18:55
07:04	10:04	13:04	16:03	19:06
07:08	10:08	13:08	16:06	19:17
07:12	10:12	13:12	16:09	19:28
07:16	10:16	13:16	16:12	19:39
07:20	10:20	13:20	16:15	19:50
07:24	10:24	13:24	16:18	20:01
07:28	10:28	13:28	16:21	20:12
07:32	10:32	13:32	16:24	20:23
07:36	10:36	13:36	16:27	20:34
07:40	10:40	13:40	16:30	20:45
07:44	10:44	13:44	16:33	20:56
07:48	10:48	13:48	16:36	21:07
07:52	10:52	13:52	16:39	21:18
07:56	10:56	13:56	16:42	21:29
08:00	11:00	14:00	16:45	21:40
08:04	11:04	14:04	16:48	21:51
08:08	11:08	14:08	16:51	22:02
08:12	11:12	14:12	16:54	22:13
08:16	11:16	14:16	16:57	22:24
08:20	11:20	14:20	17:00	22:35
08:24	11:24	14:24	17:03	22:46
08:28	11:28	14:28	17:06	22:57
08:32	11:32	14:32	17:09	23:08
08:36	11:36	14:36	17:12	23:19
08:40	11:40	14:40	17:15	23:30
08:44	11:44	14:44	17:18	23:41
08:48	11:48	14:48	17:21	23:52
08:52	11:52	14:52	17:24	00:00
08:56	11:56	14:56	17:27	
09:00	12:00	15:00	17:30	
09:04	12:04	15:04	17:33	
09:08	12:08	15:08	17:36	
09:12	12:12	15:12	17:39	
09:16	12:16	15:16	17:42	
09:20	12:20	15:20	17:45	
09:24	12:24	15:24	17:48	
09:28	12:28	15:28	17:51	
09:32	12:32	15:32	17:54	
09:36	12:36	15:36	17:57	

PAZAR GÜNÜ İÇİN OLUŞTURULAN YENİ TARİFE

06:00	10:21	13:21	16:21	22:30
06:18	10:25	13:25	16:25	22:43
06:36	10:29	13:29	16:29	22:56
06:54	10:33	13:33	16:33	23:09
07:01	10:37	13:37	16:37	23:22
07:08	10:41	13:41	16:41	23:35
07:15	10:45	13:45	16:45	23:48
07:22	10:49	13:49	16:49	00:00
07:29	10:53	13:53	16:53	
07:36	10:57	13:57	16:57	
07:43	11:01	14:01	17:01	
07:50	11:05	14:05	17:05	
07:57	11:09	14:09	17:09	
08:04	11:13	14:13	17:13	
08:11	11:17	14:17	17:17	
08:18	11:21	14:21	17:21	
08:25	11:25	14:25	17:25	
08:29	11:29	14:29	17:29	
08:33	11:33	14:33	17:33	
08:37	11:37	14:37	17:37	
08:41	11:41	14:41	17:41	
08:45	11:45	14:45	17:45	
08:49	11:49	14:49	17:49	
08:53	11:53	14:53	17:53	
08:57	11:57	14:57	17:57	
09:01	12:01	15:01	18:10	
09:05	12:05	15:05	18:23	
09:09	12:09	15:09	18:36	
09:13	12:13	15:13	18:49	
09:17	12:17	15:17	19:02	
09:21	12:21	15:21	19:15	
09:25	12:25	15:25	19:28	
09:29	12:29	15:29	19:41	
09:33	12:33	15:33	19:54	
09:37	12:37	15:37	20:07	
09:41	12:41	15:41	20:20	
09:45	12:45	15:45	20:33	
09:49	12:49	15:49	20:46	
09:53	12:53	15:53	20:59	
09:57	12:57	15:57	21:12	
10:01	13:01	16:01	21:25	
10:05	13:05	16:05	21:38	
10:09	13:09	16:09	21:51	
10:13	13:13	16:13	22:04	
10:17	13:17	16:17	22:17	