

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KENTİÇİ TOPLU TAŞIM TÜRLERİNİN PERFORMANSININ
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Babek ÖNDER**

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Programı : Ulaştırma

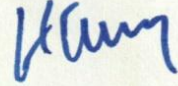
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Halim CEYLAN

AĞUSTOS 2011

YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 091131010 nolu öğrencisi Babek ÖNDER tarafından hazırlanan “**KENTİÇİ TOPLU TAŞIM TÜRLERİNİN PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Halim CEYLAN (PAÜ)
(Jüri Başkanı)



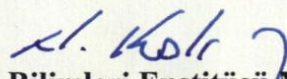
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Halil KUMSAR (PAÜ)



Jüri Üyesi : Doç. Dr. Yetiş Şazi MURAT (PAÜ)



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 17./08/2011 tarih ve 23/15 sayılı kararıyla onaylanmıştır.


Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
Prof. Dr. Nuri KOLSUZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ DEĞERLENDİRME FORMU

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

İmza

: 

Öğrenci Adı Soyadı : Babek ÖNDER

Tez Danışmanı
(Zilci Başkazan)

Doç. Dr. Hediye ÖZTEPE (P.A.D.)

ÖNSÖZ

Kentlerimizde toplu taşıma tarihine baktığımız zaman kentiçi otobüs taşımacılığın sürekli zarar ettiği ve bir süre sonra hizmetlerini durdurdukları gözlemlenmiştir. Kentiçi otobüs taşımacılığının bu duruma gelmesinin temel sebeplerinden birisi hiçbir etüd çalışması yapılmadan gelişigüzel güzergah tayini ve mevcut yolculuk talebine yönelik performans değerleri sağlanmadan yapılan seferlerdir. Yıllar boyunca plansız ve düzensiz olarak sunulan kentiçi toplu taşıma hizmetleri insanları toplu taşıma sistemlerinde uzaklaştırmış ve özel araç kullanımına yöneltmiştir. Bunun sonucunda günümüzde karşılaştığımız kentiçi trafik sorunları ortaya çıkmıştır. Bu çalışma kapsamında sabah, öğle ve akşam zirve saatlerde etüd çalışmaları yapılarak Denizli ilinde mevcut tüm kentiçi otobüs güzergahlarının uzunlukları, taşınan yolcu sayıları, otobüslerin ortalama hızı, hat kapasite kullanım oranı, durakların fiziksel özellikleri, duraklarda inen ve binen yolcu sayıları ve seyahat süreleri belirlenmiştir. Ayrıca mevcut kentiçi otobüs güzergahları arasından üzerinde hem karma trafiğin hem de tercihi otobüs hattının geçeceği bir hat seçilerek kentte seyahatlerin taşıt türlerinin dağılımından faydalanılıp hız, hacim ve yoğunluk değerleri analiz edilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda mevcut sorunlar belirlenerek kentiçi otobüs taşımacılığını iyileştirmek için önerilerde bulunulmuştur.

Yüksek lisans eğitimim boyunca her zaman yanımda olan ve çalışmalarımnda beni yalnız bırakmayan Doç. Dr. Soner HALDENBİLEN'e şükranlarımı sunarım. Tez çalışmamda karar verdiğim ilk andan itibaren yapmış olduğu yardımlarından dolayı İnş. Yük. Müh. Cenk OZAN'a teşekkür ederim. Eğitim hayatım ile çalışmam hayatımı birarada sürdürmem konusunda destek olan Denizli Belediyesi Etüd-Proje Müdürü Pınar GÜLMEZ AĞIRBAŞ'a teşekkür ederim. Tez çalışmamda benden hiçbir fedakârlığı ve katkıyı esirgemeyen Hakan ŞENEL'e çok teşekkür ederim.

Tüm eğitim hayatım boyunca bana her zaman güvenen ve bu çalışmalarım boyunca maddi ve manevi yönden sonsuz destek olan, lisans eğitimden sonra yüksek lisans eğitimimde de her an arkamda duran ve gerek ders gerekse tez aşamasında ihtiyaç duyduğumda hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan sevgili aileme en içten duygularla teşekkür ederim.

Ağustos 2011

Babek ÖNDER

İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	xii
SUMMARY	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1 Genel	1
1.2 Tezin Amacı	2
1.3 Tezin Önemi	3
1.4 Tezin Düzeni	4
2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI	5
3. KENTİÇİ ULAŞIM VE KENTİÇİ TOPLU TAŞIMA TÜRLERİ	8
3.1 Kentiçi Toplu Taşıma Sistemleri.....	8
3.1.1 Otobüs	10
3.1.2 Minibüs.....	10
3.1.3 Raylı sistemler	11
3.2 Otobüs Sisteminin Girdileri ve Çıktıları	11
3.2.1 Sistemin girdileri	12
3.2.2 Sistemin çıktıkları	13
3.3 Kentiçi Toplu Taşımacılığın Düzenlenmesi	15
3.3.1 Tercihli otobüs hatlarının düzenlenmesi	15
3.3.2 Aktarma	15
3.4 Trafiğin Genel Diyagramları	15
3.4.1 Trafik akım denklemleri.....	16
4. KENTİÇİ OTOBÜS GÜZERGAHLARINDAKİ ETÜD ÇALIŞMALARI, SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRMESİ	21
4.1 Etüd Çalışmaları	21
4.2 25 Nolu Güzergah İçin Hat Ve Seyahat Süresi Analizi	46
4.3 25 Nolu Güzergah İçin Durak Analizi	48
5. TRAFİK ATAMASI VE DYNASMART-P SİMÜLASYON PROGRAMI ...	53
5.1 Trafik Ataması.....	53
5.1.1 Statik trafik atama	54
5.1.1.1 Hep veya hiç (all or nothing) metodu	54
5.1.2 Dinamik trafik atama	54
5.2 Dynsmart-P Simülasyon Programı	55
5.2.1 Problemin ifaesi.....	55
5.2.2 Çözüm algoritması	55
5.3 Ulaşım Ağının Oluşturulması.....	62
5.4 Zonlar Arası Yolculuk Talep Matrisinin Oluşturulması	62
6. OTOBÜS HATTI ANALİZ MODELLERİ.....	64
6.1 Çalışmanın Uygulama Alanı	64
6.2 Çalışma Alanında Seyahatlerin Taşıt Türlerine Gore Dağılımı	68

6.3 Güzergah Üzerinde Hız – Hacim – Yoğunluk Değerlerinin Hesaplanması.....	69
6.4 25 Nolu Güzergah İçin Zaman Çizelgesi	86
6.5 25 Nolu Güzergah İçin Sıklık (Frekans) Hesabı	86
6.6 25 Nolu Güzergah Üzerinde Mevcut Kavşaklarda Yapılan Trafik Sayımları .	87
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	89
KAYNAKLAR	97
EKLER.....	100

KISALTMALAR

TOH : Tercihli otobüs hattı

TABLO LİSTESİ

Tablolar

3.1 :	Kentiçi toplu taşıma sistemleri	8
3.2 :	Toplu taşıma sistemlerinin yolcu-km başına ortalama enerji tüketimleri..	9
3.3 :	Raylı sistemlerin kapasite özellikleri.....	11
4.1 :	Farklı şehirlerde kentiçi ulaşımı sağlayan otobüslerin ortalama hızları...	40
4.2 :	25 numaralı güzergah üzerinde gidiş yönünde yapılan etüd sonuçları....	46
4.3 :	25 numaralı güzergah üzerinde dönüş yönünde yapılan etüd sonuçları...	47
4.4 :	25 numaralı güzergah boyunca mevcut duraklarda gidiş yönünde yapılan etüd sonuçları	49
4.5 :	25 numaralı güzergah boyunca mevcut duraklarda dönüş yönünde yapılan etüd sonuçları.....	50
5.1 :	Denizli'de Türel Dağılım.....	63
6.1 :	Tercihli otobüs hattı üzerinde çalışan otobüslerin gün içinde taşıdıkları toplam yolcu sayıları.....	67
6.2 :	Doğan Demircioğlu Cadde'sinde bir saatlik trafik sayım sonuçları.....	69
6.3 :	İncilipınar Cadde'sinde bir saatlik trafik sayım sonuçları.....	69
6.4 :	Çalışma alanında seyahatlerin taşıt türlerine göre dağılımı.....	69
6.5 :	Bağların özellikleri, uzunlukları ve trafik hacim değerleri.....	70
6.6 :	Bağların özellikleri, uzunlukları ve trafik hacim değerleri.....	72
6.7 :	Taşıt türlerinin düzenlenmiş türel dağılım yüzdeleri.....	75
6.8 :	Bağların özellikleri, uzunlukları ve trafik hacim değerleri.....	77
6.9 :	25 numaralı güzergah için zaman çizelgesi.....	86
A.1:	Durak etüd tablosu.....	100
A.2:	Hat etüd tablosu.....	101
A.3:	Bursa-Ulus Kavşağında 1. akıma ait trafik akım hacimleri.....	103
A.4:	Bursa-Ulus Kavşağında 2. akıma ait trafik akım hacimleri.....	103
A.5:	Bursa-Ulus Kavşağında 3. akıma ait trafik akım hacimleri.....	104
A.6:	Bursa-Ulus Kavşağında 4. akıma ait trafik akım hacimleri.....	104
A.7:	Ulus-Tokat Kavşağında 1. akıma ait trafik akım hacimleri.....	106
A.8:	Ulus-Tokat Kavşağında 2. akıma ait trafik akım hacimleri.....	106
A.9:	Ulus-Tokat Kavşağında 3. akıma ait trafik akım hacimleri.....	107
A.10:	Ulus-Tokat Kavşağında 4. akıma ait trafik akım hacimleri.....	107
A.11:	Eski Eğitim Kavşağında 1. akıma ait trafik akım hacimleri.....	109
A.12:	Eski Eğitim Kavşağında 2. akıma ait trafik akım hacimleri.....	109
A.13:	Eski Eğitim Kavşağında 3. akıma ait trafik akım hacimleri.....	111
A.14:	Tarım İl Müdürlüğü Kavşağında 1. akıma ait trafik akım hacimleri.....	111
A.15:	Tarım İl Müdürlüğü Kavşağında 2. akıma ait trafik akım hacimleri.....	112
A.16:	Tarım İl Müdürlüğü Kavşağında 3. akıma ait trafik akım hacimleri.....	112
A.17:	Tarım İl Müdürlüğü Kavşağında 4. akıma ait trafik akım hacimleri.....	113
A.18:	10 Nisan Kavşağında 1. akıma ait trafik akım hacimleri.....	114

A.19:	10 Nisan Kavşağında 2. akıma ait trafik akım hacimleri.....	115
A.20:	10 Nisan Kavşağında 3. akıma ait trafik akım hacimleri.....	115
A.21:	10 Nisan Kavşağında 4. akıma ait trafik akım hacimleri.....	116
A.22:	Çınar Kavşağında 1. akıma ait trafik akım hacimleri.....	117
A.23:	Çınar Kavşağında 2. akıma ait trafik akım hacimleri.....	118
A.24:	Çınar Kavşağında 3. akıma ait trafik akım hacimleri.....	118
A.25:	Çınar Kavşağında 4. akıma ait trafik akım hacimleri.....	119

ŞEKİL LİSTESİ

Şekiller

3.1 :	Zaman-mesafe grafiği: üniform akım.....	16
3.2 :	Hız –yoğunluk ilişkisi.....	18
3.3 :	Trafik hacmi-hız ilişkisi.....	19
3.4 :	Trafik hacmi-yoğunluk ilişkisi.....	19
3.5 :	Trafik akım diyagramları arasındaki ilişki.....	20
4.1 :	Otobüs hatları.....	22
4.2 :	Denizli kentiçi otobüs hatlarının gidiş yönü uzunlukları.....	23
4.3 :	Denizli kentiçi otobüs hatlarının dönüş yönü uzunlukları.....	24
4.4 :	Denizli kentiçi otobüs hatları üzerinde gidiş yönünde bulunan durak sayıları.....	24
4.5 :	Denizli kentiçi otobüs hatları üzerinde dönüş yönünde bulunan durak sayıları.....	25
4.6 :	Denizli kentiçi otobüs hatları üzerinde gidiş yönünde otobüs cebi bulunan durak yüzdesi.....	26
4.7 :	Denizli kentiçi otobüs hatları üzerinde dönüş yönünde otobüs cebi bulunan durak yüzdesi.....	26
4.8 :	Denizli kentiçi otobüs hatları üzerinde gidiş yönünde bulunan kapalı durak yüzdesi.....	27
4.9 :	Denizli kentiçi otobüs hatları üzerinde dönüş yönünde bulunan kapalı durak yüzdesi.....	28
4.10 :	Denizli kentiçi otobüs hatları üzerinde gidiş yönünde bulunan TS 11783'e göre uygun durak yüzdeleri.....	28
4.11 :	Denizli kentiçi otobüs hatları üzerinde dönüş yönünde bulunan TS 11783'e göre uygun durak yüzdeleri.....	29
4.12 :	Otobüs hatları üzerinde sabah gidiş yönünde taşınan yolcu sayıları.....	30
4.13 :	Otobüs hatları üzerinde sabah dönüş yönünde taşınan yolcu sayıları.....	30
4.14 :	Otobüs hatları üzerinde öğlen gidiş yönünde taşınan yolcu sayıları.....	31
4.15 :	Otobüs hatları üzerinde öğlen dönüş yönünde taşınan yolcu sayıları.....	31
4.16 :	Otobüs hatları üzerinde akşam gidiş yönünde taşınan yolcu sayıları.....	32
4.17 :	Otobüs hatları üzerinde akşam dönüş yönünde taşınan yolcu sayıları.....	32
4.18 :	Otobüs hatları üzerinde sabah gidiş yönünde ölçülen seyahat süreleri.....	33
4.19 :	Otobüs hatları üzerinde sabah dönüş yönünde ölçülen seyahat süreleri.....	34
4.20 :	Otobüs hatları üzerinde öğlen gidiş yönünde ölçülen seyahat süreleri.....	34
4.21 :	Otobüs hatları üzerinde öğlen dönüş yönünde ölçülen seyahat süreleri.....	35
4.12 :	Otobüs hatları üzerinde akşam gidiş yönünde ölçülen seyahat süreleri.....	35
4.23 :	Otobüs hatları üzerinde akşam dönüş yönünde ölçülen seyahat süreleri.....	36
4.24 :	Otobüs hatları üzerinde sabah gidiş yönünde hesaplanan ortalama hızlar.....	37
4.25 :	Otobüs hatları üzerinde sabah dönüş yönünde hesaplanan ortalama hızlar.....	37
4.26 :	Otobüs hatları üzerinde öğlen gidiş yönünde hesaplanan ortalama hızlar.....	38

4.27 :	Otobüs hatları üzerinde öğlen dönüş yönünde hesaplanan ortalama hızlar	38
4.28 :	Otobüs hatları üzerinde akşam gidiş yönünde hesaplanan ortalama hızlar	39
4.29 :	Otobüs hatları üzerinde akşam dönüş yönünde hesaplanan ortalama hızlar	39
4.30 :	Otobüs hatları üzerinde sabah gidiş yönünde hesaplanan hat kapasite kullanım oranları.....	41
4.31 :	Otobüs hatları üzerinde sabah dönüş yönünde hesaplanan hat kapasite kullanım oranları.....	41
4.32 :	Otobüs hatları üzerinde öğlen gidiş yönünde hesaplanan hat kapasite kullanım oranları.....	42
4.33 :	Otobüs hatları üzerinde öğlen dönüş yönünde hesaplanan hat kapasite kullanım oranları.....	43
4.34 :	Otobüs hatları üzerinde akşam gidiş yönünde hesaplanan hat kapasite kullanım oranları.....	43
4.35 :	Otobüs hatları üzerinde akşam dönüş yönünde hesaplanan hat kapasite kullanım oranları.....	44
5.1 :	DYNASMART-P.....	57
5.2 :	DYNASMART-P için çözüm algoritması.....	61
5.3 :	Denizli ili kentiçi ulaşım ağı.....	62
6.1 :	25 numaralı otobüs güzergahı.....	65
6.2 :	Tercihli otobüs güzergahı.....	65
6.3 :	Doğan Demircioğlu Caddesi üzerinde trafik sayım bölgesi.....	68
6.4 :	İncilipınar Caddesi üzerinde trafik sayım bölgesi.....	68
6.5 :	Bursa Caddesinde karma trafik için hesaplanan trafik bağıntıları.....	71
6.6 :	İncilipınar ve İstiklal Cadde'lerinde tercihli otobüs yolu için hesaplanan trafik bağıntıları.....	74
6.7 :	İncilipınar ve İstiklal Cadde'lerinde karma trafik için hesaplanan trafik bağıntıları.....	76
6.8 :	Gazi Mustafa Kemal Bulvarında tercihli otobüs yolu için hesaplanan trafik bağıntıları.....	79
6.9 :	Gazi Mustafa Kemal Bulvarında karma trafik için hesaplanan trafik bağıntıları.....	80
6.10:	Bursa Caddesinde karma trafik için hesaplanan trafik bağıntıları.....	82
6.11:	İncilipınar ve İstiklal Cadde'lerinde karma trafik için hesaplanan trafik bağıntıları.....	83
6.12:	Gazi Mustafa Kemal Bulvarında karma trafik için hesaplanan trafik bağıntıları.....	85
6.13 :	25 numaralı güzergah boyunca trafik sayımı yapılan kavşaklar.....	88
B.1:	Yolculuk talep matrisi.....	102
B.2:	Bursa-Ulus kavşağına ait akım kolları.....	102
B.3:	Bursa-Ulus kavşak kollarından gelen araç sayıları.....	105
B.4:	Ulus-Tokat kavşağına ait akım kolları.....	105
B.5:	Ulus-Tokat kavşak kollarından gelen araç sayıları.....	108
B.6:	Eski Eğitim kavşağına ait akım kolları.....	108
B.7:	Eski Eğitim kavşak kollarından gelen araç sayıları.....	110
B.8:	Tarım İl Müdürlüğü kavşağına ait akım kolları.....	111
B.9:	Tarım İl Müdürlüğü kollarından gelen araç sayıları.....	113
B.10:	10 Nisan kavşağına ait akım kolları.....	114
B.11:	10 Nisan kavşak kollarından gelen araç sayıları.....	116
B.12:	Çınar kavşağına ait akım kolları.....	117
B.13:	Çınar meydanı kavşak kollarından gelen araç sayıları.....	119

SEMBOL LİSTESİ

d	: Taşıtların mesafe cinsinden takip aralığı
h	: Taşıtların zaman cinsinden takip aralığı
k	: Trafik yoğunluğu
k_m	: Kapasitedeki yoğunluk değeri
k_t	: Tıkanıklık yoğunluğu
N	: Taşıtların Sayısı
q	: Trafik Hacmi
q_m	: Maksimum trafik hacmi
t	: Zaman
u	: Hız
u_m	: Kapasitedeki ortalama hız
u_s	: Serbest akım hızı
X	: Uzunluk

ÖZET

KENTİÇİ TOPLU TAŞIM TÜRLERİNİN PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Kentiçi toplu taşımacılığın güzergah performansını önceden belirlenmesinin sayısız önemi bulunmaktadır. Taşıtların geçtiği güzergahların kapasitesi, sıklığı, doluluk oranları, ortalama hızları, durak yerleri, durak aralıkları ve fiziksel özellikleri gibi etkenler ile ilgili kararların sağlıklı bir şekilde alınabilmesi için toplu taşıma sistemlerinin analizinin ve planlamasının tekniğine uygun olarak yapılması gerekir.

Kentiçi otobüs güzergahlarının performans değerlerinin belirlenmesi, toplu taşıma kullanıcılarına daha iyi hizmet vermek ve toplu taşıma olan talebi arttırmak için önemli rol oynar. Kentiçi otobüs güzergahlarında performans kriterleri, bu kriterlerin değerlerinin belirlenmesi ve gerekli düzenlemelerin yapılması geleceğe yönelik olarak toplu taşıma olan talebin artması bu tezin önemini açıkça ortaya koymaktadır.

Tez kapsamında, mevcut otobüs hatları üzerinde etüd çalışmaları yapılmıştır. Yapılan etüdlere sonucunda otobüslerin güzergahları boyunca seyahat süreleri, ortalama hızları, taşıdıkları yolcu sayıları, durakların fiziksel özellikleri ve hat kapasite kullanım oranları belirlenmiştir. Ayrıca otobüs hatları arasından güzergahı boyunca hem karma trafiğin hemde tercihi otobüs hattının çalışacağı bir hat seçilmiş ve bu güzergaha ait hız, hacim ve yoğunluk değerleri makro ölçekle hesaplanmıştır. Bu hesaplar sonucunda güzergah üzerindeki tıkanıklık yoğunluğu, şeritlerden geçebilecek maksimum taşıt kapasitesi ve ulaşılabilecek maksimum hız değerleri bulunmuştur. Hesaplanan akım diyagramları arasındaki ilişki değerlendirilerek güzergahın mevcut talebi karşılayıp karşılayamadığı belirlenmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kentiçi otobüs taşımacılığı, Toplu taşıma güzergahları, Performans kriterleri, Dinamik trafik ataması

SUMMARY

AN ASSESSMENT OF THE PERFORMANCES OF DIFFERENT TYPES OF URBAN TRANSPORTATION

The predetermination of the route performances of inter-city public transportation has innumerable importance. The analysis and projection of public transportation systems have to be carried out in accordance with their techniques in order to be able to make reliable decisions about such parameters as the capacity of the routes that vehicles follow, their frequencies, occupancy rates, average velocities, stopping places, distances between stops and their physical characteristics.

The determination of performance values of inter-city bus routes plays an important role in providing a better service for those that prefer to use public transportation, and increasing the demand for it. The importance of this thesis is evidently demonstrated by the performance criteria for inter-city bus routes, the determination of the values of those criteria and making required arrangements accordingly, and the prudential rise in demand for public transportation.

Within the scope of the thesis, the survey studies are performed on the existing bus routes. Following the researches carried out, the travel times and average velocities of the buses over the route, the number of passengers that they carry, the physical characteristics of the stops and the usage rate of route capacity are determined. Furthermore, out of the bus routes, the one along which both mixed traffic and optional bus route are present, is selected, and the values of speed, capacity and occupancy are measured at the macro scale. As a result of those calculations, the jam density over the route, the maximum number of vehicles that can go through the lanes and the maximum value of speed that they can reach are detected. Evaluating the relation between the diagrams of the calculated flow, it is found out whether the route meets the existing demand or not, and accordingly, some proposals are put forward.

KEY WORDS: Urban Public Transport, Public Transport Routes, Performance Criteria, Travel Time

1. GİRİŞ

1.1 Genel

Kentlerimizde hızla artan nüfus ve taşıt sayısı kentiçi hareketliliği ve ulaşım talebinin artmasına neden olmaktadır. Kentlerimizde kentiçi ulaşım farklı taşıt türleri (otomobil, otobüs, minibüs, metro, servis ve taksi vb.) ile sağlanmaktadır. Kentiçi ulaşımında yaşanan sorunlardan en önemlisi özel taşıt kullanımının fazla olmasıdır. Kentlerde özellikle zirve saatlerde trafikte hareket eden özel araçlar kapasitesi bakımından hem az yolcu taşımakta hem de trafik sıkışıklığı yaratarak kentiçi ulaşımı olumsuz etkilemektedir. Kentiçi ulaşım sorunlarını en aza indirmenin önemli yollarından birisi özel araç kullanımını kısıtlayarak, yol kullanıcılarını toplu taşıma kullanmaya teşvik etmektir. Kaliteli, konforlu, hızlı ve uygun fiyatlı toplu taşıma sistemleri oluşturularak özel araç sahipleri toplu taşıma özendirilmelidir.

Özel araç sahiplerini toplu taşıma özendirmek için oluşturulması gereken kriterleri sağlamak amacıyla kentlerdeki mevcut toplu taşıma güzergahlarının performanslarını belirleyerek gerekli yerlerde düzenlemeler yaparak istenilen performans kriter değerlerine ulaşılabilir. Toplu taşıma sistemlerinden beklenen performans kriterleri; seyahat süresi, gecikme, ortalama hız, trafik sıkışıklığı, otobüslerin doluluk oranları, hizmet veren otobüs sayısı, seyahat maliyeti, enerji verimliliği, güvenlik ve konfor olarak sıralanabilir. Bu amaca yönelik olarak Murray (2001) toplu taşıma sistemlerini, ulaşım planlamasını ve yönetim sürecini önemli bir unsur olarak görmüş ve toplu taşıma performansını nasıl arttırılabileceğini inceleyen araştırmalarını Avusturalya' da toplu taşıma modelini de içine alan çeşitli boyutsal analitik teknikler ve ticari bir bilgi sistemi kullanılarak değerlendirmiştir.

Toplu taşıma sistemlerinin performanslarının belirlenmesi aşamasında temel parametre toplu taşıma olan yolculuk talebidir. Mevcut talebe göre belirlenen performans verileri değerlendirilerek gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Bu düzenlemeler trafik sıkışıklığının olduğu hatlarda güzergah değişimi, talebin fazla olduğu hatlarda sefer sıklığının arttırılması, yüksek kapasiteli otobüs kullanımı ve ek

durak ilavesi, kentiçi ulaşımın yoğun olduğu kentlerde tercihli otobüs yollarının oluşturulması olarak sıralanabilir.

Kentiçi otobüs taşımacılığında güzergahlar üzerinde bulunan mevcut durakların fiziksel özellikleri, kapasiteleri, konumları, güvenlik ve konfor kriterleri hatların performansını etkileyen önemli kriterlerdir. Duraklarda cep sayısının fazla olması, yolcuların otobüslere iniş ve binış anında meydana gelen beklemeler nedeniyle oluşan trafik sıkışıklığını engellemektedir. Bu sayede kentiçi trafikte gecikmelerin en aza indirgenmesi sağlanmakta ve yolcular için seyahat süresi azalmaktadır. Kötü hava şartlarında duraklarda bekleyen yolcuların korunmalarını sağlayan kapalı duraklar, kentiçi ulaşımında yolcuları otobüs kullanımına teşvik etmekte ve otobüslerde taşınan yolcu sayısının arttığı sonucuna varılmaktadır. Şayet otobüs hattında bulunan duraklar için konfor kriterleri sağlamaz ise kötü hava şartlarında yolcular durakta beklemeyecek, en kısa sürede ulaşabilecekleri toplu taşıma aracına ya da özel araçlarına yöneleceklerdir.

Kentlerimizde toplu taşıma tarihine baktığımız zaman otobüs taşımacılığının sürekli zarar ettiği ve bir süre sonra hizmetlerini durdurdukları gözlemlenmiştir. Kentiçi otobüs taşımacılığının bu duruma gelmesinin temel sebeplerinden birisi hiçbir etüd çalışması yapılmadan gelişigüzel güzergah tayini ve mevcut yolculuk talebine yönelik performans değerleri sağlanmadan yapılan seferlerdir. Yıllar boyunca plansız ve düzensiz olarak sunulan kentiçi toplu taşıma hizmetleri insanları toplu taşıma sistemlerinde uzaklaştırmış ve özel araç kullanımına yöneltmiştir. Bunun sonucunda günümüzde karşılaştığımız kentiçi trafik sorunları ortaya çıkmıştır.

Toplu taşımada güzergah seçimi çok önemlidir. Etüd çalışmaları yapılmadan gelişigüzel belirlenen güzergahlar trafik sıkışıklığına neden olmakta, araçların ortalama hızı azalmakta ve seyahat süresi artmaktadır. Bu olumsuzluklar hiçbir toplu taşıma kullanıcısının ve işletmecisinin istemediği bir durumdur. Özellikle zirve saatlerdeki yolculuk talebini, karşılayabilecek güzergah düzenlemeleri planlı bir şekilde yapılırsa, kentiçi toplu taşıma insanlar tarafından cazip hale gelecektir.

1.2 Tezin Amacı

Kentlerimizde mevcut kentiçi ulaşımı sağlayan tüm ulaşım sistemlerinin verimli bir şekilde işletilebilmesi için; bir yandan mevcut ve gelecekteki ulaşım talep

düzeylerini, güzergahların başlangıç ve bitiş noktalarını, arzu hatlarını sistemin geneli için en uygun noktada birleştirip birlikte çalışan bir ulaşım ağ şebekesi oluşturulması gerekmektedir.

Tez kapsamında, Denizli ilinde çalışan mevcut kentiçi otobüs güzergahları arasından üzerinde hem karma trafiğin hem de tercihli otobüs hattının geçeceği bir hat seçilerek kentte seyahatlerin taşıt türlerinin dağılımından faydalanılıp hız, hacim ve yoğunluk değerleri makro ölçekle analiz edilmiştir.

Ayrıca sabah, öğle ve akşam zirve saatlerde etüd çalışması yapılarak Denizli ilinde mevcut tüm kentiçi otobüs güzergahlarında taşınan yolcu sayıları, otobüslerin ortalama hızı, hat kapasite kullanım oranı, durakların fiziksel özellikleri, duraklarda inen ve binen yolcu sayıları ve seyahat süreleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda mevcut sorunlar belirlenerek kentiçi toplu taşıma sistemini iyileştirmek için önerilerde bulunulmuştur.

1.3 Tezin Önemi

Bir toplu taşıma türünün bir güzergahtaki performansının değişik koşullarda nasıl gerçekleştiğinin önceden belirlenmesinin sayısız önemi bulunmaktadır. Taşıtların geçtiği güzergahların kapasitesi, sıklığı, doluluk oranları, ortalama hızları, durak yerleri, durak aralıkları ve fiziksel özellikleri gibi etkenler ile ilgili kararların sağlıklı bir şekilde alınabilmesi için toplu taşıma sistemlerinin performans değerlerinin öngörülmesi gerekmektedir.

Kentiçi otobüs güzergahlarının performans değerlerinin belirlenmesi, toplu taşıma kullanıcılarına daha iyi hizmet vermek ve toplu taşıma olan talebi arttırmak için önemli rol oynar. Örneğin yapılan analizler ve etüd çalışmaları sonucunda bir güzergah üzerinde belirli saatlerde yoğunluk artıp ve mevcut kapasiteli otobüsler yeterli gelmiyorsa bu saatlerde daha yüksek kapasiteli otobüsler çalıştırılarak ya da otobüslerin sıklığı artırılarak o güzergah üzerindeki performans değerleri iyileştirilmiş olur. Bu sebeple kentiçi otobüs güzergahlarında performans kriterleri ve bu kriter değerlerinin belirlenmesi ve gerekli düzenlemelerin yapılması geleceğe yönelik olarak toplu taşıma olan talebin artması bu tezin önemini açıkça ortaya koymaktadır.

1.4 Tezin Düzeni

Çalışma yedi bölümden oluşmuştur. Birinci bölümde genel bilgiler verilerek tezin amacı, önemi ve düzeninden bahsedilmiştir. İkinci bölümde daha önceki yapılan çalışmalar kısaca anlatılarak literatür çalışması yapılmıştır. Üçüncü bölümde kentiçi toplu taşıma sistemleri ve özellikleri, kentiçi toplu taşıma sistemlerinin girdileri, çıktıları, kentiçi toplu taşımacılığın düzenlenmesi ve trafiğin temel diyagramları ile ilgili bilgiler verilmiştir. Dördüncü bölümde Denizli ilinde mevcut otuzbir otobüs güzergahında çalışan otobüsler için sabah, öğle ve akşam zirve saatlerde olmak üzere etüd çalışmaları yapılmıştır. Yapılan etüdlere sonucunda her hattın gidiş ve dönüş güzergahlarının ayrı ayrı uzunluğu ölçülmüş, mevcut durak sayıları ve fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Bu hatlar üzerinde bulunan her durakta inen ve binen yolcular sayılmış, duraklar arası süreler ve duraklarda bekleme süreleri ölçülerek toplam seyahat süresi hesaplanmıştır. Ölçülen hat uzunluğu ve hesaplanan toplam seyahat süresi kullanılarak her hattın gidiş - dönüş yönünde ortalama hızı hesaplanarak ön performans değerlendirmesi yapılmıştır. Beşinci bölümde çalışma ağını oluşturan bağların trafik hacimlerini bulmak için uygulanan dinamik trafik ataması ve bu atamanın yapıldığı Dynasmart-P simülasyon programı ve algoritmasından bahsedilmiştir. Altıncı bölümde Denizli ilinde mevcut kentiçi toplu taşıma hatları arasından güzergahı boyunca hem karma trafiğin hemde tercihli otobüs hattının çalışacağı bir güzergah seçilmiş ve bu güzergah üzerinde o hatta ait hız, hacim, yoğunluk değerleri makro ölçekle hesaplanmış ve aralarındaki ilişki değerlendirilmiştir. Yedinci bölümde tezin kapsamı doğrultusunda elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Bu bölümde, kentiçi ulaşım sistemleri, kentiçi toplu taşıma sistemleri, kentiçi toplu taşıma sistemlerinin performans özellikleri, kentiçi toplu taşıma sistemlerinin performans özelliklerini iyileştirmeye yönelik uygulamalar, kentiçi toplu taşımacılığın düzenlenmesi, kentlerde ulaşım ağının kapasite özellikleri, durakların özelliklerinin değerlendirilmesi konularında daha önce yapılmış çalışmaların özetleri verilmiştir.

Chien ve Qin (2004), otobüs hizmetlerine erişebilirliğin yükseltilmesi amacıyla bir otobüs rotasının belirli bir kesitini alarak matamatiksel bir model geliştirmişlerdir. Bu modelin amaç fonksiyonu, toplam maliyet fonksiyonu olarak oluşturulmuştur. Amaç fonksiyonu, durakların sayısı ve yerleri, yolcuların zaman değeri göz önüne alınarak optimize edilerek minimize edilmiştir. Toplam maliyetin farklı parametrelere (süre, hız, talep) olan duyarlılığı ve parametrelerin optimal durak yerlerine olan etkinliğinin analizi yapılmıştır.

Heydecker (1983); Chard ve Lines (1987); Radwan ve Benevell (1983); Bell (1992); Chang ve Ziliaskopoulos (2003); Nash (2003); Smith ve diğ. (2005), otobüs önceliği stratejilerinin göreceli cazipliğini, işletimsel performansını değerlendirmişlerdir. Bu değerlendirmeler sonucunda otobüs önceliği sistemleri sayesinde ulaşım ağı üzerinde yapılan yolculukların seyahat sürelerinin değiştiğini, bu sistemlerin bulunduğu ağ üzerinde özel taşıtların rota değiştirerek farklı güzergahlara yöneldiklerini ve bu nedenle ağ üzerindeki taşıt sayılarının değiştiğini gözlemlemişlerdir.

Lowrie (1982); Sims ve Finlay (1984); Longfoot (1982); Yagar (1993); Sunkari ve diğ. (1995); Chang ve Ziliaskopoulos (2003); Mirchandani ve Lucas (2004), işaretli ağlar için hazırlanmış çoğu gerçek zamana uyarlana bilen kontrol sistemleri, otobüsler ve diğer özel araçlar için öncelik ehliyetleri üzerinde çalışmışlardır.

Cho ve Lau (1997), Hong Kong'daki toplu taşıma operatörlerinin performanslarının değerlendirilmesini ve bu performansların zayıf olan yolcu grubunu nasıl etkilediğini ele almıştır ve performans değerlendirmesi, toplu taşıma sistemlerinin yeterliliği ve yararlılığı olarak ikiye ayırmışlardır. Mevcut şehir planlamasının ve düzensiz planlanan toplu taşıma güzergahlarının düşük gelirli yolcu grubuna olumsuz etkisinden kurtarmak ve bu yolcu grubunun taşınabilirliğini arttırmak için kentsel ulaşım ağı önermiştir.

Brons ve diğ. (2005), toplu taşıma yeterlilik performansına ilişkin bilgi kaynaklarına istatistiksel bir genel bakış sağlayarak kaynaklarda belirtilen yeterlilik bulgularındaki değişiklikleri istatistiksel bir şekilde açıklamışlardır. Toplu taşıma sistemlerinin teknik yeterliliğini kaynaklardan elde edilen bilgiler arasındaki ilişkiyi arama yönünde parametrik olan ve olmayan araştırmalar yapmıştır. Sonuç olarak her iki araştırma tipi arasında istatistiksel bir fark olmadığını bulmuşlardır.

Murray (2001), toplu taşıma servisinin tedariki, ulaşım planlamasının ve yönetim sürecinin önemli bir unsuru olarak görmüş ve toplu taşıma performansını nasıl arttırılabileceğini inceleyen araştırmalara Avusturalya' da toplu taşıma modelini de içine alan çeşitli boyutsal analitik teknikler ile tamamlanmış ticari bir bilgi sistemi kullanılarak değerlendirmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda toplu taşıma sistemlerinde düzenlemeler yaparak bu sistemlerinin bölgesel kullanımının artmasını sağlamıştır.

Koutsopoulos ve diğ. (1985), gün içinde değişen talep için sefer sıklıklarının belirlenmesi üzerine çalışmıştır. İşletme masrafları ve seyahat sürelerinde değişken olarak almış ve ödenek, filo büyüklüğü ve araç kapasite kısıtları ile doğrusal olmayan optimizasyon modeli oluşturulmuştur.

Viton (1997), geleneksel motorlu otobüs ve talep karşılığında verilen servisleri işleten, 217 devlete ait ve özel, Amerikan, motorlu otobüs ile ulaşım kuruluşlarının Bilgi Kuşatma Analizlerini (DEA) kullanarak, Amerikada'ki otobüs sistemlerinin verimliliğini araştırmıştır.

Yardım'a (2002) göre, kentiçi ulaşım planlama çalışmalarında talep esas alınarak, durak yerleri ve durakları birleştiren hatların belirli kriterlere göre ulaşım ağının ve bu ağ üzerindeki hatların belirlenmesi işi yapılır. Hangi noktalar arasına ne kadar

sefer atanması gerektiği, bu seferlerde kaç kişi taşınacağı, taşıma eyleminin ne zaman yapılacağı sorularına cevap verebilmek için talep gereklidir.

3. KENTİÇİ ULAŞIM VE KENTİÇİ TOPLU TAŞIMA TÜRLERİ

3.1 Kentiçi Toplu Taşıma Sistemleri

Toplu taşıma sistemi, sabit bir güzergah üzerinde ücret tarifesi belirlenmiş, belirli bir zaman çizelgesine sahip, insanların seyahat taleplerini karşılayarak zaman ve mekan içinde toplu olarak yer değiştirme hareketini sağlayan bir sistem olarak tanımlanabilir.

Kentlerimizde ulaşım amacıyla harcanan en büyük zaman kaybı gecikmelerdir. Gecikmelerin oluşmasındaki temel sebep kentiçi ulaşım talebinin artması sonucu ulaşım ağında meydana gelen trafik sıkışıklığıdır. Kentlerimizin otomobil odaklı olarak tasarlandırılması sonucu trafik sıkışıklığı artmakta ve kentsel yaşam olumsuz yönde etkilemektedir. Kentiçi ulaşımında yaşanan olumsuzlukların başlıca nedeni toplu taşıma sistemlerinin etkin, konforlu ve güvenilir hale getirilememesinden dolayı kentiçi seyahatlerde özel araç kullanımının artmasıdır. Bu durum, toplu taşıma sistemlerine olan yolcu talebini ve güveni azaltmaktadır. Ayrıca, toplu taşıma sistemlerinin yetersiz ve düzensiz güzergah planlanması sonucunda toplu taşıma olan güven azaltmakta, bu da ekonomi ve zaman kaybına neden olmaktadır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan kentiçi toplu taşıma sistemleri Tablo 3.1’de görülmektedir.

Tablo 3 1 : Kentiçi toplu taşıma sistemleri

KARAYOLU SİSTEMLERİ	RAYLI SİSTEMLER	DENİZYOLU SİSTEMLERİ
Minibüs Otobüs Taksi Servis Metrobüs Tercih Otobüs Hattı	Hafif Raylı Sistem Tramvay Metro	Vapur Deniz Otobüsü

Kentiçi toplu taşıma açısından göz önüne alınan hususlar:

- **Seyahat süresi:** Sadece taşıt içinde geçen süre olmayıp, seyahatin başlangıç ve bitiş noktaları arasında geçen gecikmeler, inip binmeler vb. dahil geçen toplam süredir.

- **Güvenlik:** Taşınan eşya ve insanın ulaşımları sırasında her türlü güvenliklerinin sağlanarak kazaya ya da zarara uğramamaları gerekir.
- **Konfor:** Özellikle yolcu ulaşımında yolcuların iyi bir yolculuk yapabilmeleri için alınması gereken önlemler topluluğudur.
- **Ekonomi:**Ulaşım sistemlerinin tamamında seyahat uzunluğu arttıkça seyahat süresi ve seyahat maliyeti artmaktadır. Toplu taşıma sistemleri ekonomik bilet fiyatlarına sahip oldukları için özel araçlarla yapılan seyahatlere göre daha düşük maliyetlidir.
- **Elverişlilik:** Ulaştırma sistemlerinin toplu taşımacılığa uygun olup olmaması olarak tanımlanabilir. Örneğin saatte bir yönde 20.000 kişinin taşınması gerekiyorsa, hafif raylı veya metro sistemi göz önüne alınmalıdır.
- **Enerji kullanımı:** Toplu taşıma sistemlerinin tükettiği enerji miktarı ülke ekonomisi açısından çok önemlidir. Tablo 3.2’de kentiçi toplu taşıma sistemlerinin yolcu-km başına ortalama enerji tüketimleri görülmektedir (İstanbul Valiliği ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi 2002).

Tablo 3 2 :Toplu taşıma sistemlerinin yolcu-km başına ortalma enerji tüketimleri

Kentiçi toplu taşıma sistemi	Yolcu-km başına ortalama enerji tüketimi
Dolmuş	241
Minibüs	134
Otobüs	96
Tramvay	112
Metro	97

Günümüzde kentiçi ulaşımın önemli bir kısmı otobüs taşımacılığı sistemi kullanılarak yapılmaktadır. Otobüs taşımacılığının etkin ve verimli kullanımı birçok yönden yararlar sağlamaktadır. Bunlar;

- Otobüsler hizmet verdikleri güzergah üzerinde talep değişikliklerine göre hattı uzatarak-kısaltarak, ya da güzergahlarında değişikliklere giderek mevcut talebi minimum maliyetle karşılama imkanına sahiptirler.
- Kentiçi yolların sadece otomobil taşımacılığı yapılmasının önüne geçerek, trafik sıkışıklığını önemli oranda azaltmakta ve insan odaklı taşımacılık yapmaktadır.

- Enerji tasarrufu açısından çok etkili bir sistemdir.
- Çevreye olumsuz etkileri özel araçlara göre çok daha az olup. Sistemin ürettiği atıklar düşük düzeyde olduğu için dengeli bir çevre oluşumuna katkı sağlamaktadırlar
- Otobüs taşımacılığı ile yapılan seyahatler özel araçlarla yapılan seyahatlere göre daha güvenlidir.

Günümüzde kentiçinde yaygın olarak kullanılan toplu taşıma türlerinin özellikleri kısaca aşağıda verilmiştir.

3.1.1 Otobüs

Her geçen gün gelişen kentlerde, yoğunluk artışına paralel olarak kentiçi ulaşım ağında yolculuk talebi değişmektedir. Kentlerin birçoğunda yolculuk taleplerinde görülen değişikliklere uygun hizmet sunulması otobüs sistemlerince sağlanmaktadır. Yolculuk talebi arttıkça kentiçi ulaşım ağında çalışan otobüslerin kapasitesi ve araç sıklığı artırılarak, özel altyapı ve önlemler geliştirilerek (otobüs yolları, şeritleri, trafikte öncelikleri gibi) yolculuk kapasitesi belli düzeylere kadar artırılabilir.

Kentiçi ulaşımında kullanılan otobüs sistemleri hizmet verdikleri ulaşım ağında mevcut talep değişikliklerine göre hattı uzatarak-kısaltarak, ya da güzergahlarında değişikliklere giderek talebi karşılama imkanına sahiptirler.

Otobüsler özel taşıtlar kadar olmasa da, esnek hizmet sunabilmesi, durak sayısının fazlalığı ve duraklar arası mesafelerin az olması sebebiyle başlangıç bitiş noktalarına en yakın ulaşım hizmeti sağlarlar.

3.1.2 Minibüs

Gelişmiş ülkelerde kentiçi toplu taşıma amaçlı olarak minibüs sistemlerinin kullanımını genellikle tercih edilmemektedir. Kentlerimizde minibüs kullanımının bazı avantajları vardır. Bunlardan en önemlisi otobüslere göre daha düşük yolcu kapasiteli olmaları nedeniyle yüksek sıklık ve esneklikle hizmet verebilmeleridir. Bu nedenle kısıtlı sürelerde ev-okul, ev-iş gibi yolculuk yapmaları gereken kişiler tarafından genellikle tercih edilmektedir. Minibüs sistemlerinin dezavantajlarından bahsedecek olursak sayılarının fazla olması ve belirli duraklara sahip olmamaları sebebiyle kentiçi ulaşım ağında sürekli dur-kalklarla trafik sıkışıklığına neden olmakta ve gecikmelere sebebiyet vermektedirler.

3.1.3 Raylı Sistemler

Günümüzde yüksek yolculuk talepleri bulunan kentlerde, kent merkezine ulaşan ana koridorlarda trafik sıkışıklığının çözülmesi ve yolculuk taleplerinin karşılanmasında yüksek taşıma kapasiteli ve ticari hıza sahip raylı sistemlerin kullanımı diğer ulaşım türlerine göre daha uygundur.

Raylı sistemler yüksek yatırım maliyetlerine sahip olup uygulandıktan sonra geri dönüşü olmayan ve talep değişikliklerine göre düzeltilemeyen sistemlerdir. Bu nedenle raylı sistemlerin yapımına karar verilmeden önce gelecekteki yolculuk talep tahminlerinin hesaplanması ve geniş kapsamlı ulaşım etüdlerinin yapılması gerekmektedir.

Yüksek yolcu taşıma kapasiteli raylı sistem türleri, kapasitelerine göre küçükten büyüğe tramvay, hafif raylı sistem ve metro olarak sıralanırlar. Raylı sistemlerin kapasite özellikleri Tablo 3.3'de görülmektedir.

Tablo 3 3 : Raylı sistemlerin kapasite özellikleri (Replogle, 1991)

Ulaşım Türü	Ortalama Kapasite (saatte bir yönde taşınan kişi)
Tramvay	12.000
Hafif Raylı Sistem	32.000
Ağır Raylı Sistem	70.000
Banliyö Demiryolu	70.000

Raylı sistemler karma trafikten ayrılmış güzergahlar oldukları için trafik kazalarına karışma oranı çok düşüktür. Raylı sistemler otomobil ve lastik tekerlekli toplu taşıma yolculuklarını kendilerine çekerek mevcut ulaşım ağı üzerindeki trafik hacmini ve trafik sıkışıklığını azaltmakta böylece yolcuların seyahat süresini de azalmaktadır.

3.2 Otobüs Sisteminin Girdileri ve Çıktıları

Kentiçi toplu taşıma sistemlerinin planlanıp düzenli bir şekilde çalışması için birçok girdiye ihtiyacı vardır. Girdiler, sistem içinde kullanılıp işlemlerden geçirildikten

sonra çeşitli çıktılar üretir. Çıktılar sunulan hizmetler ve bunların çeşitli etkileri olarak görülür (Camkesen, 2004).

3.2.1 Sistemin girdileri

Toplu taşıma politikaları ve amaçları: Toplu taşıma politikaları çeşitli ilkelere göre üretilir. Örnek olarak, büyük kentlerde, tek bir tip toplu taşıma sistemi kentiçi yolculuk talebini karşılayamayacağı için toplu taşıma türleri arasında iş birliği sağlanması ilkesi verilebilir (Camkesen, 2004).

1) **Talep:** Kentiçi yolculuk talebinin belirlenmesi, kentiçi ulaşım sistemlerinin planlama ve işletme faaliyetleri için gerekli veriyi sağlayan en önemli parametredir. Toplu taşıma sistemlerinin planlanması aşamasında mevcut yolculuk talebi esas alınarak, kentiçi ulaşım ağı üzerinde güzergah ve durak yerleri optimum performans kriterlerine göre planlanır. Aynı zamanda araçlar için zaman çizelgelerinin hazırlanması, sefer aralıklarının belirlenmesi, personel çizelgelerinin yapılması gibi işler için de talep bilgilerine ihtiyaç vardır.

2) **Kentiçi ulaşım ağ bilgileri:** Kentiçi ulaşım ağ bilgileri sistemin fiziksel olarak tanımlanmasına yardımcı olur. Ağ bilgilerini mevcut ağ ve geleceğe yönelik planlaması düşünülen ağ olarak sınıflandırabiliriz. Mevcut ağ üzerinde geleceğe yönelik düzenlemeler yapmak için bir takım girdilere ihtiyaç vardır. Bu girdiler aşağıda sıralanmıştır;

- Ağın coğrafi yapısı ve konumu,
- Ağın biçimi (radyal, ızgara, ağaç gövdesi, kompozit),
- Kentiçi ulaşım ağını oluşturan düğümler ve bağlar (duraklar, terminaller aktarma imkanları, bağ tipleri, bağ uzunluklar),
- Kentiçi ulaşımın sağlanacağı bölgenin büyüklüğü,
- Bağlardaki hacimler ve bağ maliyetleri ve
- Mevcut ağ üzerindeki ulaştırma alt sistemlerinin özellikleridir.

3) **Elde edilebilir kaynaklar ve kısıtlar:** Bir toplu taşıma sisteminin kurulması ve işletilmesi belirli kaynakların kullanılması ile gerçekleşir (Manheim 1979). Toplu taşıma sisteminin kurulması ve işletilmesinde kullanılan tipik

kaynaklar Şu Şekilde sıralanabilir: sermaye, işgücü, teknoloji, arazi, enerji çevresel zararlar, ekolojik, sosyal ve estetik etkilerdir.

Toplu taşıma sistemlerinin sistemlerinin sahip olduğu kısıtlar; yolcuya yönelik kısıtlar, iŐletmeciye yönelik kısıtlar, kaynak kısıtları, yönetim kısıtları, çevre kısıtları ve ulaşım ağına yönelik kısıtlardır.

4) Diğer tür ve iŐletmelerle ilgili bilgiler: Kısaca Şu bileŐenlerden oluşur:

- Pazardaki işletme sayısı ve iŐletmelerin payları,
- Bu işletme ve türlerin hat analizi (hat uzunlukları, hat yapıları),
- Zaman çizelgesi bilgileri (sefer sıklıkları, takip aralıkları, sefer süreleri),
- Doluluk oranları,
- Durak yerleri, ve
- Hizmet verilen yolcuların profilleridir.

5) İnsan hareketinin sisteme etkileri: İnsan ihtiyaçları doğrultusunda, ticari faaliyetler, kültür ve eğitim faaliyetleri, endüstriyel faaliyetler, turistik faaliyetler, alışveriş faaliyetler yapmak üzere seyahat eder. Bu faaliyetler toplu taşıma sistemlerinin girdi oluşturmakla beraber kişilerin seyahat kararlarına, nereye, ne zaman, nasıl, hangi ulaşım türüyle, hangi hattan seyahat edeceklerine yani bir bakıma toplu taşıma sistemine ne Şekilde gireceklerine etki eder.

3.2.2 Sistemin Çıktıları

Sunulan hizmetler aşağıda tanımlanmıştır (Camkesen, 2004).

1) Toplu taşıma ağı boyunca ulaşım imkanları: Toplu taşıma ağı, çeşitli girdiler ve işletme faaliyetleri altında hizmet verir. AĞ boyunca yeni ulaşım imkanları doğar. Bunlar aŐaĐıdaki gibi sıralanabilir; hatlar, hat uzunlukları, durak sayıları ve tipleri, yerleri, ve aktarma imkanları, zaman çizelgeleri (sefer sıklığı, takip aralığı, sefer süresi), taşıt çizelgeleri, taşıt filosu (taşıt özellikleri ve sayıları), personel çizelgeleri, diğer sabit tesisler, depolar ve bakım istasyonlarının yerleridir.

2) **İşletme tarafından sunulacak hizmet düzeyi:** Ulaşım hizmetini sağlayanlar tarafından verilen kararlarla belirlenen ulaşım ağı, zaman çizelgeleri, taşıt hatları ve çizelgeleri, taşıt filosu, ücretler, hizmet kalitesi ve denetim gibi konuların kullanıcılar tarafından algılanma ve değerlendirilme şekliyle, hizmet düzeyleri tanımlanır. Bilinen hizmet düzeyi bileşenleri ve toplu taşıma sistemlerinden beklenen performans kriterleri; erişilebilirlik sıklık, seyahat süresi, konfor, dakiklik, güvenlik ve taşıma kapasitesidir.

3) **Maliyetler:** Kullanıcı maliyetleri, işletmeci maliyetleri ve diğer aktörlerin maliyetleri olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Erel, 1995). Bunlar;

- **Kullanıcı maliyetleri**

- ✓ Taşımacılık ücreti
- ✓ Kullanıcıların toplu taşıma sisteminde harcadıkları zamanın parasal değeri (erişim, bekleme, araç içi seyahat, aktarma sürelerinin değeri, işgücü kaybı)

- **İşletmeci maliyetleri**

- ✓ Taşıt giderleri (bakım, onarım)
- ✓ Enerji giderleri
- ✓ Tüketilen diğer kaynak maliyetleri
- ✓ Personel maliyetleri
- ✓ Tanıtım ve pazarlama giderleri
- ✓ Tüketilen diğer kaynak maliyetleri
- ✓ Sigortalar vb.

- **Diğer aktörlerin maliyetleri:**

- ✓ Çevrede ve diğer kişilerde olumsuz değişim yaratan etkiler

Sunulan hizmet etkilerinin temelinde diğer hareket sistemlerindeki değişimler yatmaktadır. Bu değişimlerin bir kısmı olumlu, bir kısmı önlem alınması gereken olumsuz değişimlerdir. Olumsuz değişimler şu şekilde sıralanabilir; hareketliliğin değişimi, taşınır ve taşınmazların değerindeki değişimler, bölgesel, sosyal ve ekonomik değişimler, Arazi kullanımındaki değişimler, gürültü düzeyindeki

değişimler, hava, toprak ve su kirliliği, ekolojik dengenin değişimi, kent görünümünün değişmesi, yaşam koşullarındaki değişimler.

3.3 Kentiçi Toplu Taşımacılığın Düzenlenmesi

Kentiçi toplu taşımacılığının düzenlenmesi amacıyla uygulanmakta olan birkaç yöntem aşağıda anlatılmaktadır.

3.3.1 Tercihli otobüs hatlarının (TOH) düzenlenmesi

Kentlerimizde kullanılan otobüs sistemleri, seyahat boyunca ortalama hızın düşük olması ve gecikmelerin fazla olması sebebiyle güvenilirliği az ve konforsuz bir hizmet olarak görülmektedir. Yolculuk talebinin yüksek olduğu kentlerde kentiçi toplu taşıma için raylı sistemler uygulanmaya başlamıştır. Ancak raylı sistemlerin özellikle yapım maliyetinin yüksek olması ve uygulandıktan sonra mevcut güzergahı üzerinde herhangi bir değişikliğe izin vermemesi TOH alternatif olarak karşımıza çıkarmaktadır. Tercihli otobüs hatları sunduğu yüksek kaliteli ve raylı sistem benzeri hizmetle, raylı sistemler ile otobüs sistemleri arasında bir alternatif oluşturmaktadır.

3.3.2 Aktarma

Kentlerde kentiçi toplu taşıma ağı üzerinde çok sayıda aktarma yapılabilecek nokta bulunmaktadır. Yolcuların inip bindiği duraklar potansiyel aktarma noktalarıdır. Durak eğer bir başka otobüs hattı ile ortak kullanılıyorsa, ya da başka bir otobüs hattının durağına yakınsa burası olası bir aktarma noktasıdır. Ancak genellikle farklı ulaşım türlerinin kesiştiği ve aktarma taleplerinin yüksek olduğu noktalar aktarma noktası olarak değerlendirilmektedir.

Toplu ulaşım ağı genel olarak ele alınarak kentin fiziki durumu, mevcut ve gelecekteki yolculuk talepleri, toplu ulaşım güzergahları ve bu güzergahlara bağlanacak servislerin tespiti sonucunda herhangi bir aktarma noktasının yerine, işlevine, büyüklüğüne, kapsamına karar verilmelidir.

3.4 Trafikğin Genel Diyagramları

Karayolu trafikğinin değişkenleri arasındaki mevcut olan ilişkileri açıklayabilmek için çeşitli modeller geliştirilmiştir. Hız, hacim ve yoğunluk değişkenleri trafikğın

karayolu üzerindeki hareketlerini makro ölçekle analiz eder. Temel diyagramların uygulanması için aşağıda verilen tanımların bilinmesi gerekir.

- 1) **Trafiğin temel değişkenleri:** Uzunluk (**X**) (m, km), zaman (**T**) (sn, dak, sa) ve trafik birimi (**N**) (tş) olarak sıralanan temel değişkenler yardımıyla diğer değişkenleri türetmek mümkündür.
- 2) **Trafiğin türetilmiş değişkenleri:** Trafik akımıyla ilgili olayları ifade edebilmek için temel değişkenlerden türetilen değişkenlerdir. Hacim (**q**) (tş/sn, teş/sa), yoğunluk (**k**) (tş/şerit, ta/yön) ve hız (**u**) (m/sn, km/sa)'dir.

Akım oranı: Akımın sürekli olduğu belirli bir yol kesitinden, belli bir zaman aralığında geçen taşıt sayısıdır. Zaman aralığı 5, 10, 15 dakika gibi dilimler şeklinde alınabilir.

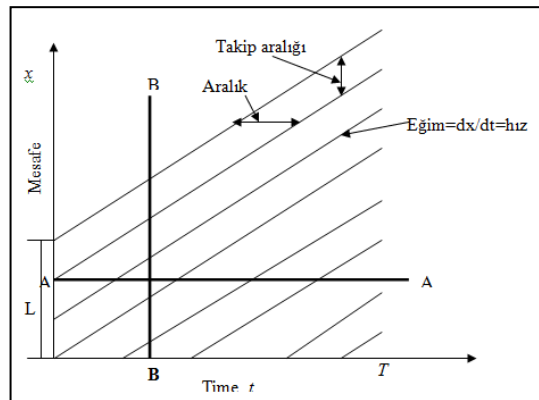
Trafik hacmi: Belirli bir yol kesitinden bir saat içinde sürekli olarak geçen taşıt sayısıdır. Yolun tümü veya bir şeridi için verilebilir. Genellikle $q=N/T$ şeklinde gösterilir. Burada N taşıt sayısını, T ise zamanı ifade etmektedir.

Trafik yoğunluğu: Bir yolun belirli bir uzunluğunda herhangi bir anda bulunan taşıt sayısıdır. Yolun tümü veya bir şeridi için verilebilir. $k=N/X$ olarak ifade edilir. Burada X ile ifade edilen yol uzunluğunun değeridir.

Trafik akımı hızı: Trafikteki taşıtların tek tek değil fakat oluşturdukları akımın birim zamanda aldığı yoldur. $u=X/T$ şeklinde ifade edilir.

3.4.1 Trafik akım denklemleri

Araçsal değişkenler (takip aralığı, aralık ve araç hızları) ile akımsal değişkenler (akım, yoğunluk, ve ortalama hız) zaman-mesafe grafiği ile gösterilebilir. Şekil 3.1'de zaman-mesafe grafiği görülmektedir.



Şekil 3. 1 : Zaman-mesafe grafiği: üniform akım

Şekil 3.1’de araç hızları sabit olduğu için her bir aracın zaman mesafe çizimi doğru şeklinde olacaktır. Bu doğrusal olarak değişen eğrilerin diferansiyeli eğimi vermektedir. Bu eğim;

$$\text{Eğim} = \frac{\partial x}{\partial t} = v_i \text{ şeklinde ifade edilir.} \quad (3.1)$$

Yatay A-A çizgisi birçok noktada zaman–mesafe grafiğini kesmekte ve yatay düzlem boyunca araçlar arasındaki zaman farklarını ve aralığı (headway) vermektedir. Düşey olarak çizilen B-B çizgisi o andaki geçerli koşulları temsil etmektedir. Ardı ardına gözlem noktasından geçen araçların arasındaki mesafe ise takip aralığını göstermektedir. Gözlem kesitinden geçen araç sayısı ne kadar az ise (T süresince) yolun yoğunluğu da o kadar azdır.

Takip aralığı ve yoğunluk arasındaki ilişki:

$$d = \frac{1}{k} \quad (3.2)$$

Bu formülde d , herhangi bir yol kesitinde taşıtlar arası sabit takip aralığını ifade etmektedir. Yol kenarında sabit bir noktada bir gözlemcinin olduğunu düşünelim. Araçlar gözlemcinin bulunduğu noktadan zaman aralıkları içerisinde birbiri ardına geçmesi araçlar arasındaki aralık “ h ” olarak tanımlanmaktadır. Bu aralık basit olarak sabit takip aralığının işletim hızına bölünmesi ile elde edilmektedir.

Aralığın, sabit takip aralığı ve işletme hızı ile ilişki:

$$h = \frac{d}{v} \quad (3.3)$$

Aralık ve hacim arasındaki ilişki:

$$h = \frac{1}{q} \quad (3.4)$$

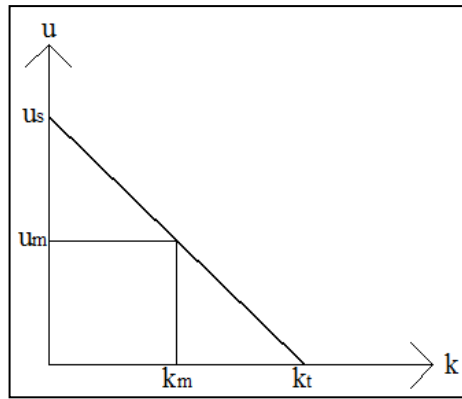
Denklem (3.3)’de bulunan parametrelere, denklem (3.2) ve (3.4) ilişkisini yazacak olursak;

$$q = u.k \quad (3.5)$$

olan temel denklem ortaya çıkmaktadır. Bu denklem üç temel değişken (akım, ortalama hız, ve yoğunluk) arasındaki ilişkiyi tanımlayacaktır. Bu değişkenlerin birbirleri ile olan ilişkileri aşağıda görülmektedir.

u-k diyagramı :

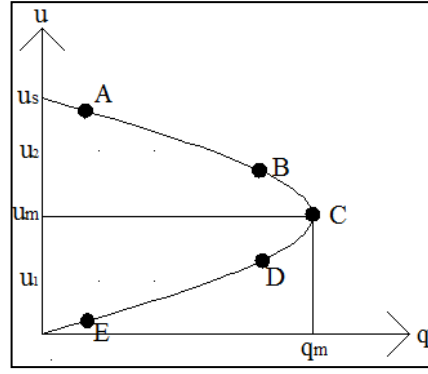
Şekil 3.2’de görüldüğü gibi k ’yı apsiste ve u ’yu ordinatta gösterirsek, görüldüğü gibi hız ve yoğunluk arasındaki ilişki doğrusal olarak azalmaktadır. Başlangıçta yolda çok az taşıt bulunduğundan yani taşıtların birbirine etkisi çok az olduğundan sürücüler yüksek hız yapabilirler. Buna serbest hız (u_s) denir. Yoldaki taşıt sayısı artış gösterdikçe taşıtların birbirine etkisi de arttığından hız düşmeye başlar. Taşıtların hızları bu durumda zaman zaman sıfıra yakın olur ve akım duruyor gibi görünür. Bu nokta tıkanıklık yoğunluğudur (k_t). Kapasitedeki yoğunluk değeri k_m ’de elde edilen hız u_m ’dir.



Şekil 3. 2 : Hız –yoğunluk ilişkisi

u-q diyagramı :

Şekil 3.3’ de görüldüğü gibi eğrinin **AB** bölgesi serbest hızın korunabildiği serbest akım durumunu gösterir. Yoldaki trafik akımı arttıkça hız azalacaktır. Hızdaki bu azalma kapasite değerine (q_m) kadar devam eder. Kapasite değerinin bir miktar altında ve üstündeki hızlarda (**BD** bölgesinde) trafik akımı kararsızdır. Trafik kapasitenin üzerine çıktığında zorlamalı akım oluşmaya başlar. Bu durumda ise dur kalklar çok fazla sayıdadır ve kuyruklar oluşur (**DE** bölgesi). **E**’ye yaklaşıldıkça trafik tıkanır ve akım durma noktasına gelir.



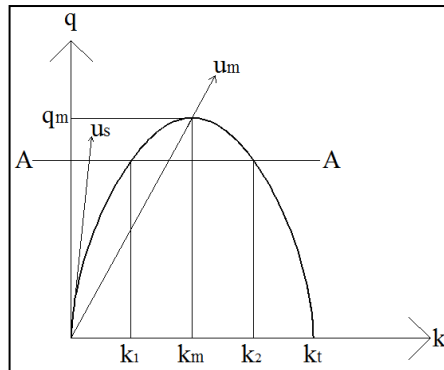
Şekil 3. 3 : Trafik hacmi-hız ilişkisi

q-k diyagramı

Bir yoldaki trafik yoğunluğu arttıkça yoldaki trafik hacmi artar. Bu artış yolun kapasitesine (geçirebileceği maksimum taşıt sayısı q_m 'ye) kadar devam eder. Bu noktadan sonra yoğunluk artmaya devam eder; ancak, trafik akımı azalır ve bu azalma k_t tıkanma yoğunluğuna kadar devam eder. Eğri üzerindeki herhangi bir noktayı başlangıca birleştiren doğrunun eğimi bu noktadaki trafik akımının hızını verir. Başlangıç noktasındaki teğetin eğimi serbest hızdır (u_s). (q_m, k_m) noktasından geçen doğrunun eğimi kapasiteye ulaşılması durumunda, yoldaki akımın hızıdır (u_m). Kapasitedeki yoğunluk (k_m)'den sonra trafik akımında tıkanmalar gözlenmeye başlanır.

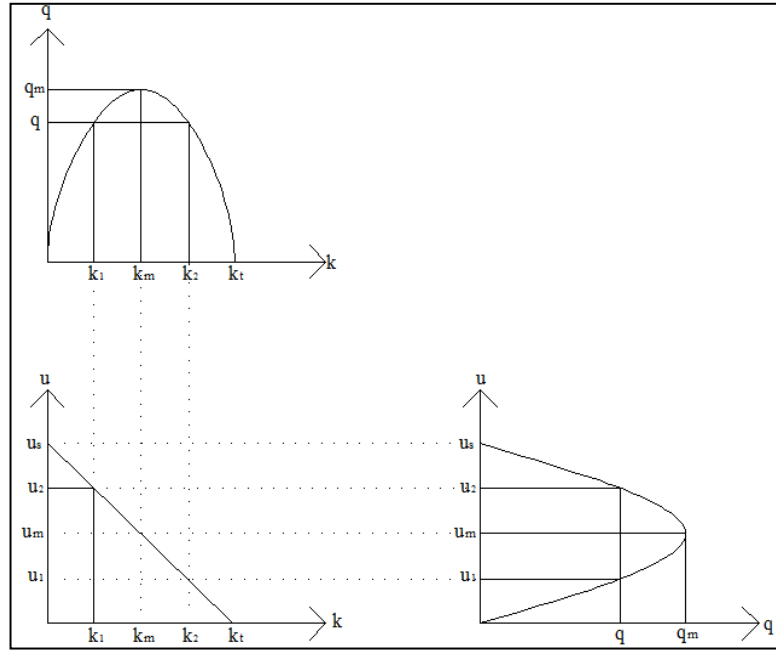
Şekil 3.4'de yatay olarak çizilen A-A eğrisi q-k eğrisini iki noktada keser. Bu noktalarda trafik akımı aynı olmasına rağmen, trafik yoğunluğu farklı olacaktır. Bunlar: (k_1) noktası serbest akım koşullarına yakın olan trafik akımını; (k_2) noktası ise daha fazla trafik tıkanıklığı durumunu gösterir.

Şekil 3.4'deki O noktasından hacim – yoğunluk eğrisini kesen bir noktaya teğet çizilirse o noktadaki trafik akımının hızını gösterir.



Şekil 3. 4 : Trafik hacmi-yoğunluk ilişkisi

Diyagramlar arası ilişki Şekil 3.5'de görülmektedir.



Şekil 3. 5 : Trafik akım diyagramları arasındaki ilişki

Bu bölümde kentiçi toplu taşıma sistemleri ve özellikleri, kentiçi ulaşımı sağlayan otobüs sistemlerinin girdileri ve çıktıları, kentiçi toplu taşımacılığın düzenlenmesi için yapılması gereken çalışmalar ve trafiğin genel diyagramlarından söz edilmiştir. Trafiğin genel diyagramları hız, hacim ve yoğunluk değerlerini kapsamaktadır. Çalışma kapsamında seçilen bir otobüs hattı üzerinde bu değerler hesaplanarak güzergahın yoğunluğu ve kapasitesi bulunmuş ve aralarındaki ilişki değerlendirilmiştir.

4. KENTİÇİ OTOBÜS GÜZERGAHLARINDAKİ ETÜD ÇALIŞMALARI, SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRMESİ

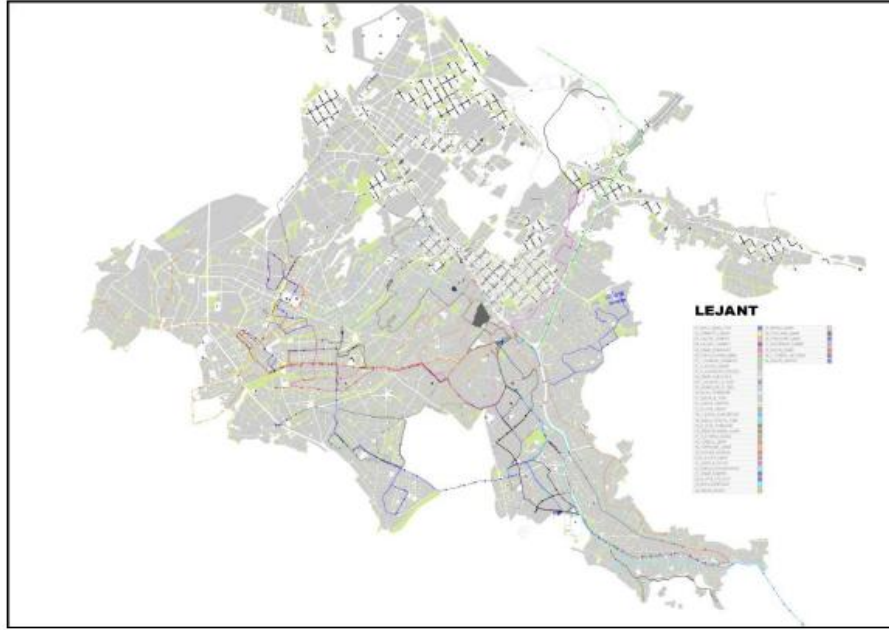
Kentsel ulaşımda hız, güvenlik, ekonomi, konfor ve çevresel etkiler gibi temel kriterler dikkate alınmaktadır. Bu çerçevede, tüm ulaşım sistemlerinin söz konusu kriterlere göre dengeli biçimde organize edilmesi ve yapılacak planlamalar doğrultusunda gelişiminin sağlanması zorunludur. Bu bölümde otobüs güzergahlarında yapılan etüd çalışmaları ile hatlar hakkında veriler toplanmış ve bu veriler kullanılarak hatların ne kadar verimli kullanıldığı ile ilgili açıklayıcı bilgiler sunulmuştur. Kentiçi ulaşımı sağlayan otuzbir otobüs hattı için toplanan veriler; her hattın gidiş ve dönüş yönünde güzergah uzunlukları, güzergahlar üzerinde bulunan durakların sayısı, durakların fiziksel özellikleri ve duraklar arası mesafe uygunluğu, duraklarda inen-binen yolcu sayıları, seyahat süreleri, gecikmeler, ortalama hız ve hat kapasite kullanım oranlarıdır.

Duraklardan otobüslere binen ve inen yolcuların günün değişik saatlerine göre dağılımlarının tayin edilmesi, durakların önem sıralamasını ortaya koymaktadır. Durak bazında yolcu dağılımı ve otobüsün yolcu taşıma değerleri, durakların yoğunluğu ve sefer sayılarının zirve ve zirve dışı saatler için düzenlenmesi gibi bazı çıkarımların yapılmasında kullanılan teknik parametrelerdir. Normal ve akıcı trafik akımının sağlanması için bazı durumlarda durakların kaldırılması veya yerlerinin değiştirilmesi gerekebilir.

4.1 Etüd Çalışmaları

Otobüs güzergahları üzerinde yapılan etüd çalışmaları; sabah, öğle ve akşam zirve saatlerinde günde bir hat olmak üzere, otobüslere binilerek gidiş ve dönüş yönünde ölçümler yapılmıştır. Öncelikle çalışma alanında elde edilen verilerin işlenmesi için hem hat etüdüleri hem de durak etüdüleri için iki ayrı form oluşturulmuştur. Bu formlar Ek A1 ve Ek A2'de verilmiştir. Bu formlarda durak isimleri, otobüslerin hareket yönü, duraklarda bekleme süreleri, seyahat süresi, otobüslerdeki mevcut yolcu sayısı, duraklarda inen ve binen yolcu sayıları, duraklar arası süreler ve durakların fiziksel

özellikleri bulunmaktadır. Denizli ilinde kentiçi toplu taşımayı sağlayan otobüs hatları Şekil 4.1’de görülmektedir.



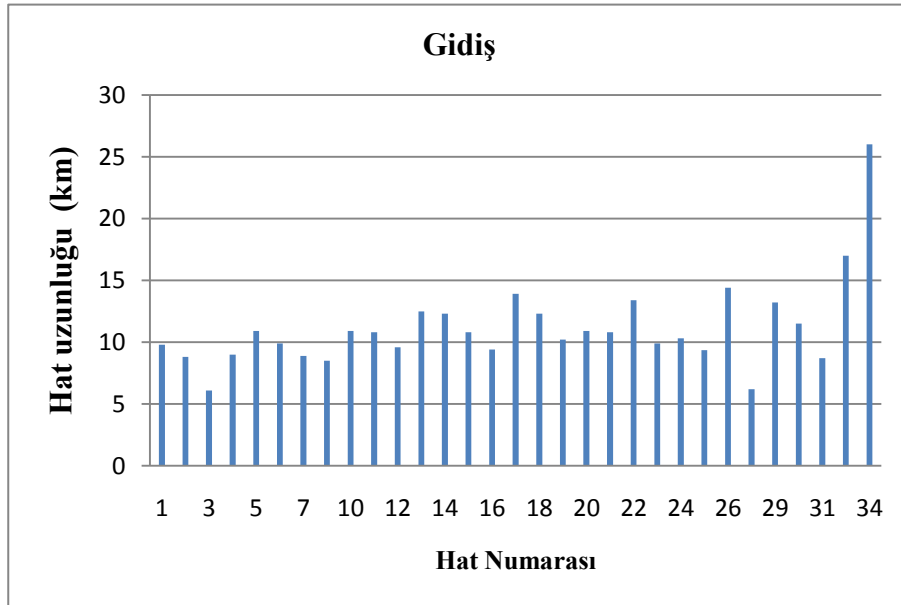
Şekil 4. 1 : Otobüs hatları (Denizli Belediyesi Kentiçi ve Yakın Çevre Ulaşım Ana Planı ve Süreç Yönetimi, 2010)

Denizli kentinde kentiçi toplu taşıma hizmet veren üç farklı kapasiteye (19-26-36 kişilik) sahip otobüs kullanılmaktadır. Yapılan etüd çalışmalarında mevcut otobüs hatlarının gidiş ve dönüş güzergahlarının ayrı ayrı uzunluğu ölçülmüş, mevcut durak sayıları ve fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Bu hatlar üzerindeki mevcut her durakta inen ve binen yolcular sayılmış, duraklar arası ve duraklarda bekleme süreleri ölçülerek toplam seyahat süresi hesaplanmıştır. Ölçülen hat uzunluğu ve hesaplanan toplam seyahat süresi kullanılarak, otobüslerin güzergahları üzerinde gidiş ve dönüş yönünde ortalama hızları hesaplanmıştır. Etüd çalışması yapılan hatlar aşağıda verilmiştir;

- 1 Numaralı Hat (Öğretmen evi – TOKİ),
- 2 Numaralı Hat (B.Yeri – Kiremitçi),
- 3 Numaralı Hat (B.Yeri – Kampus),
- 4 Numaralı Hat (Öğretmen evi – Kalp Merkezi),
- 5 Numaralı Hat (Öğretmen evi – Eskihisar),
- 6 Numaralı Hat (Öğretmen evi – Kayhan),
- 7 Numaralı Hat (Öğretmen evi – Karakova),
- 8 Numaralı Hat (Çınar – Karşıyaka),
- 10 Numaralı Hat (B.Yeri – Yenişehir),

- 11 Numaralı Hat (B.Yeri – Üçler),
- 12 Numaralı Hat (Özel İdare – Kampüs),
- 13 Numaralı Hat (B.Yeri – Servergazi Hastanesi),
- 14 Numaralı Hat (E. Garaj – Gökpınar),
- 15 Numaralı Hat (Şirinköy – B.Yeri),
- 16 Numaralı Hat (Özel İdare – Kampus),
- 17 Numaralı Hat (E. Garaj – Üçler),
- 18 Numaralı Hat (B.Yeri – 1200 Evler),
- 19 Numaralı Hat (E. Garaj – Gökpınar),
- 20 Numaralı Hat (B.Yeri – Yenişehir),
- 21 Numaralı Hat (B.Yeri – Servergazi Hastanesi),
- 22 Numaralı Hat (E. Garaj – Gökpınar),
- 23 Numaralı Hat (E. Garaj – Kampüs),
- 24 Numaralı Hat (B.Yeri – Yeşilköy),
- 25 Numaralı Hat (Ö. İdare – Kampus),
- 26 Numaralı Hat (E. Garaj – Üçler),
- 27 Numaralı Hat (B.Yeri – MESKA),
- 29 Numaralı Hat (1200 Evler – B.Yeri),
- 30 Numaralı Hat (B.Yeri – Yenişehir),
- 31 Numaralı Hat (Özel İdare – Kampus),
- 33 Numaralı Hat (B.Yeri – Üçler),
- 34 Numaralı Hat (Üçler – Kampus).

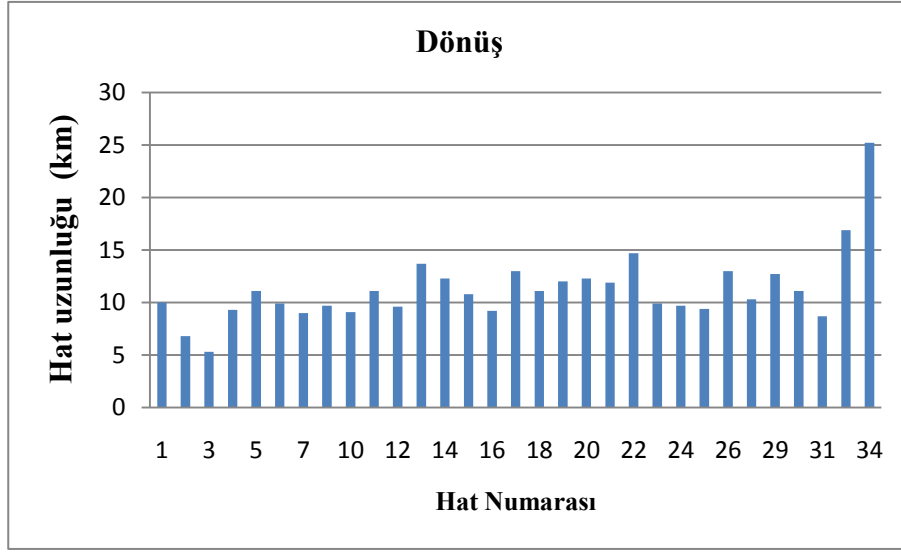
Otobüslerin gidiş - dönüş güzergahları yönünde yapılan etüder sonucunda ölçülen hat uzunlukları Şekil 4.2 ve Şekil 4.3’de görülmektedir.



Şekil 4. 2 : Denizli kentiçi otobüs hatlarının gidiş yönü uzunlukları

Şekil 4.2’de görüldüğü üzere en uzun hat 26 km uzunluğunda 34 numaralı hat olan Üçler - Server Gazi Hast.- Yenişehir - Kampüs güzergahı, en kısa hat ise 6,1 km

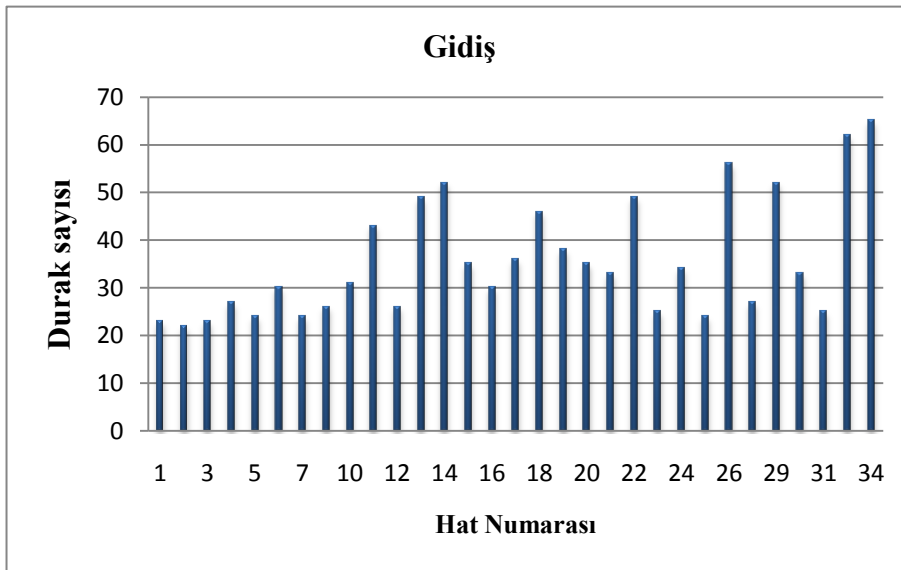
uzunluğunda 3 nolu hat olan B.Yeri.- Saltak Cad.- Kıbrıs Şehitler.- Demokrasi Meyd.- Kampüs güzergahıdır.



Şekil 4. 3 : Denizli kentiçi otobüs hatlarının dönüş yönü uzunlukları

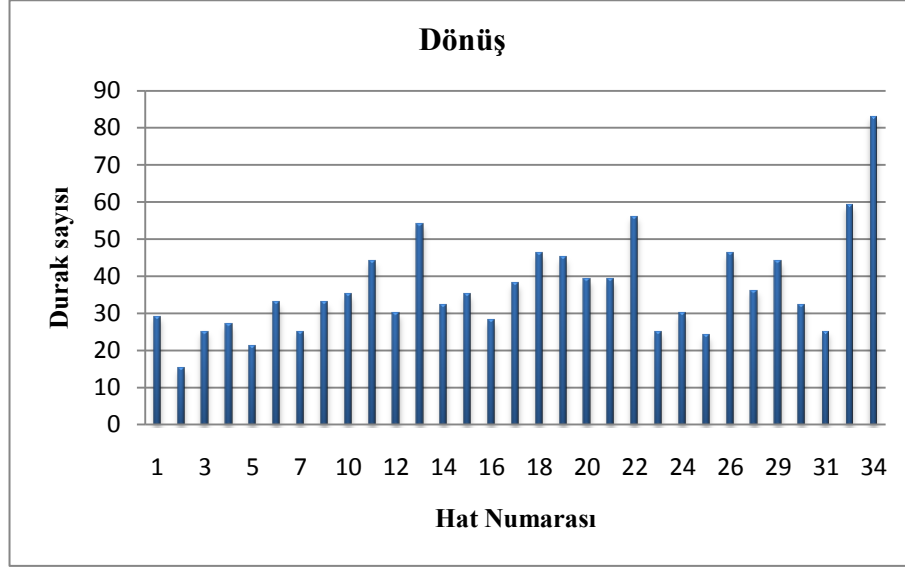
Şekil 4.3’de görüldüğü üzere en uzun hat 25,2 km uzunluğunda 34 numaralı hat olan Üçler - Server Gazi Hast. – Yenişehir - Kampüs güzergahı, en kısa hat ise 5,3 km uzunluğunda 3 numaralı hat olan B.Yeri.- Saltak Cad.- Kıbrıs Şehitler.- Demokrasi Meyd.- Kampüs güzergahıdır.

Otobüslerin gidiş - dönüş güzergahları yönünde yapılan etüdler sonucunda her hatta belirlenen durak sayıları Şekil 4.4 ve Şekil 4.5’de görülmektedir.



Şekil 4. 4 : Denizli kentiçi otobüs hatları üzerinde gidiş yönünde bulunan durak sayıları

Şekil 4.4’de görüldüğü üzere 65 durak ile en fazla durağa sahip hat 34 numaralı Üçler - Server Gazi Hast. - Yenişehir - Kampüs güzergahı, 22 durak ile en az durağa sahip hat 2 numaralı B.Yeri – Kiremitçi - Çınar güzergahıdır.



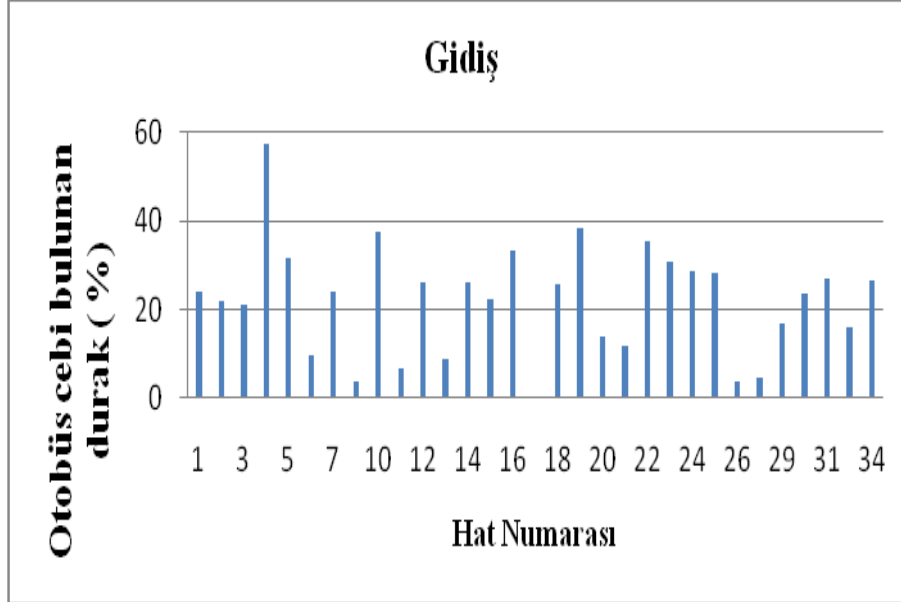
Şekil 4. 5 : Denizli kentiçi otobüs hatları üzerinde dönüş yönünde bulunan durak sayıları

Şekil 4.5’de görüldüğü üzere 83 durak ile en fazla durağa sahip hat 34 numaralı Üçler - Server Gazi Hast. - Yenişehir - Kampüs güzergahı, 15 durak ile en az durağa sahip hat 2 numaralı B.Yeri – Kiremitçi - Çınar güzergahıdır.

Şekil 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5’de görüldüğü gibi en fazla güzergah uzunluğuna sahip olan hat üzerinde durak sayısının da fazla olduğu görülmektedir. Hat uzunluğunun fazla olması daha çok zona ulaşımı sağlamaktadır, fakat durak sayısındaki artış erişilebilirlik açısından uygun olmakla beraber her durakta yolcu iniş ve binış anında duraklamaların fazla olması sebebiyle gecikmeler artmakta ve seyahat süresi uzamaktadır. Özellikle uzun güzergahlarda artan seyahat süresi insanları kalabalık otobüsler içerisinde sıkılmaktadır. Bu durum insanları toplu taşıma sistemleri kullanarak yapılan seyahatlerden uzaklaşmasına neden olan en önemli faktördür. Bu nedenle uzun güzergahlar üzerinde erişilebilirliği kolay aktarma hatları oluşturulmalıdır.

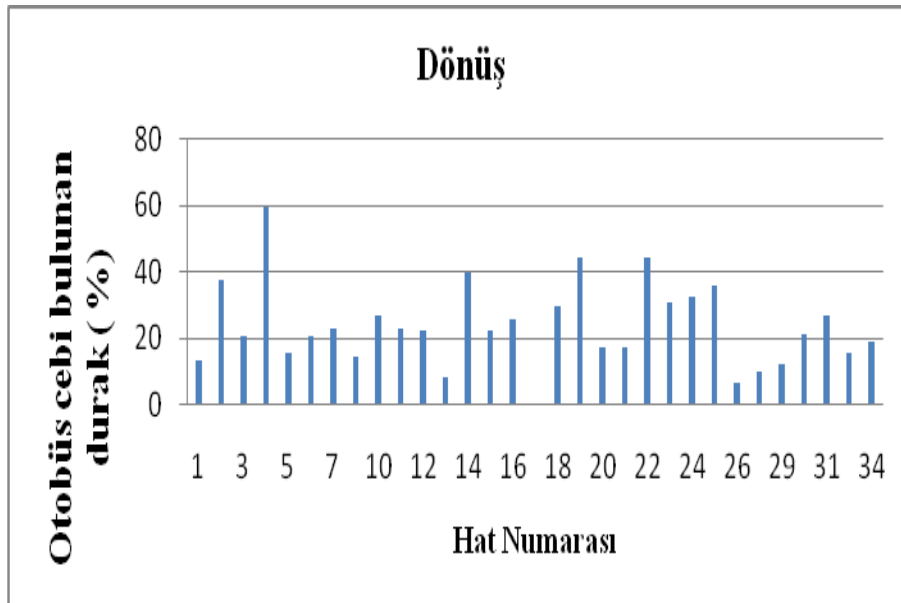
Otobüs cepleri, toplu taşıma sistemleri için güvenlik ve konfor kriterleri açısından önemlidir. Duraklarda cep sayısının fazla olması, duraklarda yolcuların otobüslere iniş ve binış anında meydana gelen beklemeler nedeniyle oluşan trafik sıkışıklığını engellemektedir.

Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’de Denizli kentinde yapılan etüd çalışmaları sonucunda belirlenen, otobüslerin mevcut gidiş – dönüş güzergahları için güvenlik ve konfor kriterinden biri olan otobüs cep yüzdeleri verilmiştir.



Şekil 4. 6 : Denizli kentiçi otobüs hatları üzerinde gidiş yönünde otobüs cebi bulunan durak yüzdesi

Şekil 4.6’da 4 numaralı Kayalık Cad.- Pelitlibağ - İnönü Cad.- Kampüs güzergahının % 57 oranla en fazla cep yüzdesine sahip olduğu, 17 numaralı 1200 Evler - Hacı Eyüplü – Kipa - Garaj güzergahında otobüs cebinin bulunmadığı görülmektedir.

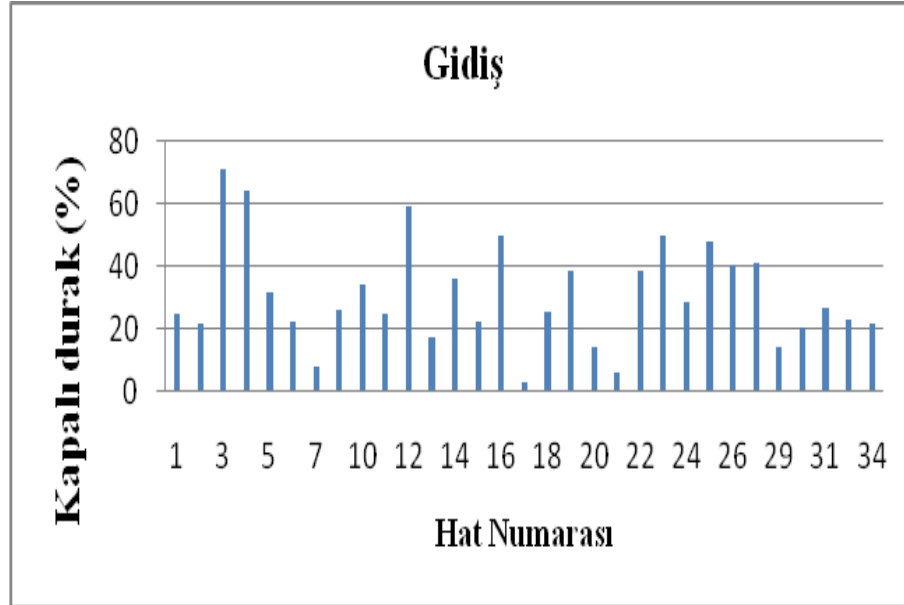


Şekil 4. 7 : Denizli kentiçi otobüs hatları üzerinde dönüş yönünde otobüs cebi bulunan durak yüzdesi

Şekil 4.7’de 4 numaralı Kayalık Cad.- Pelitlibağ - İnönü Cad.- Kampüs güzergahının % 59 oranla en fazla cep yüzdesine sahip olduğu, 17 numaralı 1200 Evler - Hacı Eyüplü – Kipa - Garaj güzergahında otobüs cebinin bulunmadığı görülmektedir.

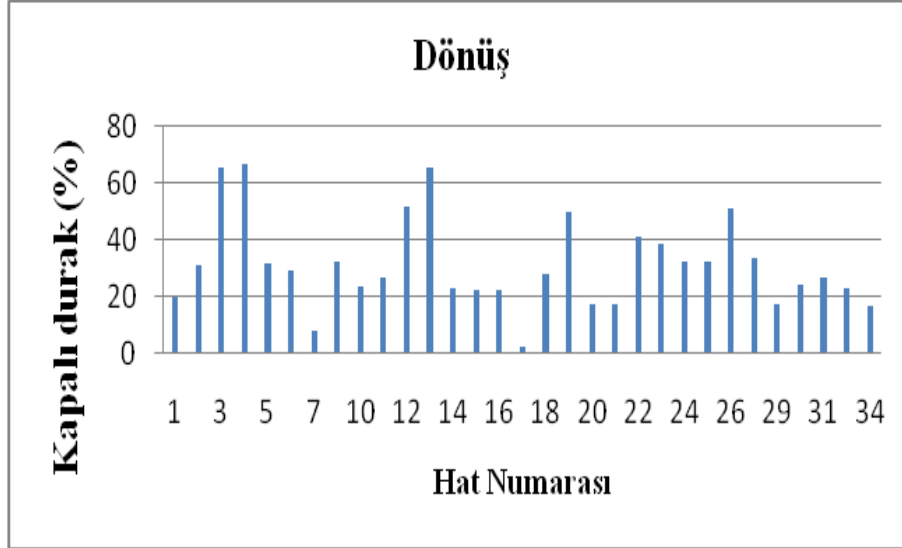
Kötü hava şartlarında duraklarda bekleyen yolcuların korunmalarını sağlayan kapalı duraklar, kentiçi ulaşımında konforu arttırmakta ve yolcuları otobüs kullanımına teşvik etmektedir. Şayet otobüs hattında bulunan duraklar için konfor kriterleri sağlamaz ise kötü hava şartlarında yolcular durakta beklemeyecek, en kısa sürede ulaşabilecekleri toplu taşıma aracına hareket edeceklerdir.

Şekil 4.8 ve Şekil 4.9’da Denizli kentinde yapılan etüd çalışmaları sonucunda otobüslerin mevcut gidiş – dönüş güzergahları için belirlenen konfor kriterinden biri olan kapalı durak yüzdeleri verilmiştir.



Şekil 4. 8 : Denizli kentiçi otobüs hatları üzerinde gidiş yönünde bulunan kapalı durak yüzdesi

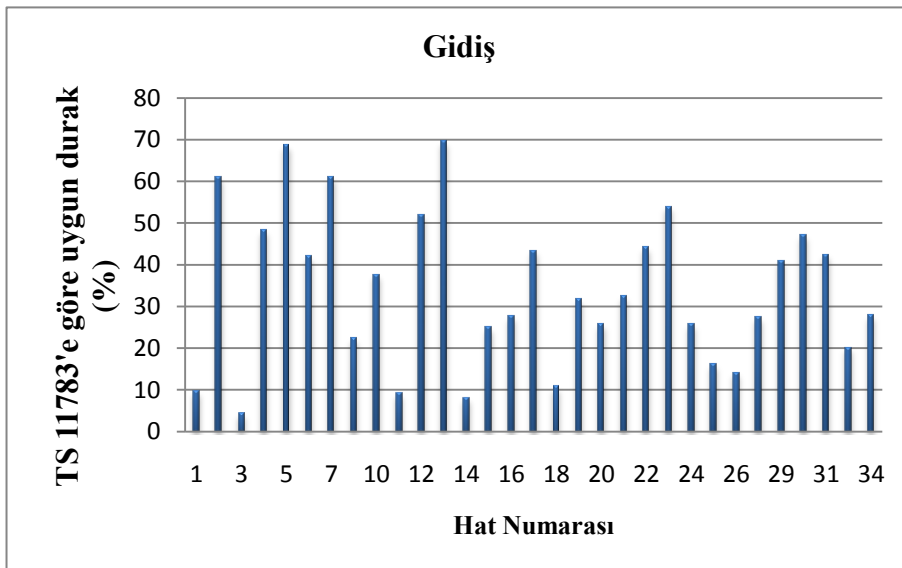
Şekil 4.8’de 3 numaralı hat olan B.Yeri-Saltak Cad. - Kıbrıs Şehitler - Demokrasi Meyd. - Kampüs güzergahının %71 oranla en fazla kapalı durak yüzdesine sahip olduğu, 17 numaralı hat olan 1200 Evler - Hacı Eyüplü – Kipa - B.Yeri - Garaj güzergahının da % 3 oranla en az kapalı durak yüzdesine sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 4. 9 : Denizli kentiçi otobüs hatları üzerinde dönüş yönünde bulunan kapalı durak yüzdesi

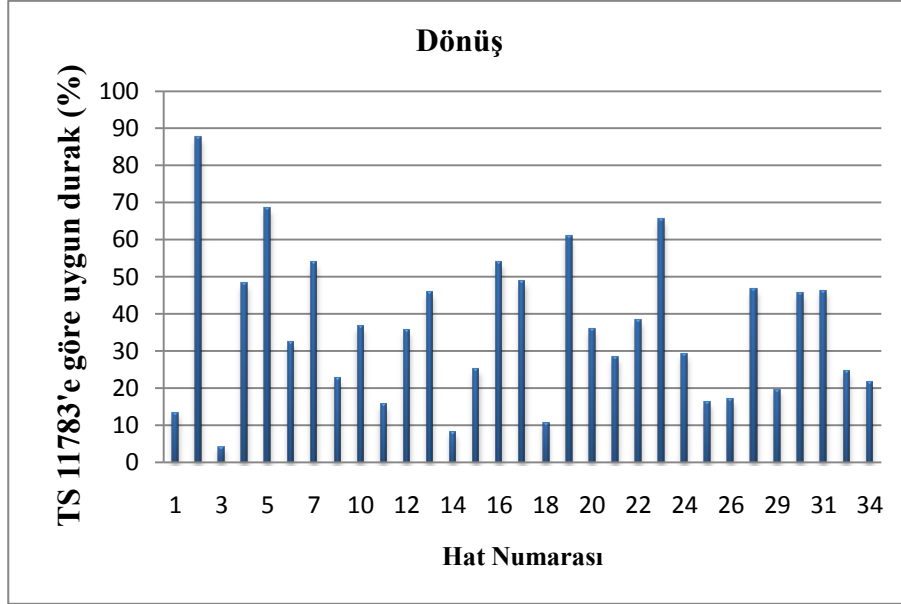
Şekil 4.9’da 4 numaralı hat olan Kayalık Cad. – Pelitlipağ - İnönü Cad – Kampüs güzergahının % 67 oranla en fazla kapalı durak yüzdesine sahip olduğu, 17 numaralı hat olan 1200 Evler - Hacı Eyüplü – Kipa - B.Yeri - Garaj güzergahının da % 3 oranla en az kapalı durak yüzdesine sahip olduğu görülmektedir.

Ele alınan otuz bir hat için duraklar arası mesafelerin TS11783’de belirtilen 300 m’nin altında kalan mesafelerin standarda uygun olmadığı kabul edililerek otobüslerin gidiş - dönüş güzergahları üzerindeki mevcut durakların değerlendirilmesi Şekil 4.10 ve Şekil 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4. 10 : Denizli kentiçi otobüs hatları üzerinde gidiş yönünde bulunan TS 11783’e göre uygun durak yüzdeleri

Şekil 4.10'da 13 numaralı hat olan B.Yeri - Bakırlı - Meska - Barbaros Cad. - S.Gazi Hast. güzergahının % 70 oranla TS11783'de göre en fazla uygun durak yüzdesine sahip olduğu, % 4 oranla 3 numaralı hat olan B.Yeri - Saltak Cad. - Kıbrıs Şehitler - Demokrasi Meyd. - Kampüs güzergahının TS11783'de göre en az uygun durağa sahip olduğu görülmektedir.

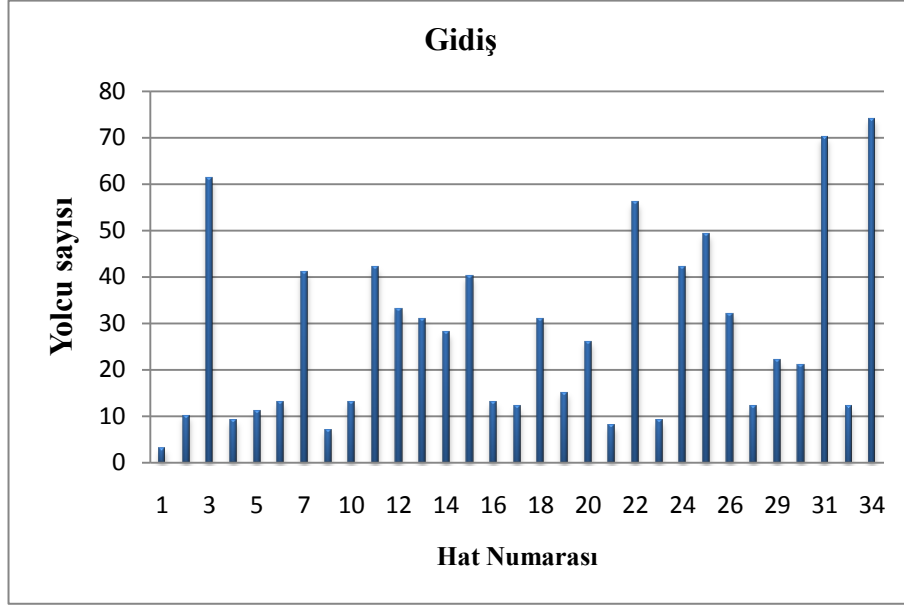


Şekil 4. 11 : Denizli kentiçi otobüs hatları üzerinde dönüş yönünde bulunan TS 11783'e göre uygun durak yüzdeleri

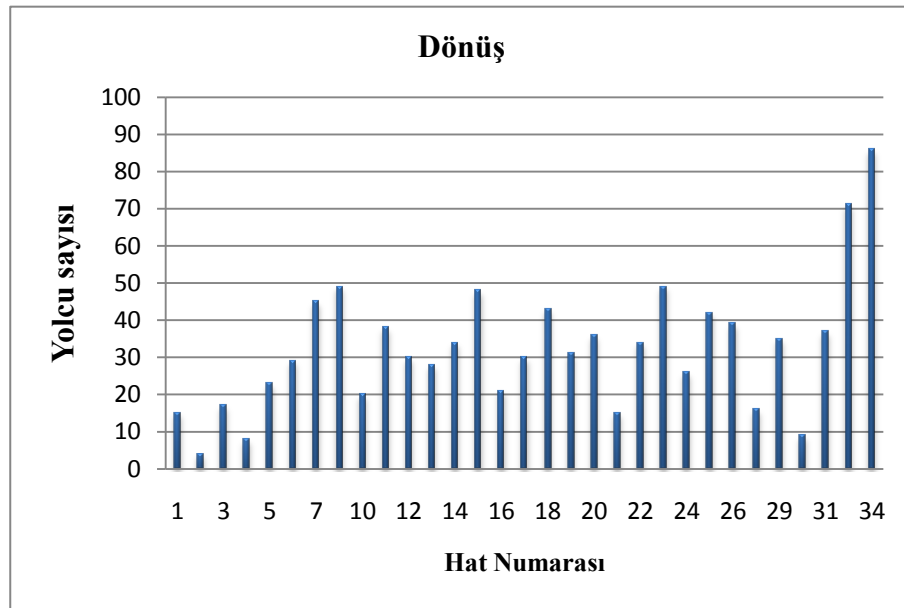
Şekil 4.11'de 2 numaralı B.Yeri – Kiremitçi - Çınar güzergahı % 88 oranla TS11783'de göre en fazla uygun durak yüzdesine sahip olduğu, % 4 oranla 3 numaralı hat olan B.Yeri - Saltak Cad. - Kıbrıs Şehitler - Demokrasi Meyd. - Kampüs güzergahının TS11783'de göre en az uygun durak yüzdesine sahip olduğu görülmektedir.

Duraklar arası mesafeleri standartlara uygun hale getirmek için her bir hattın güzergahı ayrı ayrı değerlendirilmeli, etüdler sonucunda telebin yüksek olduğu bölgelere duraklar standartlara uygun mesafede yerleştirilmeli ve kullanılmayan duraklar kaldırılmalıdır.

Otobüslerin 07.00 - 08.00 saatleri arasında gidiş - dönüş güzergahı yönünde yapılan etüdler sonucunda ölçülen yolcu sayıları Şekil 4.12 ve Şekil 4.13'de verilmiştir.

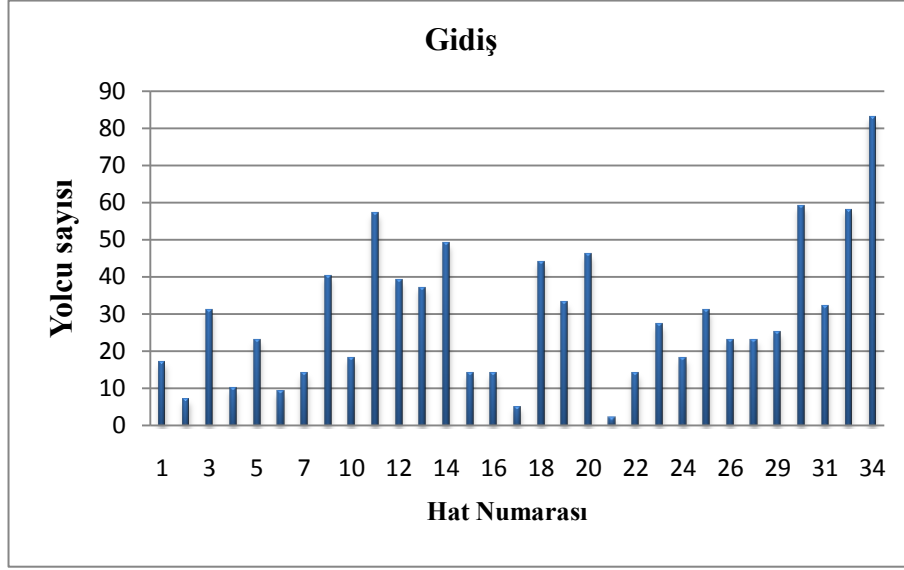


Şekil 4. 12 : Otobüs hatları üzerinde sabah gidiş yönünde taşınan yolcu sayıları 07.00 - 08.00 saatleri arasında otobüslerin gidiş güzergahlarında yapılan etüd çalışmaları sonucunda, Şekil 4.13’de görüldüğü üzere 74 yolcu ile en fazla yolcu 34 numaralı hatta, 3 yolcu ile en az yolcu 1 numaralı hatta taşınmıştır.



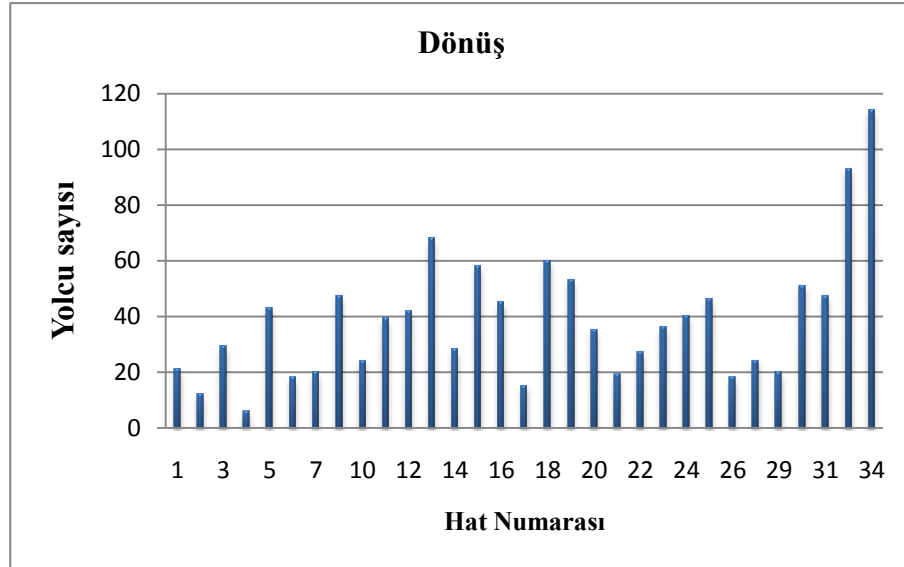
Şekil 4. 13 : Otobüs hatları üzerinde sabah dönüş yönünde taşınan yolcu sayıları 07.00 - 08.00 saatleri arasında otobüslerin dönüş güzergahlarında yapılan etüd çalışmaları sonucunda, Şekil 4.13’de görüldüğü üzere 86 yolcu ile en fazla yolcu 34 numaralı hatta, 4 yolcu ile en az yolcu 2 numaralı hatta taşınmıştır.

Otobüslerin 12.00 - 13.00 saatleri arasında gidiş - dönüş güzergahı yönünde yapılan etüdler sonucunda ölçülen yolcu sayıları Şekil 4.14 ve Şekil 4.15’de görülmektedir.



Şekil 4. 14 : Otobüs hatları üzerinde öğlen gidiş yönünde taşınan yolcu sayıları

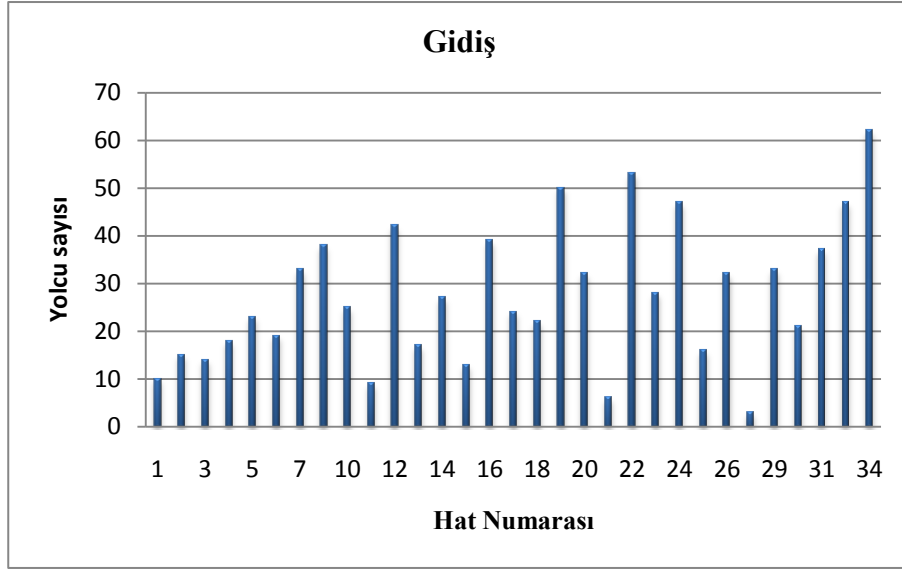
12.00-13.00 saatleri arasında otobüslerin gidiş güzergahlarında yapılan etüd çalışmaları sonucunda, Şekil 4.14’de görüldüğü üzere 83 yolcu ile en fazla yolcu 34 numaralı hatta, 2 yolcu ile en az yolcu 21 numaralı hatta taşınmıştır.



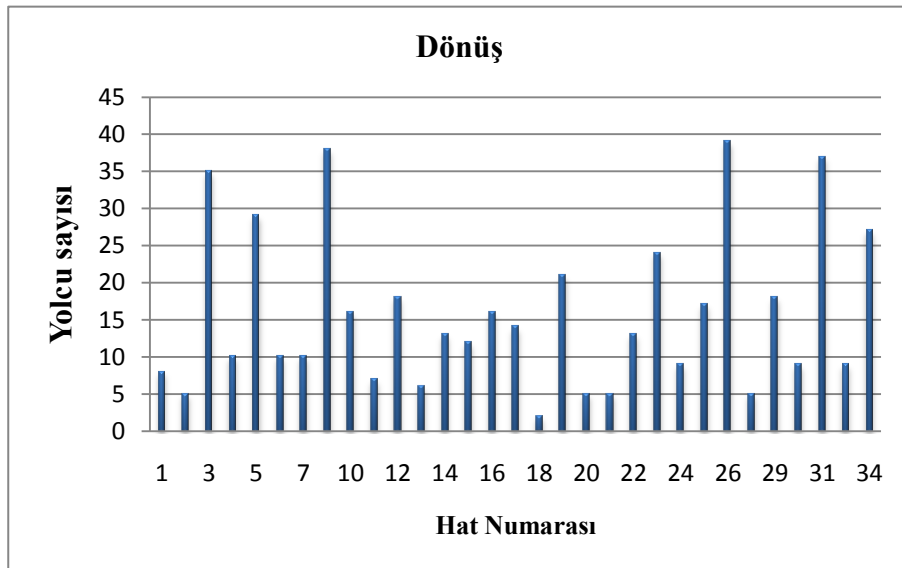
Şekil 4. 15 : Otobüs hatları üzerinde öğlen dönüş yönünde taşınan yolcu sayıları

12.00-13.00 saatleri arasında otobüslerin gidiş güzergahlarında yapılan etüd çalışmaları sonucunda, Şekil 4.15’de görüldüğü üzere 114 yolcu ile en fazla yolcu 34 numaralı hatta, 6 yolcu ile en az yolcu 4 numaralı hatta taşınmıştır.

Otobüslerin 17.00 - 18.00 saatleri arasında gidiş - dönüş güzergahı yönünde yapılan etüdler sonucunda ölçülen yolcu sayıları Şekil 4.16 ve Şekil 4.17’de görülmektedir.



Şekil 4. 16 : Otobüs hatları üzerinde akşam gidiş yönünde taşınan yolcu sayıları 17.00-18.00 saatleri arasında otobüslerin gidiş güzergahlarında yapılan etüd çalışmaları sonucunda, Şekil 4.16’da görüldüğü üzere 62 yolcu ile en fazla yolcu 34 numaralı hatta, 3 yolcu ile en az yolcu 27 numaralı hatta taşınmıştır.

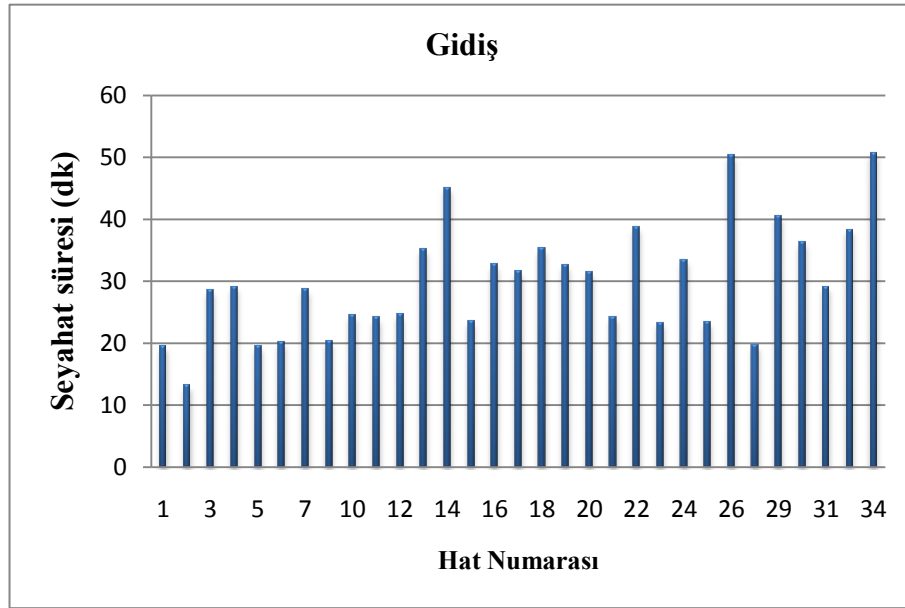


Şekil 4. 17 : Otobüs hatları üzerinde akşam dönüş yönünde taşınan yolcu sayıları 17.00-18.00 saatleri arasında otobüslerin gidiş güzergahlarında yapılan etüd çalışmaları sonucunda, Şekil 4.17’de görüldüğü üzere 39 yolcu ile en fazla yolcu 26 numaralı hatta, 2 yolcu ile en az yolcu 18 numaralı hatta taşınmıştır.

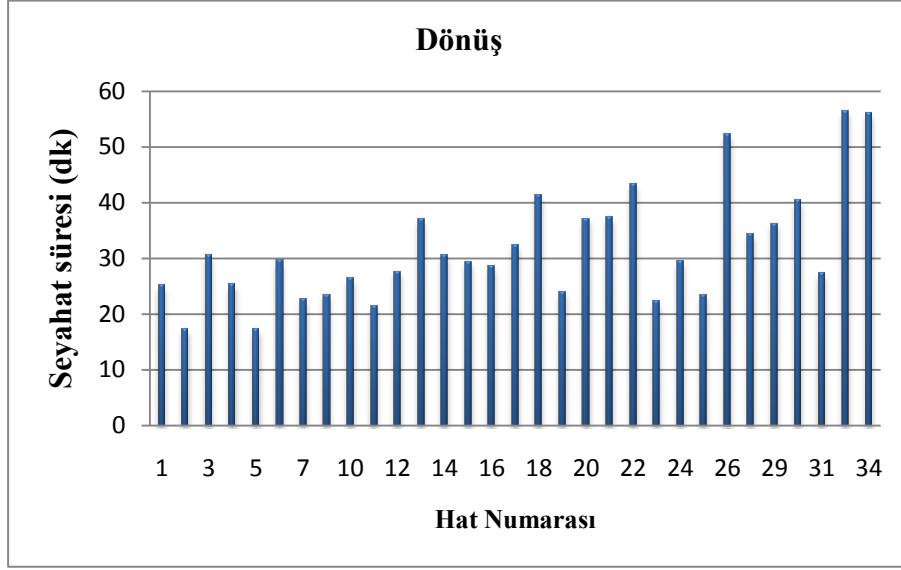
34 nolu hat üzerinde bulunan Servergazi ve Yenişehir bölgeleri, Denizli’de yeni gelişmekte olan yerleşim alanlarıdır ve bu bölgelerde nüfus hızla artmaktadır. Artan nüfusla beraber bu bölgelerden özellikle Kampüs yönüne yolculuk talebinin fazla olması nedeniyle 34 nolu hat üzerinde yapılan etüd çalışmaları sonucunda bu hattın en fazla yolcu taşıyan güzergah olduğu belirlenmiştir.

Seyahat süresi yolcuların kentiçi yolculuklarda hangi ulaşım aracını kullanacağına karar verme sürecinde en önemli parametredir (Akad ve Gedizlioğlu, 2007). Yapılan etüd çalışmalarında her hat için seyahat süresi ayrı ayrı ölçülmüştür. Bu ölçüm otobüsün yolculuğa başladığı andan itibaren duraklarda, sinyalize kavşaklarda ve trafik sıkışıklığının olduğu yerlerde meydana gelen duraklamalar nedeniyle oluşan gecikmeler de dahil olmak üzere yapılmıştır.

Otobüslerin 07.00 - 08.00 saatleri arasında gidiş - dönüş güzergahı yönünde yapılan etüdlere sonucunda elde edilen seyahat süreleri Şekil 4.18 ve Şekil 4.19’da görülmektedir.

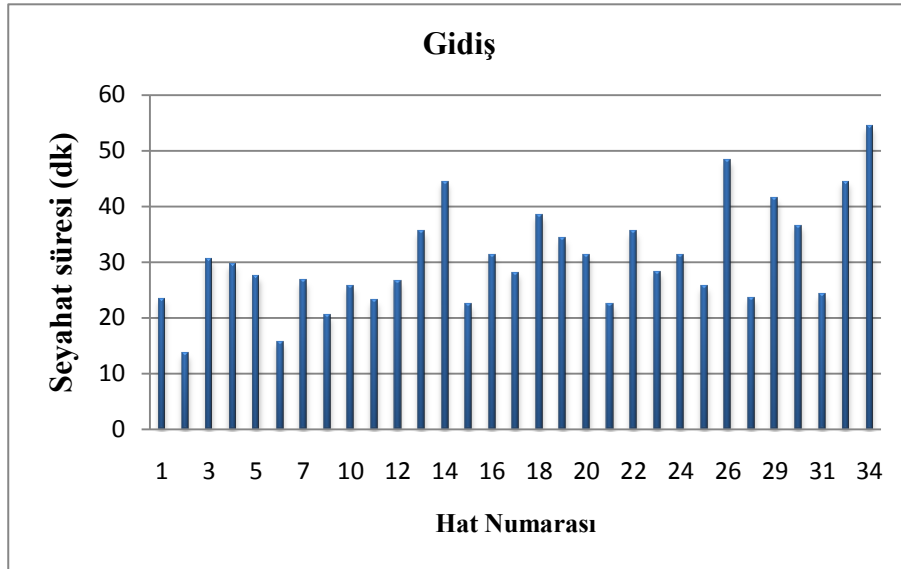


Şekil 4. 18 : Otobüs hatları üzerinde sabah gidiş yönünde ölçülen seyahat süreleri 07.00 - 08.00 saatleri arasında otobüslerin gidiş güzergahlarında yapılan etüd çalışmaları sonucunda, otobüs hatlarını seyahat süreleri açısından karşılaştırdığımızda, Şekil 4.18’de görüldüğü üzere 34 numaralı hat 50,58 dk ile en uzun seyahat süresine, 2 numaralı hat ise 13,13 dk ile en kısa seyahat süresine sahip olan hattır.



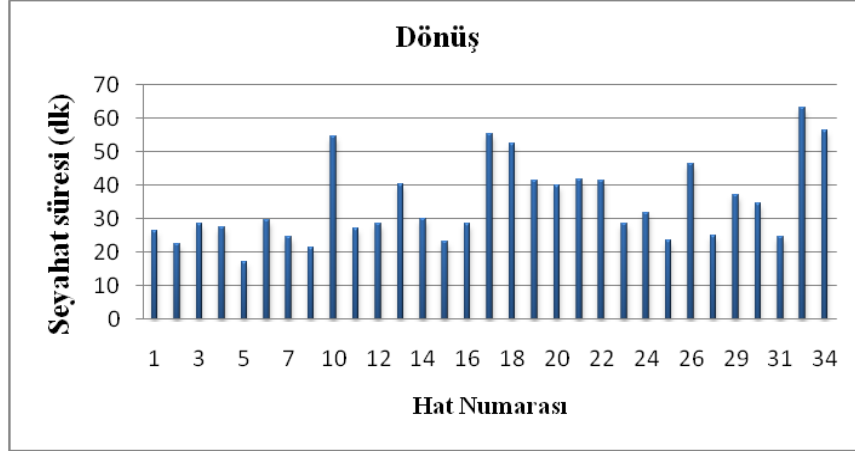
Şekil 4. 19 : Otobüs hatları üzerinde sabah dönüş yönünde ölçülen seyahat süreleri 07.00 - 08.00 saatleri arasında otobüslerin dönüş güzergahlarında yapılan etüd çalışmaları sonucunda, otobüs hatlarını seyahat süreleri açısından karşılaştırdığımızda, Şekil 4.19'da görüldüğü üzere 34 numara hat 56,27 dk ile en uzun seyahat süresine, 2 numaralı hat ise 17,16 dk ile en kısa seyahat süresine sahip olan hattır.

Otobüslerin 12.00 - 13.00 saatleri arasında gidiş - dönüş güzergahı yönünde yapılan etüdlere sonucunda elde edilen parametreler Şekil 4.20 ve Şekil 4.21'de görülmektedir.



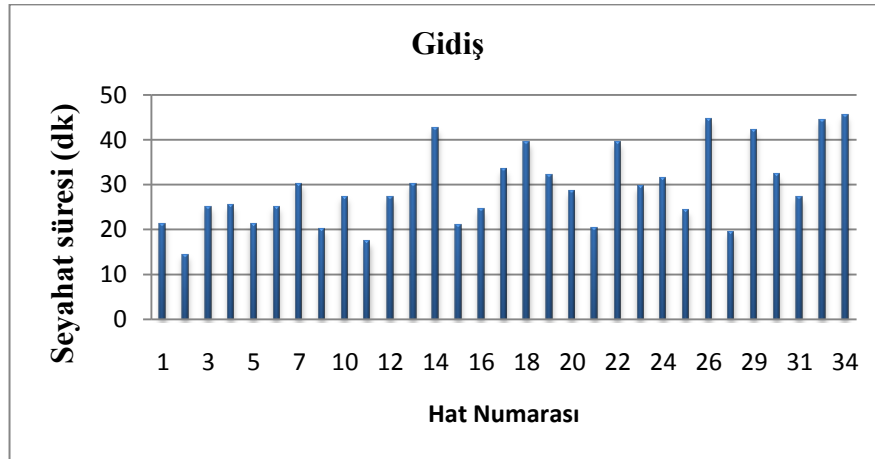
Şekil 4. 20 : Otobüs hatları üzerinde öğlen gidiş yönünde ölçülen seyahat süreleri

12.00-13.00 saatleri arasında otobüslerin gidiş güzergahlarında yapılan etüd çalışmaları sonucunda, otobüs hatlarını seyahat süreleri açısından karşılaştırdığımızda, Şekil 4.20'de görüldüğü üzere 34 numaralı hat 54,30 dk ile en uzun seyahat süresine, 2 numaralı hat ise 13,55 dk ile en kısa seyahat süresine sahip olan hattır.



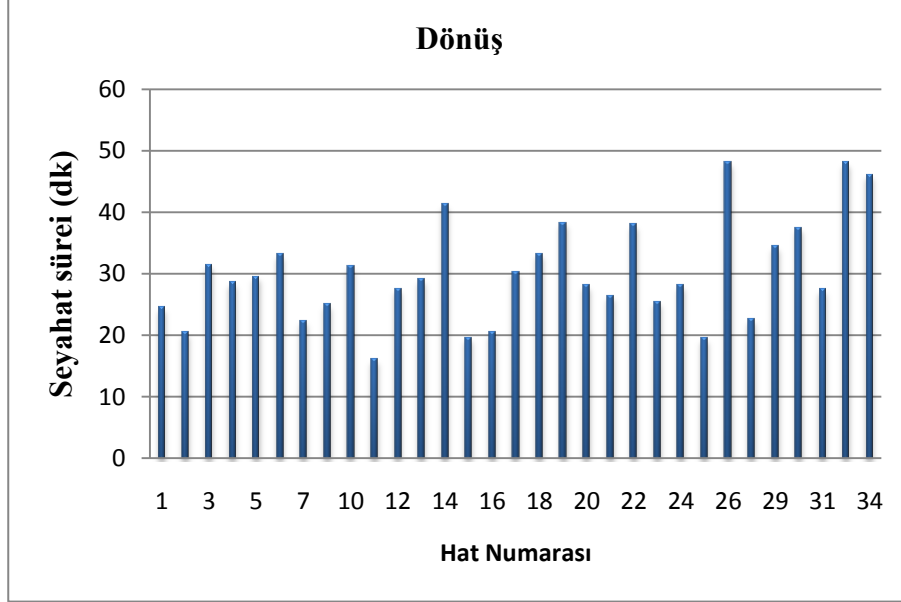
Şekil 4. 21 : Otobüs hatları üzerinde öğlen dönüş yönünde ölçülen seyahat süreleri
12.00-13.00 saatleri arasında otobüslerin dönüş güzergahlarında yapılan etüd çalışmaları sonucunda, otobüs hatlarını seyahat süreleri açısından karşılaştırdığımızda, Şekil 4.21'de görüldüğü üzere 33 numaralı hat 63,00 dk ile en uzun seyahat süresine, 5 numaralı hat ise 17,24 dk ile en kısa seyahat süresine sahip olan hattır.

Otobüslerin 17.00 - 18.00 saatleri arasında gidiş - dönüş güzergahı yönünde yapılan etüdlere sonucunda elde edilen parametreler Şekil 4.22 ve Şekil 4.23'de görülmektedir.



Şekil 4. 22 : Otobüs hatları üzerinde akşam gidiş yönünde ölçülen seyahat süreleri

17.00 - 18.00 saatleri arasında otobüslerin gidiş güzergahlarında yapılan etüd çalışmaları sonucunda, otobüs hatlarını seyahat süreleri açısından karşılaştırdığımızda, Şekil 4.22'de görüldüğü üzere 34 numaralı hat 45,38 dk ile en uzun seyahat süresine, 2 numaralı hat ise 14,41 dk ile en kısa seyahat süresine sahip olan hattır.

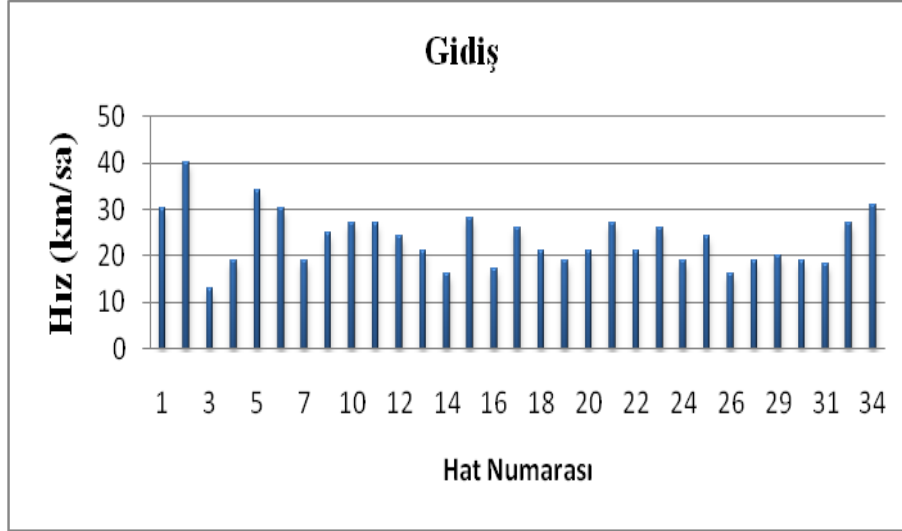


Şekil 4. 23 : Otobüs hatları üzerinde akşam dönüş yönünde ölçülen seyahat süreleri 17.00 - 18.00 saatleri arasında otobüslerin dönüş güzergahlarında yapılan etüd çalışmaları sonucunda, otobüs hatlarını seyahat süreleri açısından karşılaştırdığımızda, Şekil 4.23'de görüldüğü üzere 26 numaralı hat 48,01 dk ile en uzun seyahat süresine, 11 numaralı hat ise 16,08 dk ile en kısa seyahat süresine sahip olan hattır.

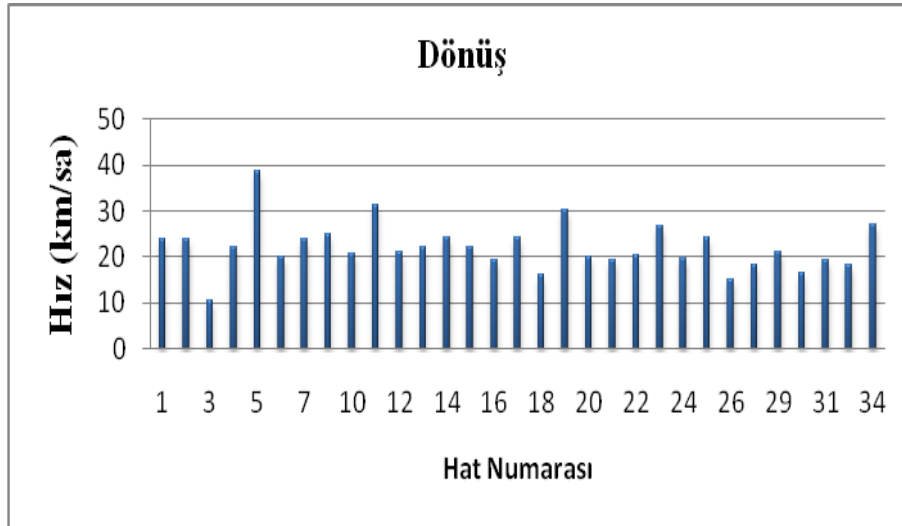
Yapılan etüd çalışmaları sonucunda genel olarak 34 nolu hattın en uzun seyahat süresine sahip olduğu belirlenmiştir. 34 nolu hattın en uzun seyahat süresiye sahip olmasının başlıca nedenleri; en uzun güzergaha, en fazla durak sayısına ve en fazla yolcu taşıyan hat olmasıdır.

Her hattın ortalama hızı, ortalama hızı hesaplanması istenen hat uzunluğunun, o hatta ait seyahat süresine bölünmesi ile bulunmuştur.

Otobüslerin 07.00 - 08.00 saatleri arasında gidiş - dönüş güzergahı yönünde yapılan etüdlere sonucunda her hat için hesaplanan ortalama hızlar Şekil 4.24 ve Şekil 4.25'de görülmektedir.



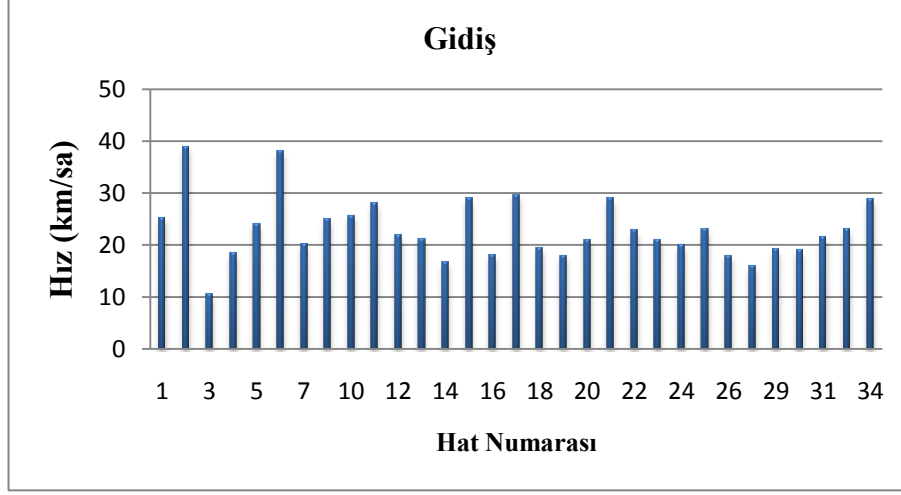
Şekil 4. 24 : Otobüs hatları üzerinde sabah gidiş yönünde hesaplanan ortalama hızlar 07.00 - 08.00 saatleri arasında otobüslerin gidiş güzergahlarında yapılan etüd çalışmaları sonucunda otobüs hatlarını ortalama hızları açısından karşılaştırdığımızda, Şekil 4.24’de görüldüğü üzere 2 numaralı hat 40 km/sa ile en fazla ortalama hıza, 3 numaralı hat ise 13 km/sa ile en az ortalama hıza sahip olan hattır.



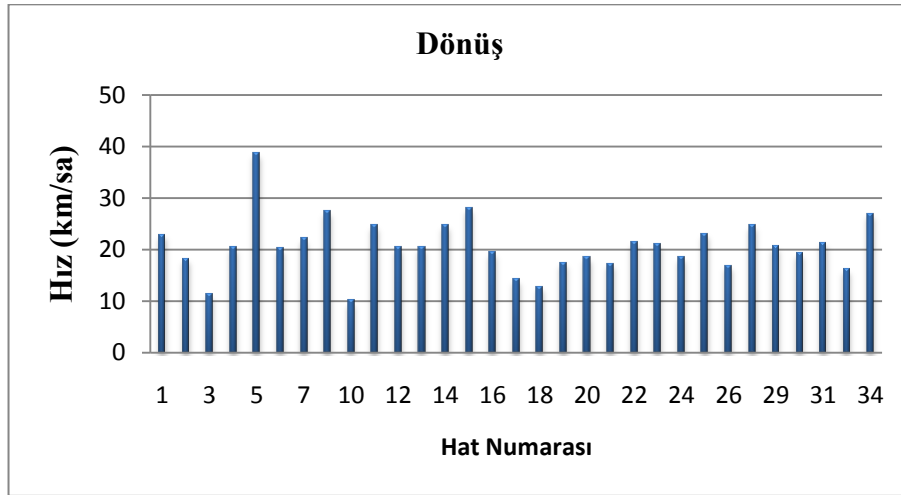
Şekil 4. 25 : Otobüs hatları üzerinde sabah dönüş yönünde hesaplanan ortalama hızlar

07.00 - 08.00 saatleri arasında otobüslerin dönüş güzergahlarında yapılan etüd çalışmaları sonucunda otobüs hatlarını ortalama hızları açısından karşılaştırdığımızda, Şekil 4.25’de görüldüğü üzere 5 numaralı hat 39 km/sa ile en fazla ortalama hıza, 3 numaralı hat ise 10 km/sa ile en en az ortalama hıza sahip olan hattır.

Otobüslerin 12.00 - 13.00 saatleri arasında gidiş - dönüş güzergahı yönünde yapılan etüdler sonucunda her hat için hesaplanan ortalama hızlar Şekil 4.26 ve Şekil 4.27’de görülmektedir.



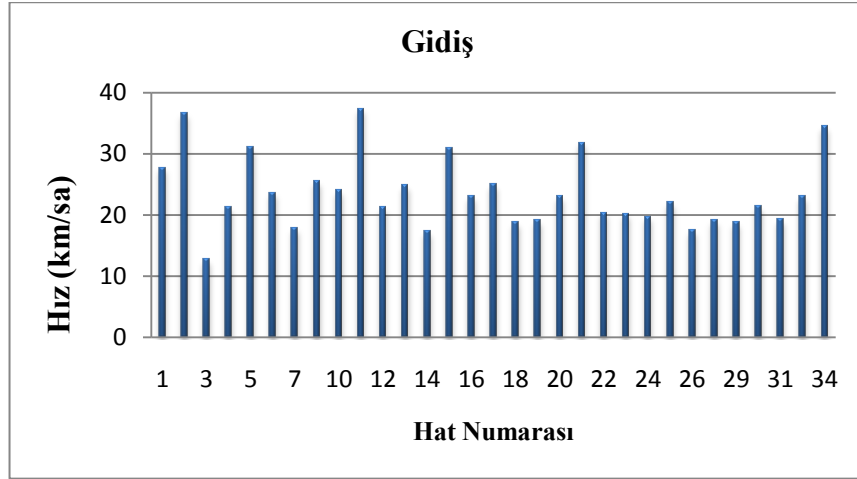
Şekil 4. 26 : Otobüs hatları üzerinde öğlen gidiş yönünde hesaplanan ortalama hızlar 12.00 - 13.00 saatleri arasında otobüslerin gidiş güzergahlarında yapılan etüd çalışmaları sonucunda otobüs hatlarını ortalama hızları açısından karşılaştırdığımızda, Şekil 4.26’da görüldüğü üzere 2 numaralı hat 39 km/sa ile en fazla ortalama hıza, 3 numaralı hat ise 10 km/sa ile en az ortalama hıza sahip olan hattır.



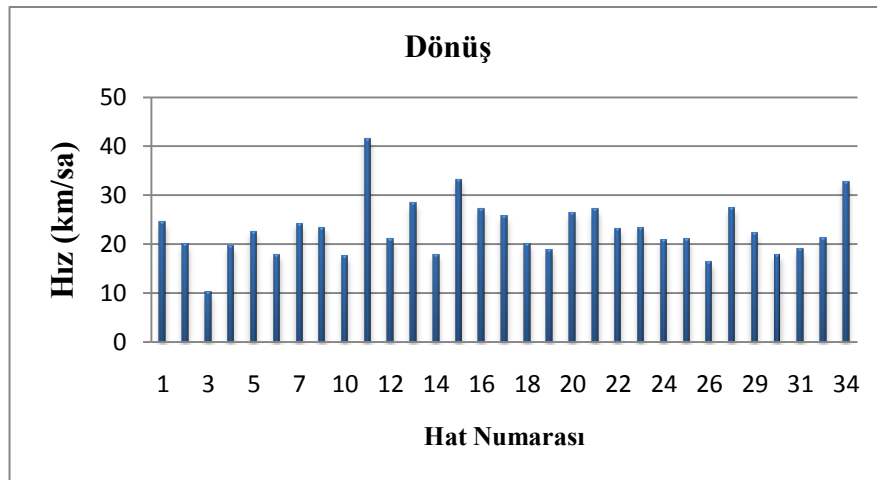
Şekil 4. 27 : Otobüs hatları üzerinde öğlen dönüş yönünde hesaplanan ortalama hızlar 12.00 - 13.00 saatleri arasında otobüslerin dönüş güzergahlarında yapılan etüd çalışmaları sonucunda otobüs hatlarını ortalama hızları açısından karşılaştırdığımızda, Şekil 4.27’de görüldüğü üzere 5 numaralı hat 39 km/sa ile en

fazla ortalama hıza, 3 numaralı hat ise 11 km/sa ile en en az ortalama hıza sahip olan hattır.

Otobüslerin 17.00 - 18.00 saatleri arasında gidiş - dönüş güzergahı yönünde yapılan etüdler sonucunda her hat için hesaplanan ortalama hızlar Şekil 4.28 ve Şekil 4.29'da görülmektedir.



Şekil 4. 28 : Otobüs hatları üzerinde akşam gidiş yönünde hesaplanan ortalama hızlar 17.00 - 18.00 saatleri arasında otobüslerin gidiş güzergahlarında yapılan etüd çalışmaları sonucunda otobüs hatlarını ortalama hızları açısından karşılaştırdığımızda, Şekil 4.28'de görüldüğü üzere 11 numaralı hat 37 km/sa ile en fazla ortalama hıza, 3 numaralı hat ise 11 km/sa ile en en az ortalama hıza sahip olan hattır.



Şekil 4. 29 : Otobüs hatları üzerinde akşam dönüş yönünde hesaplanan ortalama hızlar

17.00 - 18.00 saatleri arasında otobüslerin dönüş güzergahlarında yapılan etüd çalışmaları sonucunda otobüs hatlarını ortalama hızları açısından karşılaştırdığımızda, Şekil 4.29'da görüldüğü üzere 11 numaralı hat 41 km/sa ile en fazla ortalama hıza, 3 numaralı hat ise 10 km/sa ile en az ortalama hıza sahip olan hattır.

Sabah, öğle ve akşam saatlerinde gidiş – dönüş yönünde yapılan etüd çalışmaları sonucunda Denizli ilinde mevcut kentiçi otobüs güzergahlarında çalışan otobüslerin tamamının ortalaması alındığında kentiçi otobüs ağının ortalama hızı 25 km/sa olarak hesaplanmıştır. Farklı şehirlerde kentiçi ulaşımı sağlayan otobüslerin ortalama hızları Tablo 4.1'de görülmektedir.

Tablo 4. 1 : Farklı şehirlerde kentiçi ulaşımı sağlayan otobüslerin ortalama hızları (http://www.lightrailnow.org/myths/m_lrt012.htm)

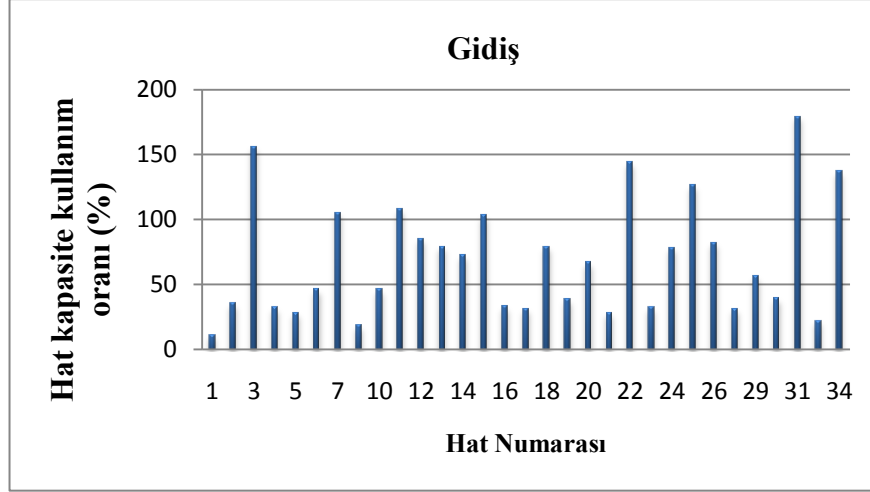
Şehirler	km/sa
Dallas (Red Line)	34
Dallas (Blue Line)	31
Denver (Alameda-Littleton)	61
Denver (Downtown-Littleton)	42
Los Angeles (Blue Line)	39
Los Angeles (Green Line)	61
Salt Lake City	39
Singapore	48
Hong Kong	35

Tablo 4.1'de görüldüğü üzere Denizli ilinde kentiçi ulaşımı sağlayan otobüslerin ortalama hızı birçok yabancı kentte mevcut otobüslerin ortalama hız değerlerinden düşüktür.

Her hatta taşınan yolcu sayısının o hatta çalışan otobüsün koltuk kapasitesine bölünüp, 100 ile çarpılıp ve ayakta duran yolcu oranı 1,5 ile çarpılmasıyla her hattın kapasite kullanım oranı hesaplanmıştır. Hesaplanan bu oranlar sayesinde hangi güzergahta ne kadar koltuk kapasiteli otobüs çalışması gerektiği belirlenebilmektedir.

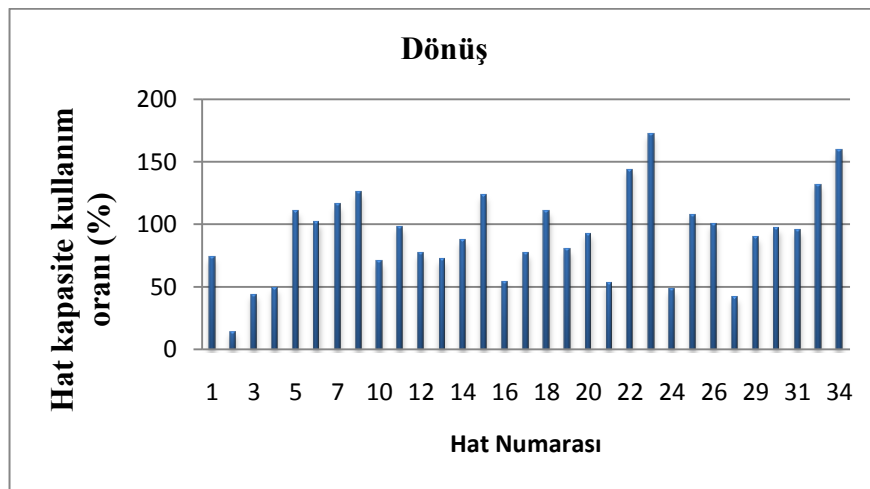
$$\text{Hat kapasite kullanım oranı} = \left(\frac{\text{Yolcu sayısı}}{\text{Otobüsün koltuk kapasitesi}} * 100 \right) * 1,5$$

07.00 - 08.00 saatleri arasında gidiş - dönüş güzergahı yönünde yapılan etüd çalışmaları sonucunda her hat için hesaplanan hat kapasite kullanım oranları Şekil 4.30 ve Şekil 4.31'de görülmektedir.



Şekil 4. 30 : Otobüs hatları üzerinde sabah gidiş yönünde hesaplanan hat kapasite kullanım oranları

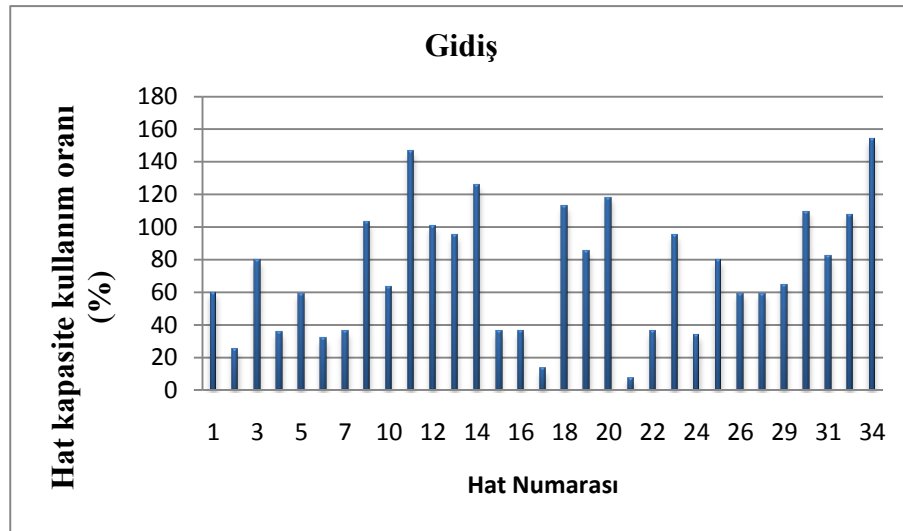
Şekil 4.30'da görüldüğü üzere 31 numaralı B.Yeri – Çınar – İncilipınar - Yunus Emre Cad. - Kampüs. güzergahında 07.00 - 08.00 saatleri arasında gidiş yönünde yapılan etüd çalışmaları sonucunda tek seferde taşınan yolcu sayısı 70, bu hatta çalışan otobüslerin koltuk kapasitesinin 26 olduğu belirlenmiştir. Bu hattın hat kapasite kullanım oranı % 179 olarak hesaplanmış ve mevcut hatların tamamı incelendiğinde hat kapasite kullanım oranı en yüksek olan güzergah olduğu tespit edilmiştir. 34 numaralı hatta ise bu oran 31 numaralı hattan daha fazla yolcu taşımaya rağmen kapasite kullanım oranı %137'dir. 34 numaralı hatta çalışan otobüslerin 36 koltuk kapasitesine, 31 numaralı hatta çalışan otobüslerin 26 koltuk kapasitesine sahip olmaları nedeniyle 31 numaralı hattın hat kapasite kullanım oranı daha yüksek bulunmuştur.



Şekil 4. 31 : Otobüs hatları üzerinde sabah dönüş yönünde hesaplanan hat kapasite kullanım oranları

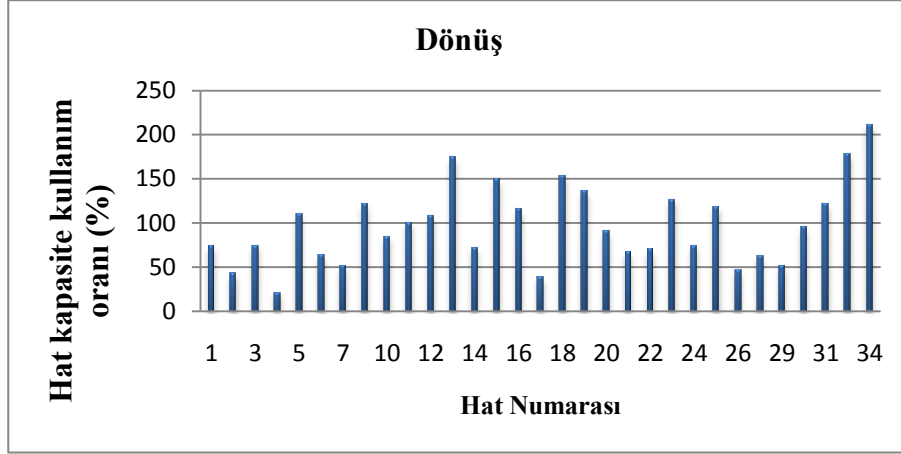
Şekil 4.31’de görüldüğü üzere 23 numaralı Garaj – Çınar - Kıbrıs Şehitler Cad. - Kampüs güzergahında 07.00 - 08.00 saatleri arasında dönüş yönünde yapılan etüd çalışmaları sonucunda tek seferde taşınan yolcu sayısı 49, bu hatta yapılan etüd saatinde çalışan otobüsün koltuk kapasitesinin 19 olduğu belirlenmiştir. Bu hattın hat kapasite kullanım oranı % 172 olarak hesaplanmış ve mevcut hatların tamamı incelendiğinde hat kapasite kullanım oranı en yüksek olan güzergah olduğu tespit edilmiştir. Bu hat üzerinde çalışan otobüs kapasitesinden fazla yolcu taşımaktadır. Bu hat üzerinde çalışan otobüslerin koltuk kapasitesi arttırılarak mevcut toplu taşıma talebi karşılanabilir.

12.00 - 13.00 saatleri arasında gidiş - dönüş güzergahı yönünde yapılan etüd çalışmaları sonucunda her hat için hesaplanan hat kapasite kullanım oranları Şekil 4.32 ve Şekil 4.33’de görülmektedir.



Şekil 4. 32 : Otobüs hatları üzerinde öğlen gidiş yönünde hesaplanan hat kapasite kullanım oranları

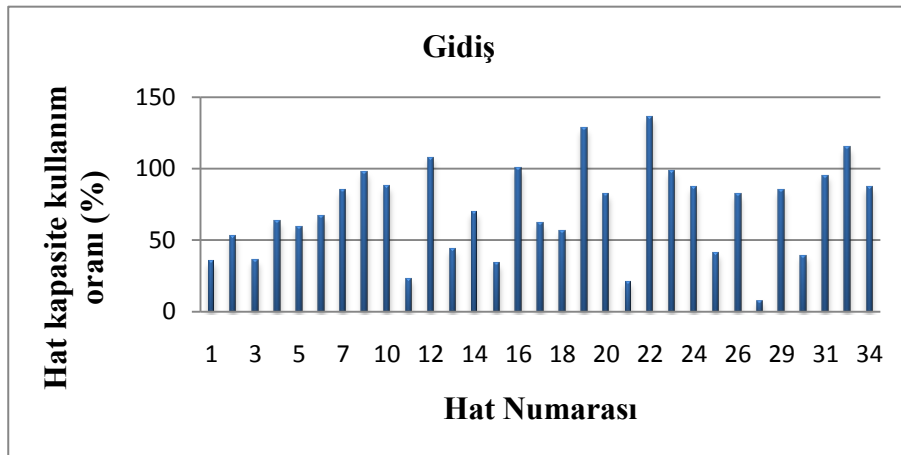
Şekil 4.32’de görüldüğü üzere 34 numaralı Üçler - Server Gazi Hast. - Yenişehir - Kampüs güzergahında 12.00 - 13.00 saatleri arasında gidiş yönünde yapılan etüd çalışmaları sonucunda tek seferde taşınan yolcu sayısı 83, bu hatta yapılan etüd saatinde çalışan otobüsün koltuk kapasitesinin 36 olduğu belirlenmiştir. Bu hattın hat kapasite kullanım oranı % 154 olarak hesaplanmış ve mevcut hatların tamamı incelendiğinde hat kapasite kullanım oranı en yüksek olan güzergah olduğu tespit edilmiştir. Bu hat üzerinde çalışan otobüs kapasitesinden fazla yolcu taşımaktadır. Bu hat üzerinde çalışan otobüslerin koltuk kapasitesi arttırılarak ya da ek otobüs seferleri yapılarak mevcut toplu taşıma talebi karşılanabilir.



Şekil 4. 33 : Otobüs hatları üzerinde öğlen dönüş yönünde hesaplanan hat kapasite kullanım oranları

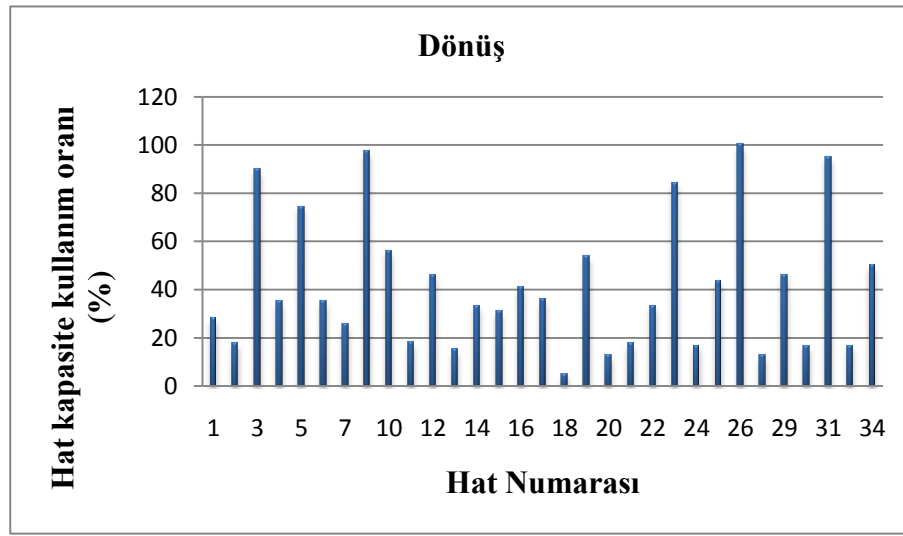
Şekil 4.33'de görüldüğü üzere 34 numaralı Üçler - Server Gazi Hast. - Yenişehir - Kampüs güzergahında 12.00 - 13.00 saatleri arasında dönüş yönünde yapılan etüd çalışmaları sonucunda tek seferde taşınan yolcu sayısı 114, bu hatta yapılan etüd saatinde çalışan otobüsün koltuk kapasitesinin 36 olduğu belirlenmiştir. Bu hattın hat kapasite kullanım oranı % 211 olarak hesaplanmış ve mevcut hatların tamamı incelendiğinde hat kapasite kullanım oranı en yüksek olan güzergah olduğu tespit edilmiştir. Bu hat üzerinde çalışan otobüs kapasitesinden fazla yolcu taşımaktadır. Bu hat üzerinde çalışan otobüslerin koltuk kapasitesi artırılarak ya da ek otobüs seferleri yapılarak mevcut toplu taşıma talebi karşılanabilir.

17.00 - 18.00 saatleri arasında gidiş - dönüş güzergahı yönünde yapılan etüd çalışmaları sonucunda her hat için hesaplanan hat kapasite kullanım oranları Şekil 4.34 ve Şekil 4.35'de görülmektedir.



Şekil 4. 34 : Otobüs hatları üzerinde akşam gidiş yönünde hesaplanan hat kapasite kullanım oranları

Şekil 4.34’de görüldüğü üzere 22 numaralı Garaj – Özel İdare – Çınar – Kampüs – Kervansaray - Gökpınar güzergahında 17.00 - 18.00 saatleri arasında gidiş yönünde yapılan etüd çalışmaları sonucunda tek seferde taşınan yolcu sayısı 53, bu hatta yapılan etüd saatinde çalışan otobüsün koltuk kapasitesinin 26 olduğu belirlenmiştir. Bu hattın hat kapasite kullanım oranı % 136 olarak hesaplanmış ve mevcut hatların tamamı incelendiğinde hat kapasite kullanım oranı en yüksek olan güzergah olduğu tespit edilmiştir. Bu hat üzerinde çalışan otobüs kapasitesinden fazla yolcu taşımaktadır. Bu hat üzerinde çalışan otobüslerin koltuk kapasitesi arttırılarak mevcut toplu taşıma talebi karşılanabilir.



Şekil 4. 35 : Otobüs hatları üzerinde akşam dönüş yönünde hesaplanan hat kapasite kullanım oranları

Şekil 4.35’de görüldüğü üzere 26 numaralı Üçler – Dolunay - 500 Evler - 29 Ekim - B.Yeri – Garaj güzergahında 17.00 - 18.00 saatleri arasında gidiş yönünde yapılan etüd çalışmaları sonucunda tek seferde taşınan yolcu sayısı 39, bu hatta yapılan etüd saatinde çalışan otobüsün koltuk kapasitesinin 26 olduğu belirlenmiştir. Bu hattın hat kapasite kullanım oranı % 100 olarak hesaplanmış ve mevcut hatların tamamı incelendiğinde hat kapasite kullanım oranı en yüksek olan güzergah olduğu tespit edilmiştir.

Denizli ili ulaşım ağı üzerinde kentiçi toplu taşımayı sağlayan otuzbir otobüs hattı üzerinde yapılan etüd çalışmaları sonucunda her hattın güzergah uzunlukları, durak sayıları, durakların fiziksel özellikleri ve duraklar arası mesafelerin uygunluğu, duraklarda inen-binen yolcu sayıları, seyahat süreleri, gecikmeler, ortalama hız ve

hat kapasite kullanım oranları bulunmuş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçları aşağıda görülmektedir;

- Kentiçi otobüs hatlarının uzunlukları genellikle 15 km'nin altındadır. En uzun hat 26 km'dir. Bu hat üzerinde durak sayısının da fazla olması nedeniyle duraklamalar fazla olmakta ve seyahat süresi artmaktadır. Seyahat boyunca yolcuların rahat etmesi için bu hat üzerinde çalışan otobüslerin kapasiteleri arttırılarak minimum sayıda ayakta yolcu taşınmalıdır.
- Duraklarda bulunan cepler ele alındığında bir hat üzerinde en fazla % 57 oranında cep bulunmuştur. Bir hat üzerinde ise hiç cep bulunmamıştır. Genel olarak etüd yapılan otuzbir hattın tamamında duraklarda bulunan cep oranı çok düşüktür. Bu da yolcuların otobüslere güvenli bir şekilde inip binemediğini göstermektedir.
- Durakların fiziksel özellikleri ele alındığında konfor kriteri olan kapalı duraklardan otobüslere daha fazla yolcu bindiği görülmüştür.
- Tüm hatlar ele alındığında ortalama hızın 25 km/sa ve ortalama seyahat süresinin 30 dk olduğu hesaplanmıştır. Ortalama hız, yabancı kentlerdeki kentiçi otobüs taşımacılığı ile karşılaştırıldığında ortalamanın çok altında olduğu görülmektedir.
- Bazı hatlar üzerinde çalışan otobüslerin kapasitesinden fazla yolcu taşıdığı görülmüştür. Bu hatlarda kapasitesi yüksek araçlar kullanılmalı ve sefer sıklığı arttırılarak yolculuk talebi karşılanmalıdır.

Çalışma kapsamında, etüdü yapılan otuzbir hat arasından 25 nolu hat seçilerek performans değerlendirmesi yapılmıştır. Bu değerlendirme etüd çalışmalarındaki verilerin duraklar bazında tablo halinde verilmesini ve güzergah üzerindeki trafik akım denklemlerinin hesaplanarak aralarındaki ilişkinin değerlendirilmesini kapsamaktadır. Bu hat Kampüs, Bursa Caddesi, İncilipınar, Çınar ve Bayramyeri boyunca devam etmektedir. Bu hattın değerlendirilmesinin başlıca nedeni Gazi Mustafa Kemal Bulvarı üzerinde bulunan Bayramyeri ve Çınar bölgelerinin kentin merkezi olmasıdır. Bu alanda işyerlerinin ve ticari faaliyetlerin fazla olması bu

bölgeye olan yolculuk talebini arttırmaktadır. Bu bölge çok sayıda yolculuk çektiği gibi diğer zonlara da fazla sayıda yolculuk üretmektedir. Bu hattın varış noktası olan Kampüs bölgesi öğrencilerin yoğun olarak yaşadığı ve üniversitenin bulunduğu alan olması nedeniyle bu bölgenin ürettiği ve çektiği yolculuk miktarı da fazladır. Bu hat için yapılan etüd çalışmaları sonucunda duraklar bazında elde edilen veriler ve bu verilerden elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

4.2 25 Numaralı Güzergah İçin Hat ve Seyahat Süresi Analizi

Toplu taşımadaki problemler, trafik yoğunluğuna, ekonomik kayıplara ve zaman kaybına neden olmaktadır. Söz konusu kayıpları ortadan kaldırmak için yapılacak çalışmalardan başlıcaları; güzergah düzenlemesinin yapılması, ulaşım araçlarının kapasitelerinin incelenmesi ve mevcut durakların halkın erişimine uygun hale getirilmesidir. Ayrıca düzenlemelere ek olarak toplu taşıma araçlarının konforunu arttırmak ve bekleme sürelerini azaltmak gerekmektedir. Güzergah üzerinde mevcut problemler ve genel sorunlar yapılan etüd çalışmaları sonucunda tespit edilmeye çalışılmıştır. Sabah zirve saatlerde yapılan etüd çalışmaları sonucunda gidiş ve dönüş yönünde elde edilen veriler Tablo 4.2 ve 4.3’de görülmektedir.

Tablo 4. 2 : 25 numaralı güzergah üzerinde gidiş yönünde yapılan etüt sonuçları

Durak Adı	Yön	Binen Yolcu	İnen Yolcu	Mevcut Yolcu	Duraklar Arası Süre (dk)	Duraklarda Kayıp Süre (dk)	Toplam Seyahat Süresi (dk)
ÖZEL İDARE	GİDİŞ	-	-	0	-	-	-
MALİYE	GİDİŞ	4	-	4	00:01:35	00:00:16	00:01:51
CUMHURİYET PARKI	GİDİŞ	-	-	4	00:01:28	-	00:01:28
ÇINAR	GİDİŞ	2	-	6	00:01:41	00:00:09	00:01:50
YENİ CAMİ	GİDİŞ	-	-	6	00:01:07	-	00:01:07
HÜRRİYET İ.Ö	GİDİŞ	3	-	9	00:01:10	00:00:14	00:01:24
SULU KÖPRÜ	GİDİŞ	4	-	13	00:01:20	00:00:20	00:01:40
ALLI CAMİ	GİDİŞ	7	-	20	00:01:22	00:00:36	00:01:58
MERKEZ İ.	GİDİŞ	5	-	25	00:00:41	00:00:30	00:01:11
İSTİKLAL	GİDİŞ	-	-	25	00:00:34	-	00:00:34
TARIM MÜDÜRLÜĞÜ	GİDİŞ	3	-	28	00:00:22	00:00:15	00:00:37
KÜLTÜR PARKI DURAĞI 3	GİDİŞ	2	-	30	00:00:35	00:00:09	00:00:44

Tablo 4. 3 : 25 numaralı güzergah üzerinde gidiş yönünde yapılan etüt sonuçları
(devam)

KÜLTÜR PARKI DURAĞI 2	GİDİŞ	5	-	35	00:00:40	00:00:11	00:00:51
KÜLTÜR PARKI DURAĞI 1	GİDİŞ	5	-	40	00:00:38	00:00:18	00:00:56
BİLGİN MARKET	GİDİŞ	-	2	38	00:01:13	00:00:09	00:01:21
BURSA CADDESİ 2	GİDİŞ	3	4	37	00:00:36	00:00:22	00:00:58
MİGROS	GİDİŞ	4	-	41	00:00:46	00:00:24	00:01:00
BURSA CADDESİ 1	GİDİŞ	1	-	42	00:00:34	00:00:06	00:00:40
DURAK	GİDİŞ	1	6	37	00:00:24	00:00:19	00:00:43
DURAK	GİDİŞ	-	-	37	00:01:29	-	00:01:29
DURAK	GİDİŞ	-	-	37	00:01:07	-	00:01:07
DURAK	GİDİŞ	-	25	12	00:01:12	00:01:40	00:02:52
POLİSEVİ	GİDİŞ	-	-	12	-	-	-
KAMPÜS	GİDİŞ	-	-	12	-	-	-
KALP MERKEZİ	GİDİŞ	-	12	0	00:04:34	00:01:10	00:05:44
TOPLAM					0:21:08	00:04:38	0:25:06

Tablo 4.2’de görüldüğü üzere 25 nolu güzergah için gidiş yönünde duraklarda meydana gelen toplam gecikme 3.98 dakika, toplam seyahat süresi ise 25.06 dakikadır. Gidiş yönünde seyahat eden toplam kişi sayısı ise 49’dur.

Tablo 4. 4 : 25 numaralı güzergah üzerinde dönüş yönünde yapılan etüt sonuçları

Durak Adı	Yön	Binen Yolcu	İnen Yolcu	Mevcut Yolcu	Duraklar Arası Süre (dk)	Duraklarda Kayıp Süre (dk)	Toplam Seyahat Süresi (dk)
KALP MERKEZİ	DÖNÜŞ	25	-	25	-	-	-
KAMPÜS	DÖNÜŞ	-	-	25	-	-	-
POLİS EVİ	DÖNÜŞ	-	-	25	-	-	-
DURAK	DÖNÜŞ	15	-	40	00:05:25	00:01:41	00:07:06
DURAK	DÖNÜŞ	-	-	40	00:01:34	-	00:01:34
DURAK	DÖNÜŞ	-	-	40	00:01:15	-	00:01:15
BURSA CADDESİ 1	DÖNÜŞ	-	-	40	00:00:32	-	00:00:32
MİGROS	DÖNÜŞ	-	-	40	00:00:24	-	00:00:24
HAZAL	DÖNÜŞ	-	-	40	00:00:35	-	00:00:35
BURSA CADDESİ 2	DÖNÜŞ	-	-	40	00:00:40	-	00:00:40

Tablo 4. 5 : 25 numaralı güzergah üzerinde dönüş yönünde yapılan etüt sonuçları
(devam)

BİLGİN MARKET	DÖNÜŞ	2	-	42	00:00:28	00:00:08	00:00:36
KÜLTÜR PARKI DURAĞI 1	DÖNÜŞ	-	6	36	00:00:56	00:00:31	00:01:27
KÜLTÜR PARKI DURAĞI 2	DÖNÜŞ	-	3	33	00:00:33	00:00:11	00:00:44
KÜLTÜR PARKI DURAĞI 3	DÖNÜŞ	-	-	33	00:00:28	-	00:00:28
TARIM Müd.	DÖNÜŞ	-	-	33	00:00:54	-	00:00:54
İSTİKLAL	DÖNÜŞ	-	3	30	00:00:35	00:00:13	00:00:48
MERKEZ İ.	DÖNÜŞ	-	-	30	00:01:03	-	00:01:03
ALLI CAMİ	DÖNÜŞ	-	2	28	00:00:58	00:00:07	00:01:05
SULU KÖPRÜ	DÖNÜŞ	-	-	28	00:00:42	-	00:00:42
HÜRRİYET İ.Ö	DÖNÜŞ	-	-	28	00:00:21	-	00:00:21
YENİ CAMİ	DÖNÜŞ	-	-	28	00:00:46	-	00:00:46
ÇINAR	DÖNÜŞ	-	-	28	00:01:31	-	00:01:31
CUMHURİYET PARKI	DÖNÜŞ	-	-	28	00:01:15	-	00:01:15
MALİYE	DÖNÜŞ	-	24	4	00:01:21	00:01:42	00:01:03
ÖZEL İDARE	DÖNÜŞ	-	4	0	00:02:00	00:00:16	00:02:16
TOPLAM					00:19:20	00:04:09	00:23:29

Tablo 4.3’de görüldüğü üzere 25 nolu güzergah için gidiş yönünde duraklarda meydana gelen toplam gecikme 4.09 dakika, toplam seyahat süresi ise 23.29 dakikadır. Gidiş yönünde seyahat eden toplam kişi sayısı ise 42’dir.

4.3 25 Numaralı Güzergah İçin Durak Analizi

25 nolu güzergah için otobüs durak analizinin yapılmasındaki amaç, duraklar arası mesafelerin oluşturulması, duraklarda bekleyen yolcu sayılarının belirlenmesi, durakların fiziksel ve kullanım durumlarının irdelenmesi gibi bilgileri elde etmek ve bu bilgiler doğrultusunda durakların güncelliklerinin yorumlanmasıdır. Kentsel ulaşım hız, güvenlik, ekonomi, konfor ve çevresel etkiler gibi temel kriterler dikkate alınmaktadır. Bu çerçevede, tüm ulaşım sistemlerinin söz konusu kriterlere göre dengeli biçimde organize edilmesi ve yapılacak planlamalar doğrultusunda gelişiminin sağlanması zorunludur. Otobüs işletmeciliğinde durakların önemi çok büyüktür. Her bir durağa ait yolcu durumlarının incelenmesi gerekmektedir. Diğer bir deyişle duraklardan otobüslere binen ve inen yolcuların günün değişik saatlerine

göre dağılımlarının tayin edilmesi, bu durakların önem sıralamasını ortaya koymaktadır.

Durak bazında yolcu dağılımı ve otobüsün yolcu taşıma değerleri, durakların yoğunluğu ve sefer sayılarının zirve ve zirve dışı saatler için düzenlenmesi gibi bazı çıkarımların yapılmasında kullanılan teknik parametrelerdir. Normal ve akıcı trafik akımının sağlanması için bazı durumlarda durakların kaldırılması veya yerlerinin değiştirilmesini gerekebilir. Bu nedenle hatlar ve duraklar bazında gözlemler yapılarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

Güzergah üzerinde mevcut duraklar için sabah pik saat olan 07.00 – 08.00 saatleri arasında gidiş ve dönüş yönünde yapılan etüt çalışmaları sonuçları Tablo 4.4 ve Tablo 4.5’de görülmektedir.

Tablo 4. 6 : 25 numaralı güzergah boyunca mevcut duraklarda gidiş yönünde yapılan etüt sonuçları

Durak Adı	Yön	Duraklar Arası Mesafe (m)	Duraklardaki Yolcu Yoğunluğu	Durak Şekli	Cep
ÖZEL İDARE	GİDİŞ	0	15	KAPALI	VAR
MALİYE	GİDİŞ	500	5	KAPALI	VAR
CUMHURİYET PARKI	GİDİŞ	400	4	AÇIK	YOK
ÇINAR	GİDİŞ	300	8	KAPALI	VAR
YENİ CAMİ	GİDİŞ	300	4	KAPALI	VAR
HÜRRIYET İ.Ö	GİDİŞ	400	3	KAPALI	YOK
SULU KÖPRÜ	GİDİŞ	400	7	KAPALI	VAR
ALLI CAMİ	GİDİŞ	500	3	KAPALI	YOK
MERKEZ İ.	GİDİŞ	400	2	KAPALI	YOK
İSTİKLAL	GİDİŞ	500	0	AÇIK	YOK
TARIM MÜDÜRLÜĞÜ	GİDİŞ	500	0	AÇIK	YOK
KÜLTÜR PARKI DURAĞI 3	GİDİŞ	400	2	AÇIK	YOK
KÜLTÜR PARKI DURAĞI 2	GİDİŞ	400	1	AÇIK	YOK
KÜLTÜR PARKI DURAĞI 1	GİDİŞ	500	3	AÇIK	YOK
BİLGİN MARKET	GİDİŞ	400	1	AÇIK	YOK
BURSA CADDESİ 2	GİDİŞ	300	2	AÇIK	YOK

Tablo 4. 7 : 25 numaralı güzergah boyunca mevcut duraklarda gidiş yönünde yapılan etüd sonuçları (devam)

MİGROS	GİDİŞ	400	1	AÇIK	YOK
BURSA CADDESİ 1	GİDİŞ	400	1	AÇIK	YOK
DURAK	GİDİŞ	300	0	AÇIK	YOK
DURAK	GİDİŞ	300	1	AÇIK	YOK
DURAK	GİDİŞ	300	0	AÇIK	YOK
DURAK	GİDİŞ	300	0	KAPALI	YOK
POLİSEVİ	GİDİŞ	400	2	KAPALI	YOK
KAMPÜS	GİDİŞ	300	3	KAPALI	VAR
KALP MERKEZİ	GİDİŞ	400	2	KAPALI	VAR
TOPLAM		9300			

Tablo 4.4’de görüldüğü üzere 25 nolu güzergah için gidiş yönünde toplam uzunluk 9300 m’dir. Bu güzergah üzerinde 12 tane kapalı durak, 13 tane açık durak bulunmaktadır. Kapalı duraklarda bekleyen yolcu sayısı 54, açık duraklarda bekleyen yolcu sayısı ise 16’dır. Duraklarda bekleyen bu yolcu sayıları, kapalı durakların, açık duraklara göre çok daha fazla yolcu çektiğini göstermektedir. Bu durakların 7 tanesinde cep bulunmakta 18 tanesinde cep bulunmamaktadır.

Tablo 4. 8 : 25 numaralı güzergah boyunca mevcut duraklarda dönüş yönünde yapılan etüd sonuçları

Durak Adı	Yön	Duraklar Arası Mesafe (m)	Duraklardaki Yolcu Yoğunluğu	Durak Şekli	Cep
KALP MERKEZİ	DÖNÜŞ	0	6	KAPALI	VAR
KAMPÜS	DÖNÜŞ	400	6	KAPALI	VAR
POLİS EVİ	DÖNÜŞ	300	2	AÇIK	YOK
DURAK	DÖNÜŞ	400	0	AÇIK	YOK
DURAK	DÖNÜŞ	300	2	AÇIK	YOK
DURAK	DÖNÜŞ	400	0	AÇIK	YOK
BURSA CADDESİ 1	DÖNÜŞ	400	0	AÇIK	YOK
MİGROS	DÖNÜŞ	500	0	AÇIK	YOK
HAZAL	DÖNÜŞ	400	2	AÇIK	YOK
BURSA CADDESİ 2	DÖNÜŞ	500	1	AÇIK	YOK
BİLGİN MARKET	DÖNÜŞ	500	1	AÇIK	YOK

Tablo 4. 9 : 25 numaralı güzergah boyunca mevcut duraklarda dönüş yönünde yapılan etüd sonuçları (devam)

KÜLTÜR PARKI DURAĞI 1	DÖNÜŞ	400	0	AÇIK	YOK
KÜLTÜR PARKI DURAĞI 2	DÖNÜŞ	350	1	AÇIK	YOK
KÜLTÜR PARKI DURAĞI 3	DÖNÜŞ	500	0	AÇIK	YOK
TARIM MÜDÜRLÜĞÜ	DÖNÜŞ	400	2	AÇIK	YOK
İSTİKLAL	DÖNÜŞ	300	1	AÇIK	YOK
MERKEZ İ.	DÖNÜŞ	400	0	AÇIK	YOK
ALLI CAMİ	DÖNÜŞ	300	3	KAPALI	VAR
SULU KÖPRÜ	DÖNÜŞ	450	1	AÇIK	YOK
HÜRRİYET İ.Ö	DÖNÜŞ	400	0	KAPALI	VAR
YENİ CAMİ	DÖNÜŞ	400	0	KAPALI	VAR
ÇINAR	DÖNÜŞ	300	5	KAPALI	VAR
CUMHURİYET PARKI	DÖNÜŞ	300	4	AÇIK	VAR
MALİYE	DÖNÜŞ	400	2	KAPALI	VAR
ÖZEL İDARE	DÖNÜŞ	400	10	KAPALI	VAR
TOPLAM		9400			

Tablo 4.5’de görüldüğü üzere 25 nolu güzergah için dönüş yönünde toplam uzunluk 9400 m’dir. Bu güzergah üzerinde 8 tane kapalı durak, 17 tane açık durak bulunmaktadır. Bu güzergahda kapalı durak sayısı açık durak sayısının yarısı kadar olmasına rağmen kapalı duraklarda bekleyen yolcu sayısı 34, açık duraklarda bekleyen yolcu sayısı ise 17’dir. Bu durakların 9 tanesinde cep bulunmakta 16 tanesinde cep bulunmamaktadır.

Bu güzergah üzerinde kapalı durak ve durak cep sayısı yeterli değildir. Bu durum otobüs sistemleri için güvenlik ve konfor kriterlerinin sağlamadığını göstermektedir. Otobüs sistemleri için kapalı duraklar konfor kriterini, durak cepleri ise güvenlik kriterlerini oluşturmaktadır. Etüdlere sonucundaki verilere dayanarak mevcut otobüs hatlarının tamamı için kötü hava şartlarında yolcuların korunmasını sağlayan kapalı duraklar ve otobüslere biniş ve inişlerde güvenliği sağlayan durak cepleri artırılmalıdır.

Bu bölümde Denizli ilinde mevcut otobüs hatları üzerinde yapılan etüd çalışmaları sonucunda elde edilen veriler kullanılarak belirlenen eksikliklerden söz edilmiş ve bu eksiklikleri gidermek için önerilerde bulunulmuştur.

Altıncı bölümde, etüd çalışmalarının yanısıra 25 nolu güzergah için trafik akım diyagramları hesaplanmıştır. Bu diyagramlar hız, hacim ve yoğunluk değerlerinden oluşmaktadır. Bu değerlerin hesaplanması için güzergahı oluşturan kesitler üzerinde yolculuk talebinin oluşturduğu hacim değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Hacim değerlerini bulmak için kentiçi ulaşım ağı üzerine mevcut yolculuk talebi Dynasamart- P simülasyon programı kullanılarak, dinamik trafik ataması yapılmıştır. Sonraki bölümde trafik ataması türlerinden ve Dynasamart-P simülasyon programının algoritmasından bahsedilmiştir.

5. TRAFİK ATAMASI VE DYNASMART-P SİMÜLASYON PROGRAMI

5.1 Trafik Ataması

Trafik ataması; ulaşım ağına seyahat eden yolcuların oluşturduğu talebin yüklenmesidir. Bu yüklemenin yapılabilmesi için mevcut ya da senaryosu hazırlanan yol ağı, ulaşım sistemi ve zonlar arası seyahat talep matrisinin bilinmesi gerekmektedir.

Mevcut ulaşım ağına trafik atama uygulanmasındaki temel amaçlar aşağıda sıralanmıştır.

- Kent ağı üzerinde çalışan ulaşım sistemlerinin mevcut durumunu görmek,
- Gelecek yıllara ait zonlar arası ulaşım talebinin çeşitli yöntemlerle hesaplanıp mevcut ağa yüklenmesi sonucu eksikliklerin belirlenerek gereken düzenlemelerin yapılması,
- Kentiçi ulaşım ağı için düşünülen alternatif ulaşım sistemlerinin mevcut veya gelecekteki yolculuk talebini karşılayıp karşılayamadığını görmek.

Trafik ataması esas olarak; zonlar arasındaki seyahat talebini, mevcut güzergahlar arasından trafik sıklığına izin vermeden, en kısa mesafede en az gecikmeyi sağlayan yolu seçme işlemidir.

Ağın fiziki yapısı dışında, seyahat süresine etki eden diğer faktörler bağlardaki trafik hacmi ve kavşaklardaki gecikmeler olduğundan, en kısa güzergah her zaman en kısa seyahat süresine sahip yol olmamaktadır. Bir güzergah mesafe olarak kısa olmasına rağmen üzerinde bulunan kavşaklarda duraklamanın fazla olması veya bağlardaki trafik hacminin kapasitesinin üzerinde olması seyahat hızının düşmesine neden olmaktadır. Seyahat hızının düşmesi doğrudan seyahat süresini arttırmaktadır. Karşılaşılan bu durumlarda yeni güzergahlar aranır. Belirlenen güzergahın mesafesi ilk seçilene göre daha fazla olabilir, fakat seyahat süresi açısından alternatif güzergahın kullanılması daha uygun olmaktadır.

Çalışma kapsamında seçilen otobüs güzergahı üzerinde bulunan şeritlerdeki trafik hacim değerlerinin bulunabilmesi için Denizli ili kentiçi ulaşım ağı üzerine mevcut yolculuk talebi yüklenerek dinamik trafik ataması yapılmıştır. Bulunan hacimler çalışma kapsamında seçtiğimiz güzergah üzerinde hesaplanan trafik akım denklemlerinin hesabında kullanılmıştır.

5.1.1 Statik trafik atama

Statik atama yöntemleri, seyahat talebinin yüklenmesi sonucunda ulaşım ağındaki bağ hacimlerinin belirlenmesi için uygulanmaktadır. Zaman periyodu boyunca talep de ulaşım ağı da sabit değişkenlerdir. Statik trafik atama problemini çözmek için kullanılan yöntemlerden biri hep veya hiç (all or nothing) metodudur

5.1.1.1 Hep veya hiç (all or nothing) metodu

Hep veya hiç metodunda, her zon merkezi başlangıç kabul edilerek, ağ üzerindeki diğer zon merkezleri arasındaki en kısa mesafeli güzergahlar bulunduktan sonra, her zon merkezinden diğer zon merkezlerine olan tüm yolculuk talebi un kısa mesafeli güzergaha yüklenmektedir. Yükleme sonucunda bağ üzerinde kapasitesi üzerinde hacim varsa yeni güzergah seçimi ile seyahat süresi değiştirilip tekrar trafik yüklemesi yapılır. Mevcut talebi yükleme işlemi tüm yol ağında dengelenme sağlanıncaya kadar devam eder. Bu metotun temel çalışma prensibinde mevcut talebi seyahat süresi kısa olan bağlar üzerine yüklediği için bu bağlarda trafik hacmi artmakta ve genellikle trafik sıklığı oluşmaktadır. Bu nedenle pratik uygulamada bu metot gerçek yaklaşımlar sunmamaktadır.

5.1.2 Dinamik trafik atama

Dinamik trafik atama; zaman bağlı yolculuk talebinin zamana bağlı ulaşım ağına yüklenmesi sonucunda zamana bağımlı hacmi, yoğunluk ve hız değişkenlerindeki değişimi ifade eder. Bu uygulamaya zamanında dahil edilmesi problemin karmaşıklığını arttırmaktadır. Ulaşım telematik uygulamalarına dayalı karmaşık trafik kontrol sistemlerinin işletimi ve planlaması zamana ait dinamiklerin daha gerçekçi modellenmesini gerektirmektedir. Modern ulaşım talep modelleri, yüksek zaman ayırmalarındaki başlangıç ve varış (B-V) matrislerini bulmaktadır. Böylelikle, bir saatten daha az zaman dilimleri için matrislerin trafik atamasında girdi olarak kullanılması sağlanabilmektedir. Aynı şekilde, trafik kontrol veya yol üzerindeki

çalışma alanlarından dolayı gün içinde yol kapasiteleri değişebileceği için arz da zaman içinde dinamik olabilmektedir. Pratik uygulamalar, gerçek hayattaki ulaşım ağlarının boyutları ile başa çıkabilirken talep ve arzdaki zamana ait dinamikleri dikkate alan bir trafik atama yöntemi gerektirmektedir. (Friedrich vd. 2000).

5.2 Dynsmart-P Simülasyon Programı

Dynsmart-P programı iki ayrı ana programdan oluşmaktadır. İlk program düğümlerin, bağların, zonların ve trafik bilgilerinin girildiği editör kısmıdır. (DYNASMART-P Network Editor), ikinci bölüm ise oluşturulan ağ üzerinde zonlar arası mevcut ulaşım talebini ağa yükleyen, trafik ataması yapan ve yapılan atama sonucunda ulaşım ağının performansını belirlemeye yardımcı olan DYNASMART-P Intelligent Transportation Network Planning Tool adlı kısmıdır.

Federal Otoyol İdaresi tarafından McTrans ile Şubat 2007 yılında yayınlanan DYNASMART-P sürüm 1.3.0, farklı iki modül ile hem ulaşım ağlarının farklı formatlardan alınarak çözüm ortamı formatına aktarılmasını sağlamakta, hem de içerdiği senaryo menüsü ile kontrol parametreleri, ücretlendirme sistemleri gibi ağ performansını etkileyici unsurların alansal trafik yönetiminde olası etkilerini ortaya koymaktadır. Programın en önemli özelliklerinden birisi dinamik trafik ataması yapmasıdır.

DYNASMART-P, simülasyon bazlı dinamik trafik atama kullanımı aracılığıyla Akıllı Ulaşım Sistemleri (ITS) dağıtma seçenekleri değerlendirilmesi de dahil olmak üzere ulaşım ağı planlaması ve trafik yönetim kararlarını desteklemektedir. Bu program, planlama uygulamaları için talep tahmin prosedürleri ile birlikte öncelikli olarak kullanılan dinamik ağ atama modellerini (1) ve trafik yönetim çalışmaları için öncelikli olarak kullanılan trafik simülasyon modellerini (2) bir araya getirmektedir. DYNASMART-P bireysel seyahat edenlerin en iyi yolları arama kararları sonucu trafik ağındaki trafik akımlarının değişimini temsil etmeyi sağlamaktadır. Bu durum sayesinde planlama çalışmalarında kullanılan programların bilinen dezavantajlarının üstesinden gelinebilmektedir. Bu sınırlamalar değerlendirilebilen alternatif önlem ile ilgilidir. tipleri ve planlama kuruluşlarının artan şekilde üzerinde düşündükleri politik sorunlar

DYNASMART-P dört aşamalı plan ile kolayca koordine olabilen yeni ulaşım

planlama yöntemlerinin tanımlanmasını sağlamaktadır. Ayrıca program, trafik hacimlerinin zamanla değişken olması durumunu dikkate almaktadır. DYNASMART-P ile, hız, kuyruk uzunluğu, gecikme ve tıkanıklık etkisi gibi durum değişkenlerinin belirlenmesi ile ITS teknolojilerinin uygulanması da dahil olmak üzere geleneksel ve yeni ortaya çıkan ulaşım planlama stratejilerinin çevresel ve fonksiyonel etkilerinin değerlendirilmesi yapılabilmektedir.

DYNASMART-P, özellikle ulaşım ağının temsil edilmesi ve ulaşım talebinin ağı yüklenmesi ile ilgili olarak geleneksel trafik atama ve simülasyon modelleri tarafından da yaygın şekilde kullanılan girdi verileri gerektirir. Girdi verisinin tipi ve çeşitliliği, analiz edilen ağ ve kullanıcı tarafından belirlenen hassasiyet düzeyi ile değişmektedir. Ağın karmaşıklığı; otoyollar, yüksek yoğunluklu şeritler (HOV), katılım kontrolü, toplu taşıma hizmetleri, arterler üzerindeki sinyal kontrollü kavşaklar ve muhtemel kaza olaylarının mevcut olup olmaması durumuna göre değişiklik gösterebilir.

DYNASMART-P detaylı trafik analizi yaparken kullanıcılara kolaylık sağlamak için oldukça geniş kapsamlı çıktı verisi üretmektedir. Çıktı verisi; hacim, hız, seyahat süresi ve gecikme gibi trafik mühendisleri tarafından sık şekilde kullanılan verimlilik parametrelerini içermektedir. Ayrıca, DYNASMART-P analizlerde oldukça faydalı olan bireysel taşıt rota dosyasını da oluşturmaktadır. İlave olarak, sezgisel grafik kullanıcı arayüzü (GUI) vasıtasıyla DYNASMART-P, simülasyon sonuçlarını ve diğer karakteristikleri çeşitli grafik formatları ile hem statik hem de animasyonlu olarak görmek için kullanıcıya seçenekler sağlamaktadır. (Dynasmart-P, 2007)

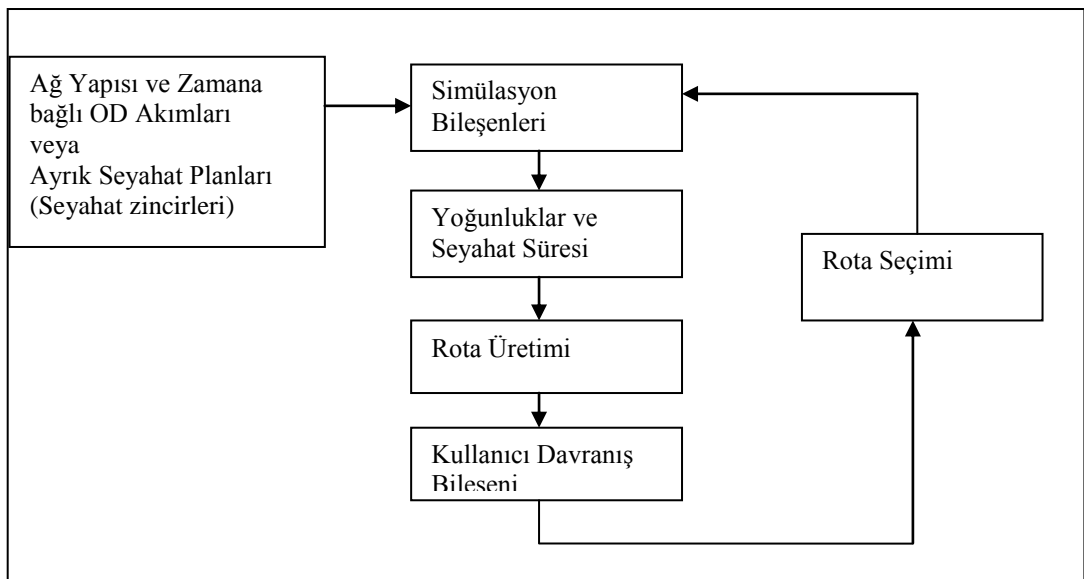
Dynasmart-P işletme modları ve algoritmik bakış açıları

DYNASMART-P üç farklı modda kullanılabilir. Bu modlar, temel olarak uygulanan atama bileşenlerinde farklılık gösterir. Birinci modda, taşıtlar o anki en iyi rotalara, rastgele rotalara veya önceden kararlaştırılmış rotalara atanmaktadır. İkinci modda, sürekli iteratif atama prosedürü uygulanır (kullanıcı dengesi ve/veya sistem optimum). Üçüncü mod ise çerçeveyi modelleyen sistemin gelişiminin sağlanmasıdır. İkinci mod iteratif bir kullanıcı dengesini yansıtırken, birinci mod bir adım simülasyon-atama prosedürünü yansıtmaktadır. Üçüncü mod ise simülasyon atamalarının ara yüzünün çerçevesini modelleyen sistemin gelişimidir. (Dynasmart – P, 2007)

Mod 1 (Bir Adımlı Simülasyon-Atama Prosedürü)

Bu modda, DYNASMART-P sabit zaman adımlı simülasyon-atama modeli kullanılmaktadır. Verilen ağ konfigürasyonu (trafik kontrol sistemi dahil olarak) ve zamana bağlı talepler için gerçek zamanlı bilgi sistemleri altında tüm ağın performansını değerlendirmek ve trafik yapılarını modellemek için tasarımılandırılmıştır. Modelleme yaklaşımı, trafik akım simülatörünü, ağın rotalama bileşenini, kullanıcı davranış kurallarını ve bilgi sağlama stratejilerini birleştirmektedir.

Mod 1’de, DYNASMART-P iki talep konfigürasyonundan yararlanabilmektedir: (1) zamana bağlı B-V taşıt talebi ve (2) her seyahat eden için ayrıık seyahat planları. Birinci durumda, DYNASMART-P, zamana bağlı taşıt talebine bağlı olarak taşıtları yüklemekte ve taşıtlar varış noktalarına varıncaya kadar onları hareket ettirmektedir. İkinci durumda, DYNASMART-P, taşıtları, onların seyahat zincirindeki seyahat planlarına göre taşıtları varış noktalarına ulaşıncaya kadar hareket ettirmektedir. Herhangi bir taşıt, kendisinin orta noktalarda olan hedefine ulaştığında, taşıt artık genel ağ koşullarını etkilemesin diye DYNASMART-P geçici olarak taşıtları ağdan çekmektedir. Bir taşıt başlangıç noktasından veya kendisinin herhangi bir orta noktasındaki hedefinden ağa dâhil olduğunda, taşıt kullanıcı davranış kurallarına bağlı olarak ya o anki en iyi rotaya ya da seçilmiş rota kümesinin arasından rastgele bir rotaya atanır. Şekil 5.1 DYNASMART-P’nin mod 1’deki yapısını göstermektedir.



Şekil 5. 2 : DYNASMART-P (Bir Adımlı Simülasyon-Atama Prosedür (Dynasmart-P, 2007)

Mod 2 (İteratif Simülasyon-Atama)

DYNASMART-P, ağdaki zamana bağlı akım yapısının dengesini çözmek için kullanıcıya imkan vermektedir. Aşağıda ikinci modun işletimi için algoritmik bir prosedür tanımlanmaktadır.

Değişkenler ve notasyonlar

i = başlangıç düğümlerinin alt simgesi, $i \in I$,

j = varış düğümlerinin alt simgesi, $j \in J$,

t = o anki mevcut zaman aralığını belirten altsimge, $t = 1, \dots, T$,

h = bir grup seyahat edenlerin başlangıç noktalarındaki seyahat yapısını belirten altsimge, yani aynı orta ve varış noktasına sahip seyahat edenlerin tercih ettiği varış süresi ve aktivite süreci, $h \in H$,

τ = yola çıkış zaman aralığını belirten altsimge, $\tau = 1, \dots, T1$,

k = ağdaki seyahatin i başlangıç noktasından başlayan rotası için altsimge,

r_{ih}^τ = τ yola çıkış zaman aralığı boyunca i başlangıç düğümünden ağa dahil edilmiş h seyahat yapıları seyahatlerin sayısı,

r_{ijk}^τ = τ yola çıkış zaman aralığında ve k rotasına atanan, i başlangıç düğümünden hareket ederek j son (hedef) düğümüne seyahat edenlerin sayısı,

y_{ijk}^τ = τ yola çıkış zaman aralığında ve k rotasına atanan, i başlangıç düğümünden hareket ederek j son (hedef) düğümüne seyahat edenlerin harici sayısı, (hepsi ya da hiçbiri atamasına bağlı olarak k rotasına atanmış seyahat edenlerin sayısı),

T^{ta} = t periyodunun başlangıcında link a üzerindeki seyahat süresi,

x^{ta} = t periyodunun başlangıcında link a üzerinde seyahat edenlerin toplam sayısı.

5.2.1 Problemin ifadesi

Birçok başlangıç düğümlü $i \in I$ ve varış düğümlü $j \in J$, $G(N,A)$ yönlendirilmiş bir grafik ile temsil edilen bir trafik ağı düşünelim. Burada, N düğümler kümesini ve A linkler kümesini temsil etmektedir. Bu ağda, bir düğüm bir seyahatin başlangıç noktasını, varış noktasını ve/veya linklerin kesişim noktasını gösterebilir. T planlama ekseninin veya ilgili periyodun analizini temsil etmekte ve küçük zaman aralıklarına ($t = 1, \dots, T$ ve $\tau = 1, \dots, T1$) ayrılabilir. Burada, t o anki mevcut zaman aralığını belirten altsimge ve τ (başlangıç) zaman aralığını belirten alt simgedir.

Her i başlangıç düğümünde planlama eksenini için aynı h seyahat yapısına sahip seyahat edenlerin sayısı verilmiştir $r_{ih}^\tau \forall i \in I, \forall h \in H$ ve $\forall \tau$. Seyahat edenler, aynı başlangıç, aynı orta varış noktasına, aynı son varış noktasına, yola çıkış zamanına ve her duraklamadaki aktivite sürecine göre tanımlanır. Amaç, bireysel olarak seyahat edenlerin seyahat sürelerini minimize etmek için (veya link ücretlendirmesini göz önüne alma durumunda en az genelleştirilmiş seyahat maliyetini) farklı ağ rotalarındaki taşıtların zamana bağlı atamalarını belirlemektir. Bu yüzden, amaç, τ yola çıkış zaman aralıklarında $\forall i \in I, \forall j \in J$ ve $\tau = 1, \dots, T1$, k rotaları boyunca $k = 1, \dots, k_{ih}$ yola çıkacak h seyahat yapısındaki taşıtların r_{ijk}^τ sayısını bulmaktır.

5.2.2 Çözüm algoritması

Şekil 10.2’de verilen çözüm algoritması, aktivite tabanlı seyahati modellemek, ağdaki trafik etkileşimlerini göstermek ve sistem performansını değerlendirmek için özel trafik simülasyon amaçlı bir sezgisel iteratif prosedürdür. Bu amaçla, DYNASMART-P, seyahat zincirlerini göstermek için geliştirilmiştir. Bu modifikasyonda, taşıtlara aktivite sürecine eşit sürede belirli bir aktivite uygulamak için taşıtların seyahat rotaları üzerindeki orta varış noktalarında ağ dışına çıkmalarına izin verilmektedir. Taşıtlar herhangi bir orta noktada ağ dışında iken, taşıtların ağ üzerindeki trafiğe hiçbir etkisi yoktur. Aktivite bitiminde, seyahat eden, daha önceden belirlenmiş seyahat yapısına göre seyahatini tamamlamak için seyahatini bu noktadan itibaren sürdürecektir. Taşıtlar son hedefine ulaşır ulaşmaz, ağ dışına çıkacaktır. Algoritmanın adımları aşağıda tanımlanmıştır.

Adım 0. Başla. İterasyon sayacını $\iota = 0$ ’a ayarla. Aktivite tabanlı talebi, $r_{ih}^\tau \forall i, \tau$ ve h seyahat yapısını başlangıçtaki uygun rotalar kümesine $k \in k_{ij}$ ata. Burada j, h seyahat planındaki ilk hedef noktasıdır. Bu nedenle, başlangıç çözümü $r_{ijk}^{\tau,0}, \forall i, h, \tau$ ve k .

Adım 1. Yola çıkış zamanları ve rota atamaları $r_{ihk}^{\tau,t}$ kümesi altında, link seyahat süreleri de $T^{ta}, \forall t, a$ dahil olacak şekilde ilgili ağ performansını elde etmek için trafik ağ simülasyonunu uygula. Her düğümdeki yeni talebi de hesapla $r_{ij}^{\tau,t} = \sum_k r_{ijk}^{\tau,t} \forall i, h, \tau$ ve k .

Adım 2. Her yola çıkış τ zaman aralıkları için, her başlangıç-son çiftleri arasındaki rotaların en küçük seyahat süreleri kümesini (veya link ücretlendirmesini göz önüne alma durumunda en küçük genelleştirilmiş seyahat maliyetini) hesapla.

Adım 3. Tüm seyahat istekleri için hepsi ya da hiçbiri atamasını uygula $r_{ij}^{\tau,t}$. Bu, yola çıkış zaman aralıkları için rotalar üzerindeki harici taşıt sayılarını verir $y_{ijk}^{\tau,t}, \forall i, j \text{ ve } \tau$.

Adım 4. k^* 'in, $k^* \in k_{ij}$ olup olmadığını kontrol ederek rotayı güncelle, eğer değilse dahil et, $\forall i \text{ ve } h$. Yeni iterasyon $r_{ijk}^{\tau,t+1}$ için, atamalar ardışık ortalamalar metodu kullanılarak elde edilir, $\forall i, h, \tau \text{ ve } k$.

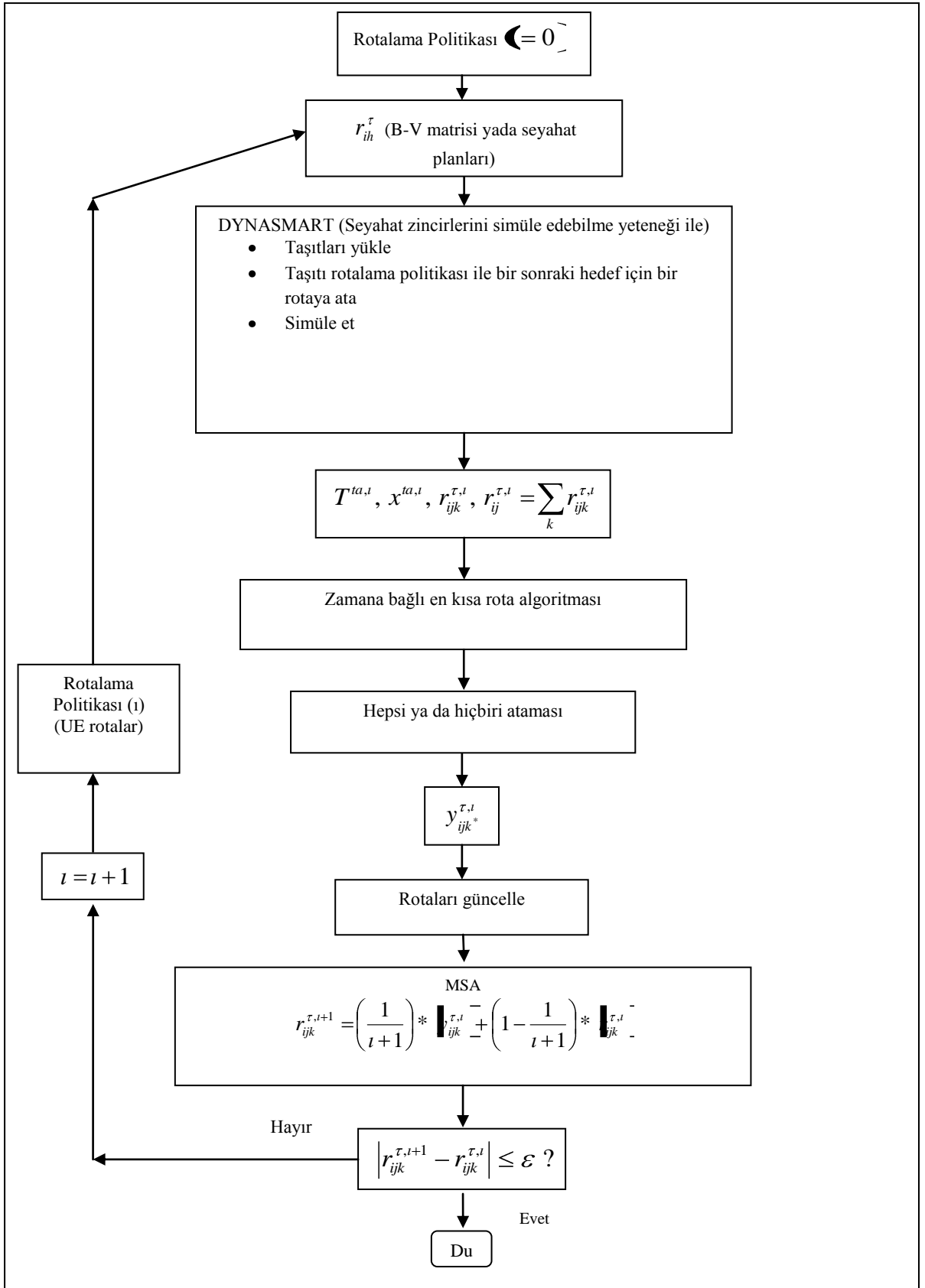
$$r_{ijk}^{\tau,t+1} = \frac{1}{\lfloor +1 \rfloor} * \lfloor r_{ijk}^{\tau,t} \rfloor \left(1 - \frac{1}{\lfloor +1 \rfloor} \right) * \lfloor r_{ijk}^{\tau,t} \rfloor$$

Adım 5. İki ardışık iterasyondan sonra, rotalara ve çeşitli yola çıkış zaman aralıklarında atanan taşıt sayıları farklılıklarına bağlı olarak yakınsama kriterini kontrol et. Bu yüzden, bir sonraki iterasyonun atamaları $r_{ihk}^{\tau,t+1}$, mevcut rota atamaları $r_{ijk}^{\tau,t} \forall i, j, \tau \text{ ve } k$ ile karşılaştırılır:

$$\left| r_{ijk}^{\tau,t+1} - r_{ijk}^{\tau,t} \right| \leq \varepsilon, \text{ burada } \varepsilon \text{ önceden tanımlanmış bir eşittir.}$$

Adım 6. Durumların sayısındaki, $N(\varepsilon)$, yukarıdaki kesin değer, kaydedilen ε 'den daha büyüktür.

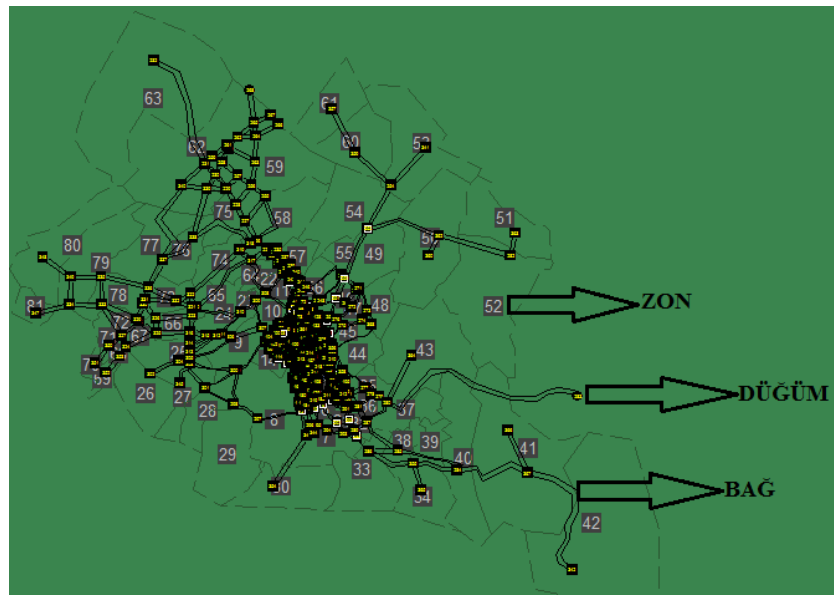
Adım 7. Hata sayısındaki $N(\varepsilon)$, önceden tanımlanmış üst sınırı, Ω , belirle, eğer $N(\varepsilon) \leq \Omega$ ise algoritmayı durdur ve atama programının çözümü olarak yola çıkış zamanları ile rota atamalarını $r_{ijk}^{\tau,t}$ çıkış yap. Diğer yandan, eğer $N(\varepsilon) \geq \Omega$ ise, yakınsama kriteri sağlanmamıştır. İterasyon sayacını arttır ve Adım 1'e yeni rota atamaları $r_{ijk}^{\tau,t+1}$ ile git. (Dynasmart-P, 2007)



Şekil 5. 2 : DYNASMART-P için Çözüm Algoritması (İteratif Kullanıcı Dengesi Prosedürü (Dynasmart-P, 2007))

5.3 Ulaşım Ağının Oluşturulması

Öncelikle Denizli ili kentiçi yol. Bu yol ağı; bağlara, düğümlere ve zonlara bölünmüştür. Düğümler kavşak noktalarını, bağlar düğümlerin birleşimini ve zonlar ise mahalle sınırlarını göstermektedir. Oluşturulan ulaşım ağı 368 adet düğüm, 1135 adet bağ ve 80 zondan meydana gelmektedir. Ulaşım ağındaki yolların sınıfları, şerit sayıları, hız sınırları, kapasite, sinyalize kavşaklardaki faz sayısı, devre süreleri gibi özellikleri program üzerine girilmiştir. Denizli ili kentiçi ulaşım ağını oluşturan bağlar, düğümler ve zonlar Şekil 5.3'de görülmektedir (Denizli Belediyesi Kentiçi ve Yakın Çevre Ulaşım Ana Planı ve Süreç Yönetimi, 2010).



Şekil 5. 3 : Denizli ili kentiçi ulaşım ağı

5.4 Zonlar Arası Yolculuk Talep Matrisinin Oluşturulması

Denizli ilinde 2010 yılında yapılan hane halkı anketlerinden elde edilen 80*80 yolculuk talep matrisi öncelikle türel dağılıma göre otomobil, otobüs, minibüs ve servisle yapılan seyahatlere göre ayrılarak dört adet taşıt türlerine göre yolculuk talep matrisleri oluşturulmuştur. Bu matrisler Ek 2'de verilmiştir. Denizli'de şehiriçi türel ayırım değerleri Tablo 5.1'de görülmektedir. Taşıt türlerinin dağılımına göre oluşturulan yolculuk talep matrisleri taşıtların kapasite değerlerine bölünerek seyahatler için gerekli olan talep matrisleri oluşturulmuştur.

Bu matrislerin oluşturulması için taşıtların kapasite değerleri otomobil için 1,3, minibüs için 14, otobüs için 50, servis için ise 30 alınmıştır. Daha sonra herbir taşıt talep matrisi birim otoyola dönüştürülerek tek bir talep matrisi oluşturulmuştur.

Çalışma alanında yapılan hane halkı anketlerinden elde edilen yolculuk talep matrisinin tüm gün içindeki dağılımı incelendiğinde yolculukların en yoğun olarak yapıldığı saat diliminin sabah saat 07.00 ile saat 08.00 arasında olduğu ölçülmüştür. Bu saat dilimindeki yolculuk tüm gün içindeki yolculuğun % 18'i bu saat diliminde gerçekleşmektedir. Sabah saat 08.00 ile 09.00 arasındaki yolculukların da tüm gün içindeki yolculuğun % 12'si gerçekleşmektedir. Bu nedenle, zirve saatlerdeki trafik hacimlerini bulmak için çalışma alanını kapsayan ulaşım ağı üzerinde yolculuk talep matrisinin % 18'i ve % 12'si programa işlenerek iki saatlik dinamik trafik ataması yapılmıştır.

Tablo 5. 1 : Denizli'de Türel Dağılım (Denizli Belediyesi Kentiçi ve Yakın Çevre Ulaşım Ana Planı ve Süreç Yönetimi, 2010)

Taşıt Tipi	%
Yaya	37
Servis	12
Otomobil	18
Minibüs	18
Otobüs	14
Motorsiklet	1

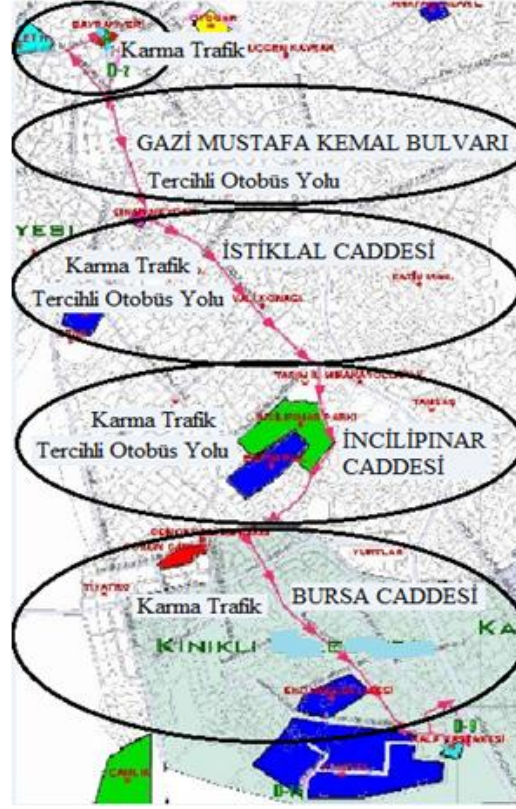
6. OTOBÜS HATTI ANALİZ MODELLERİ

Bu bölümde Denizli ilinde mevcut kentiçi toplu taşıma hatları arasından güzergahı boyunca hem karma trafiğin hem de tercihli otobüs hattının çalışacağı 25 nolu güzergah seçilmiş ve bu güzergah üzerinde o hatta ait hız, hacim ve yoğunluk değerleri hesaplanmış ve aralarındaki ilişki değerlendirilmiştir.

6.1 Çalışmanın Uygulama Alanı

Çalışma kapsamında, mevcut kentiçi toplu taşıma güzergahları arasından 25 numaralı hat değerlendirilmiştir. Bu güzergahda hem karma trafikte otobüsler çalışmakta hem de tercihli otobüs hattı çalışacağı için bu hat öncelikli olarak değerlendirilmiştir. Bu hat Kampüs, Bursa Caddesi, İncilipınar Caddesi, İstiklal Caddesi ve Gazi Mustafa Kemal Bulvarı boyunca devam etmektedir. Şekil 6.1’de 25 numaralı otobüs güzergahının geçtiği caddeler ve hangi caddeler üzerinde karma trafik ve tercihli otobüs yolunun çalışacağı görülmektedir. Çalışma kapsamında bu hattın değerlendirilmesinin başlıca nedeni Gazi Mustafa Kemal Bulvarı üzerinde bulunan Bayramyeri ve Çınar bölgelerinin kentin merkezi olmasıdır. Bu alanda işyerlerinin ve ticari faaliyetlerin fazla olması bu bölgeye olan yolculuk talebini arttırmaktadır. Bu bölge çok sayıda yolculuk çektiği gibi diğer zonlara da fazla sayıda yolculuk üretmektedir. Çünkü Denizli ilinde çalışan otobüs hatlarının tamamına yakınının başlangıç noktası Bayramyeri’dir. Bu hattın varış noktası olan Kampüs bölgesi öğrencilerin yoğun olarak yaşadığı ve üniversitenin bulunduğu alan olması nedeniyle bu bölgenin ürettiği ve çektiği yolculuk miktarı da fazladır. Ayrıca seçilen bu güzergahın bir bölümü üzerinde yakın zamanda Denizli ilinde çalışacak tercihli otobüs hattı geçecektir. Tercihli otobüs hattı Şekil 6.2’de görülmektedir. Güzergah boyunca belirli kesitlerde 25 numaralı güzergahın belirli bir kısmı tercihli otobüs yolu ile çakışacak, belirli bir kısmı ise sadece tercihli otobüs yolu olacaktır. Tercihli otobüs yolu düzenlemesinde temel amaç; kentiçi ulaşımı sağlayan otobüslerin ortalama hızlarının düşük ve gecikmelerin fazla olması sebebiyle insanların özel araç kullanımına yönelmiş olmalarıdır. Buna bağlı olarak kentlerde

hız ve konfor yönünden yüksek kapasiteli tercihli otobüs hattı uygulamaları planlanmaya başlamıştır.



Şekil 6. 1 : 25 numaralı otobüs güzergahı
(<http://www.denizli.bel.tr/otobusguzergahlari/guzergahlar/25.hat.jpg>)



Şekil 6. 2 : Tercihli otobüs güzergahı (Denizli Belediyesi Kentiçi ve Yakın Çevre Ulaşım Ana Planı ve Süreç Yönetimi, 2010)

Şekil 6.1’de görüldüğü üzere seçilen güzergah üç adet cadde ve bir adet bulvardan oluşmaktadır. Güzergahın toplam uzunluğu 9350 m’dir. Tercihli otobüs yolunun 6200 m’lik kısmı bu güzergah üzerinden geçecektir. Güzergah boyunca devam eden Bursa Caddesinde karma trafik, İncilipınar ve İstiklal Caddesinde tercihli otobüs yolu ile içerisinde otobüsün olmadığı karma trafik, Gazi Mustafa Kemal Bulvarında ise Denizli Valiliğine kadar sadece tercihli otobüs yolu geçecek, diğer taşıtlara trafik kapatılacaktır. Denizli Valiliğinden Bayramyerine kadar tekrar karma trafik çalışacaktır.

Şekil 6.2’de tercihli otobüs hattı görülmektedir. Tercihli otobüs hattının 25 numaralı güzergah ile kesişen bölümü yuvarlak içinde gösterilmiştir. Kentiçi ulaşımı sağlayan 24 adet otobüs hattı bu tercihli otobüs hattının çalışacağı güzergah üzerinde hareket etmektedir. Bu hatlar;

- 1 Numaralı Hat (Öğretmen evi – TOKİ),
- 2 Numaralı Hat (B.Yeri – Kiremitçi),
- 4 Numaralı Hat (Öğretmen evi – Kalp Merkezi),
- 5 Numaralı Hat (Öğretmen evi – Eskihisar),
- 6 Numaralı Hat (Öğretmen evi – Kayhan),
- 7 Numaralı Hat (Öğretmen evi – Karakova),
- 8 Numaralı Hat (Çınar – Karşıyaka),
- 12 Numaralı Hat (Özel İdare – Kampüs),
- 14 Numaralı Hat (E. Garaj – Gökpınar),
- 15 Numaralı Hat (Şirinköy – B.Yeri),
- 16 Numaralı Hat (Özel İdare – Kampus),
- 18 Numaralı Hat (B.Yeri – 1200 Evler),
- 19 Numaralı Hat (E. Garaj – Gökpınar),
- 20 Numaralı Hat (B.Yeri – Yenişehir),
- 22 Numaralı Hat (E. Garaj – Gökpınar),
- 23 Numaralı Hat (E. Garaj – Kampüs),
- 24 Numaralı Hat (B.Yeri – Yeşilköy),
- 25 Numaralı Hat (Ö. İdare – Kampus),
- 27 Numaralı Hat (B.Yeri – MESKA),
- 29 Numaralı Hat (1200 Evler – B.Yeri),
- 30 Numaralı Hat (B.Yeri – Yenişehir),
- 31 Numaralı Hat (Özel İdare – Kampus),
- 33 Numaralı Hat (B.Yeri – Üçler) ve,
- 34 Numaralı Hat (Üçler – Kampus)’dır.

Yapılan etüd çalışmaları sonucunda bu hatların ortalama taşıdıkları yolcu sayıları ve gün içerisinde yaptıkları sefer sayıları Tablo 6.1’de verilmiştir.

Tablo 6. 1 : Tercihli otobüs hattı üzerinde çalışan otobüslerin gün içinde taşıdıkları toplam yolcu sayıları

HAT NUMARALARI	GİDİŞ YÖNÜ			DÖNÜŞ YÖNÜ		
	YOLCU SAYISI	SEFER SAYISI	TOPLAM YOLCU SAYISI	YOLCU SAYISI	SEFER SAYISI	TOPLAM YOLCU SAYISI
1	10	29	290	17	29	483
2	8	14	107	7	13	91
4	12	12	148	10	12	120
5	19	41	779	38	41	1572
6	14	14	191	19	14	266
7	29	33	968	25	33	825
8	28	35	992	45	34	1519
12	38	34	1292	30	33	990
14	35	33	1144	25	33	825
15	22	14	313	39	14	551
16	22	16	352	27	16	437
18	32	23	744	35	24	840
19	33	34	1111	35	34	1190
20	34	27	918	25	26	659
22	41	30	1230	32	30	960
23	21	36	768	36	36	1308
24	36	34	1213	25	33	825
25	32	33	1056	35	32	1120
27	13	32	405	15	32	480
29	27	34	907	24	33	803
30	31	36	1128	37	37	1381
31	46	14	649	40	15	605
33	44	37	1628	65	37	2393
34	68	37	2516	69	36	2472
	TOPLAM		20848	TOPLAM		22714

Tablo 6.1’de görüldüğü üzere tercihli otobüs hattı üzerinde çalışan 24 adet otobüs hattının gün içerisinde gidiş ve dönüş yönünde taşıdığı ortalama toplam yolcu sayısı 43562’dir.

Oluşturulan bu planlama kapsamında 25 numaralı güzergah dört kesite ayırarak her bir kesit çalışma prensibine göre ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu kesitler değerlendirilirken karma trafiğin çalıştığı kesitlerde otomobil, otobüs, minibüs ve servislerin hareket ettiği, tercihli otobüs yolunun çalıştığı kesitte sadece otobüslerin hareket ettiği, karma trafik ve tercihli otobüs yolunun beraber çalıştığı kesitlerde; karma trafik için otomobil, minibüs ve servis, tercihli otobüs yolu için sadece otobüslerin çalıştığı kabulü yapılmıştır.

6.2 Çalışma Alanında Seyahatlerin Taşıt Türlerine Gore Dağılımı

Güzergah üzerinde belirlenen kesitler için hız, hacim ve yoğunluk değerlerinin hesaplanabilmesi için kentiçi ulaşım ağında hareket eden otomobil, minibüs, otobüs ve servis dağılımlarının bilinmesi gerekmektedir. Bu dağılımı bulmak için kentte zirve saat olan sabah 07.00 ve 08.00 arasında yoğunluğun fazla olduğu İncilipınar Caddesi ve Demokrasi Meydanına bağlanan Doğan Demircioğlu Caddesi üzerinde trafik sayımları yapılmıştır. Sayımların yapıldığı İncilipınar Caddesi ve Doğan Demircioğlu Caddesi Şekil 6.3 ve Şekil 6.4’de görülmektedir.



Şekil 6. 3 : Doğan Demircioğlu Caddesi üzerinde trafik sayım bölgesi



Şekil 6. 4 : İncilipınar Caddesi üzerinde trafik sayım bölgesi

Sabah zirve saatlerde iki cadde üzerinde yapılan trafik sayım sonucunda bulunan taşıt sayıları Tablo 6.2 ve Tablo 6.3’de verilmiştir.

Tablo 6. 2 : Doğan Demircioğlu Cadde’sinde bir saatlik trafik sayım sonuçları

Taşıt Türü	Taşıt Sayısı	%
Otomobil	140	61
Minibüs	58	25
Otobüs	8	4
Servis	22	10
TOPLAM	228	

Tablo 6. 3 : İncilipınar Cadde’sinde bir saatlik trafik sayım sonuçları

Taşıt Türü	Taşıt Sayısı	%
Otomobil	167	68
Minibüs	54	22
Otobüs	4	2
Servis	22	9
TOPLAM	247	

Sayım sonucunda bulunan taşıt sayıları kullanılarak kentte seyahatlerde kullanılan taşıt türleri için hesaplanan dağılımların ortalaması alınarak hız, hacim ve yoğunluk hesaplarında kullanılacak oranlar bulunmuştur. Hesaplamalarda kullanılacak taşıt türleri oranları Tablo 6.4’de verilmiştir.

Tablo 6. 4 : Çalışma alanında seyahatlerin taşıt türlerine göre dağılımı

Taşıt Tipi	%
Otomobil	65
Minibüs	23
Otobüs	3
Servis	9

6.3 Güzergah Üzerinde Hız – Hacim – Yoğunluk Değerlerinin Hesaplanması

Güzergah boyunca oluşturulan kesitler, trafik koşullarına göre ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu koşullar;

-bir kesit üzerinde sadece karma trafik; (Bursa Caddesi),

-bir kesit üzerinde sadece tercihli otobüs hattı; (Gazi Mustafa Kemal Bulvarı),

-karma trafik ve tercihli otobüs hattı aynı kesit üzerinde; (İncilipınar ve İstiklal Caddeleri).

Yapılan etüd çalışmaları sonucunda karma trafikte 25 numaralı güzergahın ortalama hızı 24 km/sa olduğu hesaplanmış ve analiz hesaplamalarında bu değer kullanılmıştır. Tercihli otobüs hattı üzerinde ise ortalama hız için 50 km/sa kabulü yapılmıştır.

Bu ortalama hızlara karşılık gelen hacim değeri, DYNASMART-P simülasyon programı kullanılarak yapılan dinamik trafik atama sonucunda kesit üzerinde bulunan bağlara ait hacimlerinden en büyük olanı alınmıştır.

Güzergah üzerinde trafikte çalışma koşullarına göre belirlenen kesitlerin , trafik akımında temel ilişkilerinin hesabı aşağıda verilmiştir.

- **Bursa Caddesi:**

Çalışma kapsamında 25 numaralı güzergah üzerinde bulunan Bursa Caddesi boyunca sadece karma trafik çalışmaktadır. Bu kesit üzerinde tercihli otobüs hattı bulunmamaktadır.

Öncelikli olarak kesit üzerinde tıkanıklık yoğunluğu hesaplanmıştır. Bu hesaplama için taşıt uzunlukları otomobil için 5 m, minibüs için 7 m, servis için 10 m ve otobüs için 12 m olarak alınmıştır.

Bursa Caddesi boyunca tıkanıklık yoğunluğu (k_j) hesabı:

$$0,65*x*5 + 0,23*x*7 + 0,09*x*10 + 0,03*x*12 = 6,12x$$

$$6,12x = 1000$$

$$x = k_j = 163,400 \text{ ta/km}$$

Bursa caddesini oluşturan bağlar, bağların özellikleri ve bu bağlara yapılan dinamik trafik atama sonucunda bulunan trafik hacim değerleri Tablo 6.5’de görülmektedir.

Tablo 6. 5 : Bağların özellikleri, uzunlukları ve trafik hacim değerleri

Yol Adı – Yön Durumu	Yön	Yol üzerindeki bağlar	Şerit Sayısı (şe/yön)	Bağ uzunlukları (m)	Hacim (ta/sa/şe)
Bursa Caddesi	K293→K182	K293- K292	1	745	192
		K292- K009	1	1384	299
		K009- K182	1	392	422

Tablo 6.5’de görülen bağ isimleri (Ör: K293→K182) Denizli ili kentiçi ulaşım ağına uygulanan dinamik trafik ataması amacıyla kullanılan Dynasmart-P simülasyon programından alınmıştır. Tablo 6.5’de görüldüğü üzere bu kesitte trafik hacmi 422 ta/sa/şe olarak bulunmuştur. Ortalama hıza karşılık gelen yoğunluk değeri $q=u*k$ denkleminde hesaplanmıştır.

Bursa Caddesi boyunca ortalama hıza karşılık gelen yoğunluk hesabı:

$$422 = 24*k \text{ ise } k = 17,58 \text{ ta/km}$$

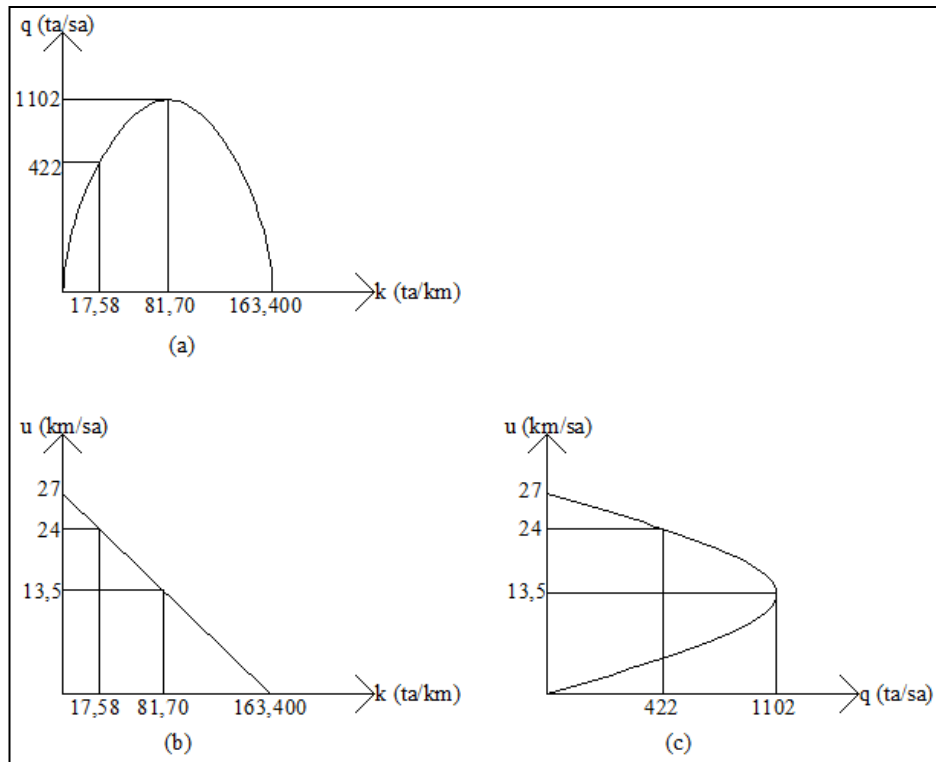
Bursa caddesi boyunca serbest akım hızı (u_f) hesabı:

$$\frac{u_f - 24}{17,58} = \frac{u_f}{163,400} \rightarrow u_f = 27 \text{ km/sa}$$

Bursa caddesi boyunca maksimum trafik hacim (q_{maks}) hesabı:

$$\frac{u_f}{2} * \frac{k_j}{2} = \frac{27}{2} * \frac{163,400}{2} = q_{maks} = 1102 \text{ ta/sa}$$

Karma trafikte hesaplanan trafik bağıntı değerleri ve birbirleriyle olan ilişkileri Şekil 6.5’de görülmektedir.



Şekil 6.5 : Bursa Caddesinde karma trafik için hesaplanan trafik bağıntıları

Şekil 6.5 (a)'da görüldüğü gibi trafik yoğunluğu arttıkça güzergahtaki hacim değerleri de artmıştır. Bu artış güzergah üzerinden geçebilecek en fazla taşıt sayısına kadar devam etmiştir. Yoğunluk arttıkça hacim değeri azalmış ve bu azalma tıkanıklık yoğunluğu olan 163,400 ta/km'e kadar devam etmiştir.

Şekil 6.5 (b)'de görüldüğü gibi hız ve yoğunluk arasındaki ilişki doğrusal olarak azalmaktadır. Trafik yoğunluğunun 17,58 ta/km ve hızın 24 km/sa olduğu kısımlar serbest akım şartlarını sağlamaktadır. Güzergahtaki taşıt sayısı arttıkça araçların takip mesafesi azalacak ve hızda azalma meydana gelecektir. Bu caddede tıkanıklık yoğunluğu 163,400 ta/km olarak hesaplanmıştır.

Şekil 6.5 (c)'de görüldüğü gibi belirli bir süreye kadar hız ve trafik hacmi beraber artış göstermiştir. Güzergah maksimum trafik hacim değerine ulaştıktan sonra hız artmaya devam etmiş ve trafik hacmi azalmıştır. Güzergah üzerinde maksimum trafik hacim noktasının biraz altında ve üstünde kararsız akım oluşmaktadır. Mevcut güzergahın maksimum trafik hacmi 1102 ta/sa olarak bulunmuştur. Trafik hacmi 1102 ta/sa üzerine çıktığında zorlamalı akım meydana gelecek trafikte duraklamalar ve kuyruklar oluşacaktır.

- **İncilipınar ve İstiklal Caddesi:**

Çalışma kapsamında 25 nolu güzergah üzerinde bulunan İncilipınar ve İstiklal Caddeleri boyunca tercihli otobüs yolu ve karma trafik beraber çalışmaktadır. İncilipınar ve İstiklal Caddelerini oluşturan bağlar, bağların özellikleri ve bu bağlarda atama sonucunda bulunan trafik hacim değerleri Tablo 6.6'da görülmektedir.

Tablo 6. 6 : Bağların özellikleri, uzunlukları ve trafik hacim değerleri

Yol Adı – Yön Durumu	Yön	Yol üzerindeki bağlar	Şerit Sayısı (şe/yön)	Bağ uzunlukları (m)	Hacim (ta/sa/şe)
İncilipınar Caddesi	K182→K031	K182-K183	1	116	132
		K183-K030	1	163	210
		K030-K211	1	312	138
		K211-K187	1	262	135
		K187-K189	1	468	126
		K189-K032	1	258	159
		K032-K031	1	553	162
	K031→K182	K031-K032	1	116	69
		K032-K189	1	163	192
		K189-K187	1	312	207
		K187-K211	1	262	436

Tablo 6. 7 : Bağların özellikleri, uzunlukları ve trafik hacim değerleri (devam)

		K211-K030	1	468	492
		K030-K183	1	258	643
		K183-K182	1	553	225
İstiklal Caddesi	K031→K038	K031-K071	2	111	183
		K071-K199	2	88	134
		K199-K200	2	259	123
		K200-K035	2	242	170
		K035-K036	2	674	309
		K036-K137	2	126	399
		K137-K147	2	283	269
		K147-K134	2	32	294
		K134-K038	2	319	137
	K038→K031	K038-K134	2	111	126
		K134-K147	2	88	129
		K147-K137	2	259	199
		K137-K036	2	242	159
		K036-K035	2	674	198
		K035-K200	2	126	134
		K200-K199	2	283	178
		K199-K071	2	32	184
		K071-K031	2	319	143

Tablo 6.6'da İncilipınar ve İstiklal Cadde'lerinden tercihli otobüs yolunun geçeceği bağlar sarı renk ile görülmektedir. Tercihli otobüs yolu üzerinde trafik hacmi 643 ta/sa olarak bulunmuştur. Ortalama hıza karşılık gelen yoğunluk değeri $q=u*k$ denkleminde hesaplanmıştır.

İncilipınar ve İstiklal Cadde'leri boyunca ortalama hıza karşılık gelen yoğunluk hesabı:

$$643 = 50*k \text{ ise } k = 12,86 \text{ ta/km}$$

Bu bağlar üzerinden sadece otobüsler geçeceği için otobüs yüzdesi %100, diğer taşıt türleri % 0 alınacaktır.

İncilipınar ve İstiklal Cadde'leri boyunca tıkanıklık yoğunluğu (k_j) hesabı:

$$1*x*12 = 12x$$

$$12x=1000$$

$$x= k_j=83,33 \text{ ta/km}$$

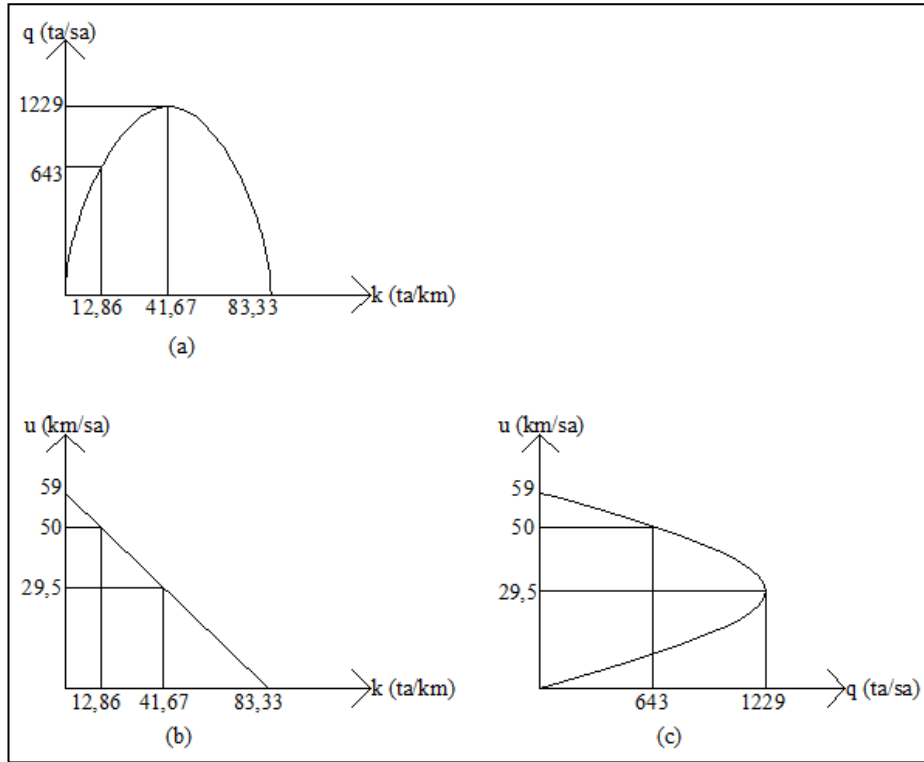
İncilipınar ve İstiklal Cadde'leri boyunca serbest akım hızı (u_f) hesabı:

$$\frac{uf - 50}{12,86} = \frac{uf}{83,33} \rightarrow uf = 59 \text{ km/sa}$$

İncilipınar ve İstiklal Cadde'leri boyunca maksimum trafik hacim (q_{maks}) hesabı:

$$\frac{uf}{2} * \frac{kj}{2} = \frac{59}{2} * \frac{83,33}{2} = q_{\text{maks}} = 1229 \text{ ta/sa}$$

Tercihli otobüs yolun geçtiği bağlarda hesaplanan trafik bağıntı değerleri Şekil 6.6'da görülmektedir.



Şekil 6. 6 : İncilipınar ve İstiklal Cadde'lerinde tercihli otobüs yolu için hesaplanan trafik bağıntıları

Şekil 6.6 (a)'da görüldüğü gibi trafik yoğunluğu arttıkça güzergahtaki hacim değerleri de artmıştır. Bu artış güzergah üzerinden geçebilecek en fazla taşıt sayısına kadar devam etmiştir. Yoğunluk arttıkça hacim değeri azalmış ve bu azalma tıkanıklık yoğunluğu olan 83,33 ta/km'e kadar devam etmiştir.

Şekil 6.6 (b)'de görüldüğü gibi hız ve yoğunluk arasındaki ilişki doğrusal olarak azalmaktadır. Trafik yoğunluğunun 12,86 ta/km ve hızın 50 km/sa olduğu kısımlar serbest akım şartlarını sağlamaktadır. Güzergahtaki taşıt sayısı arttıkça araçların takip mesafesi azalacak ve hızda azalma meydana gelecektir. Bu caddede tıkanıklık yoğunluğu 83,33 ta/km olarak hesaplanmıştır.

Şekil 6.6 (c)'de görüldüğü gibi belirli bir süreye kadar hız ve trafik hacmi beraber artış göstermiştir. Güzergah maksimum trafik hacim değerine ulaştıktan sonra hız artmaya devam etmiş ve trafik hacmi azalmıştır. Güzergah üzerinde maksimum trafik hacim noktasının biraz altında ve üstünde kararsız akım oluşmaktadır. Mevcut güzergahın maksimum trafik hacmi 1229 ta/sa olarak bulunmuştur. Trafik hacmi 1229 ta/sa üzerine çıktığında zorlamalı akım meydana gelecek trafikte duraklamalar ve kuyruklar oluşacaktır.

Tablo 6.6'da İncilipınar ve İstiklal Cadde'lerinde otobüsler olmadan karma trafiğin geçeceği bağlar görülmektedir. Bu bağlar üzerinde maksimum trafik hacmi bir şeritte 399 ta/sa/şe olarak bulunmuştur. Bu kesit 2 şeritli olduğu için trafik hacmi 798 ta/sa olarak hesaplanmıştır.

İncilipınar ve İstiklal Cadde'leri boyunca ortalama hıza karşılık gelen yoğunluk hesabı:

$$798 = 24 * k \text{ ise } k = 33,25 \text{ ta/km}$$

Bu kesitte sadece otomobil, minibüs ve servis araçlarının hareket etmektedir. Otobüs oranı %0 alınmıştır. Çünkü aynı kesitte otobüs için ayrı tercihli yol bulunmaktadır. Bu nedenle Tablo 6.2 ve Tablo 6.3'de sayım sonucunda elde edilen toplam taşıt sayıları, Tablo 6.4'de taşıt türlerinin dağılım oranları kullanılarak otomobil, minibüs ve servis oranları düzenlenerek toplamı %100'e tamamlanmıştır. Tablo 6.6'da taşıt türlerinin otobüs yüzdesi sıfır alınarak düzenlenmiş türel dağılım yüzdeleri görülmektedir.

Tablo 6. 8 : Taşıt türlerinin düzenlenmiş türel dağılım yüzdeleri

Trafik Sayımları Sonucu Bulunan Toplam Taşıt Sayısı	Taşıt Türü	Taşıt Türlerinin Dağılımı (%)	Taşıt Sayısı	Düzeltilmiş Taşıt Türlerinin (%)'leri
475	Otomobil	65	309	67
	Otobüs	3	0	0
	Minibüs	23	109	24
	Servis	9	43	9
	TOPLAM		461	

İncilipınar ve İstiklal Cadde'leri boyunca tıkanıklık yoğunluğu (k_j) hesabı:

$$0,67*x*5 + 0,24*x*7 + 0,09*x*10 = 4,76x$$

$$5,93x=1000$$

$$x = k_j = 168,634 \text{ ta/km}$$

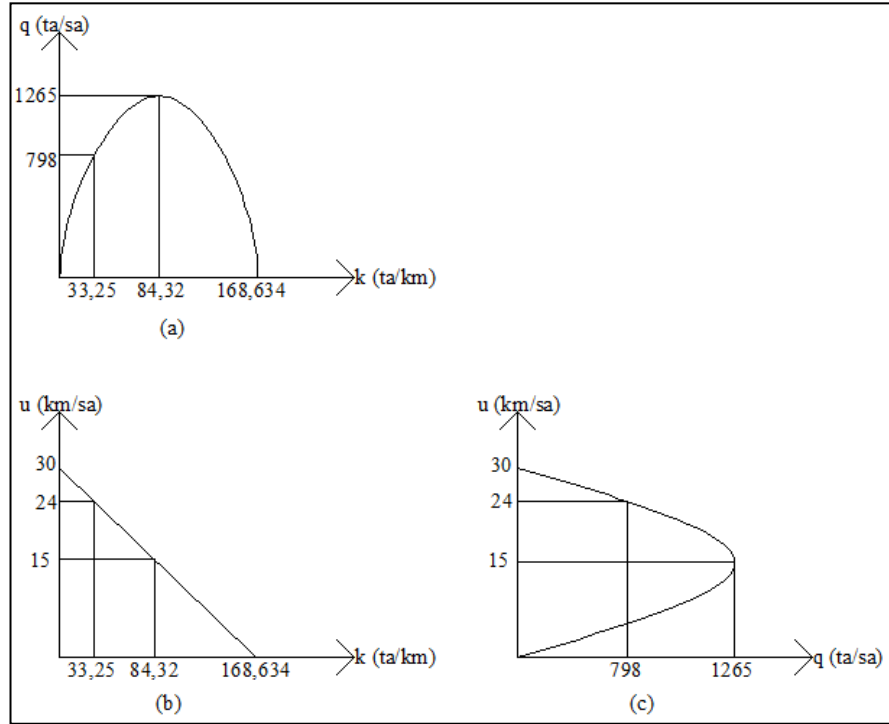
İncilipınar ve İstiklal Cadde'leri boyunca serbest akım hızı (u_f) hesabı:

$$\frac{u_f - 24}{33,25} = \frac{u_f}{168,634} \rightarrow u_f = 30 \text{ km/sa}$$

İncilipınar ve İstiklal Cadde'leri boyunca maksimum trafik hacim (q_{maks}) hesabı:

$$\frac{u_f}{2} * \frac{k_j}{2} = \frac{30}{2} * \frac{168,634}{2} = q_{\text{maks}} = 1265 \text{ ta/sa}$$

Karma trafiğin geçtiği bağılarda hesaplanan trafik bağıntı değerleri Şekil 6.7'de görülmektedir.



Şekil 6.7 : İncilipınar ve İstiklal Cadde'lerinde karma trafik için hesaplanan trafik bağıntıları

Şekil 6.7 (a)'da görüldüğü gibi trafik yoğunluğu arttıkça güzergahtaki hacim değerleri de artmıştır. Bu artış güzergah üzerinden geçebilecek en fazla taşıt sayısına

kadar devam etmiştir. Yoğunluk arttıkça hacim değeri azalmış ve bu azalma tıkanıklık yoğunluğu olan 168,634 ta/km'e kadar devam etmiştir.

Şekil 6.7 (b)'de görüldüğü gibi hız ve yoğunluk arasındaki ilişki doğrusal olarak azalmaktadır. Trafik yoğunluğunun 33,25 ta/km ve hızın 24 km/sa olduğu kısımlar serbest akım şartlarını sağlamaktadır. Güzergahtaki taşıt sayısı arttıkça araçların takip mesafesi azalacak ve hızda azalma meydana gelecektir. Bu caddede tıkanıklık yoğunluğu 168,634 ta/km olarak hesaplanmıştır.

Şekil 6.7 (c)'de görüldüğü gibi belirli bir süreye kadar hız ve trafik hacmi beraber artış göstermiştir. Güzergah maksimum trafik hacim değerine ulaştıktan sonra hız artmaya devam etmiş ve trafik hacmi azalmıştır. Güzergah üzerinde maksimum trafik hacim noktasının biraz altında ve üstünde kararsız akım oluşmaktadır. Mevcut güzergahın maksimum trafik hacmi 1265 ta/sa olarak bulunmuştur. Trafik hacmi 1265 ta/sa üzerine çıktığında zorlamalı akım meydana gelecek trafikte duraklamalar ve kuyruklar oluşacaktır.

- **Gazi Mustafa Kemal Bulvarı:**

Çalışma kapsamında 25 numaralı güzergah üzerinde bulunan Gazi Mustafa Kemal Bulvarı boyunca tercihli otobüs yolu ve karma trafik belirli bağlarda ayrı ayrı çalışmaktadır. Mustafa Kemal Bulvarını oluşturan bağlar, bağların özellikleri ve bu bağlarda atama sonucunda bulunan trafik hacim değerleri Tablo 6.8'de görülmektedir.

Tablo 6.9 : Bağların özellikleri, uzunlukları ve trafik hacim değerleri

Yol Adı – Yön Durumu	Yön	Yol üzerindeki bağlar	Şerit Sayısı (şe/yön)	Bağ uzunlukları (m)	Hacim (ta/sa/şe)
Gazi Mustafa Kemal Bulvarı	K038→K048	K038-K074	2	555	299
		K074-K077	2	358	277
		K077-K043	2	114	309
		K043-K045	2	262	249
		K045-K048	2	428	186
		K048-K052	2	529	397

Tablo 6.8'de Gazi Mustafa Kemal Bulvarı'nda sadece tercihli otobüs yolunun geçeceği bağlar sarı renk ile görülmektedir. Tercihli otobüs yolu üzerinde trafik

hacmi 309 ta/sa/şe olarak bulunmuştur. Bu kesit 2 şeritli olduğu için trafik hacmi 618 ta/sa olarak hesaplanmıştır.

Gazi ustafa Kemal Bulvarı boyunca ortalama hıza karşılık gelen yoğunluk hesabı:

$$618 = 50 * k \text{ ise } k = 12,36 \text{ ta/km}$$

Bu bağlar üzerinden sadece otobüsler geçeceği için otobüs yüzdesi %100, diğer taşıt türleri % 0 alınacaktır.

Gazi Mustafa Kemal Bulvarı boyunca tıkanıklık yoğunluğu (k_j) hesabı:

$$1 * x * 12 = 12x$$

$$12x = 1000$$

$$x = k_j = 83,33 \text{ ta/km}$$

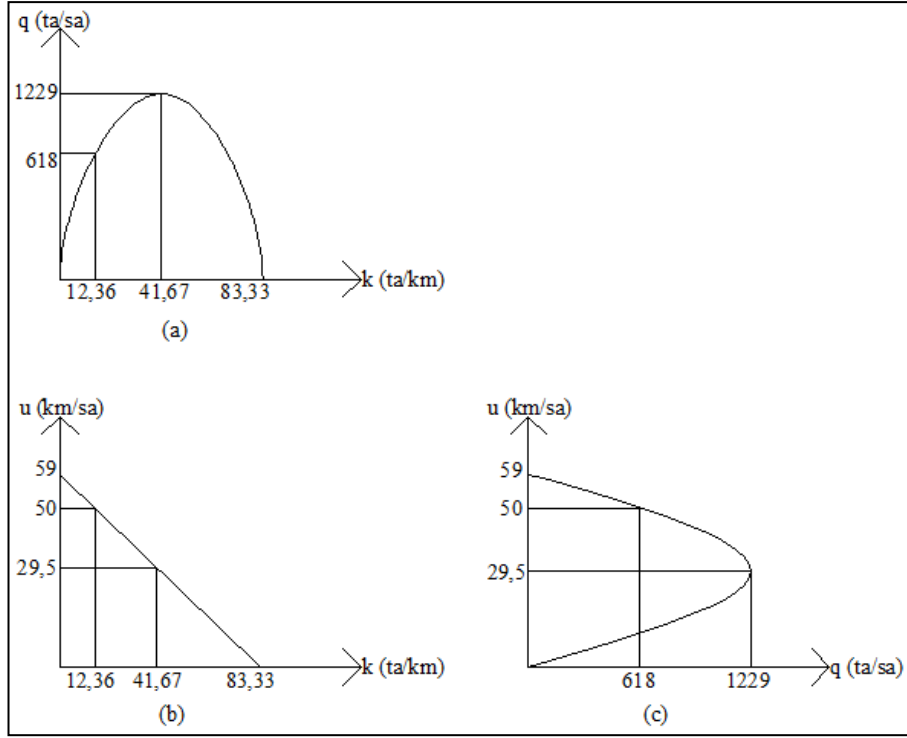
Gazi Mustafa Kemal Bulvarı boyunca serbest akım hızı (u_f) hesabı:

$$\frac{u_f - 50}{12,36} = \frac{u_f}{83,33} \rightarrow u_f = 59 \text{ km/sa}$$

İncilipınar ve İstiklal Caddesi boyunca maksimum trafik hacim (q_{maks}) hesabı:

$$\frac{u_f}{2} * \frac{k_j}{2} = \frac{59}{2} * \frac{83,33}{2} = q_{maks} = 1229 \text{ ta/sa}$$

Tercihli otobüs yolunun geçtiği bağlarda hesaplanan trafik bağıntı değerleri Şekil 6.12'de görülmektedir.



Şekil 6. 8 : Gazi Mustafa Kemal Bulvarında tercihli otobüs yolu için hesaplanan trafik bağıntıları

Şekil 6.8 (a)'da görüldüğü gibi trafik yoğunluğu arttıkça güzergahtaki hacim değerleri de artmıştır. Bu artış güzergah üzerinden geçebilecek en fazla taşıt sayısına kadar devam etmiştir. Yoğunluk arttıkça hacim değeri azalmış ve bu azalma tıkanıklık yoğunluğu olan 83,33 ta/km'e kadar devam etmiştir.

Şekil 6.8 (b)'de görüldüğü gibi hız ve yoğunluk arasındaki ilişki doğrusal olarak azalmaktadır. Trafik yoğunluğunun 12,36 ta/km ve hızın 50 km/sa olduğu kısımlar serbest akım şartlarını sağlamaktadır. Güzergahtaki taşıt sayısı arttıkça araçların takip mesafesi azalacak ve hızda azalma meydana gelecektir. Bu caddede tıkanıklık yoğunluğu 83,333 ta/km olarak hesaplanmıştır.

Şekil 6.8(c)'de görüldüğü gibi belirli bir süreye kadar hız ve trafik hacmi beraber artış göstermiştir. Güzergah maksimum trafik hacim değerine ulaştıktan sonra hız artmaya devam etmiş ve trafik hacmi azalmıştır. Güzergah üzerinde maksimum trafik hacim noktasının biraz altında ve üstünde kararsız akım oluşmaktadır. Mevcut güzergahın maksimum trafik hacmi 1229 ta/sa olarak bulunmuştur. Trafik hacmi 1229 ta/sa üzerine çıktığında zorlamalı akım meydana gelecek trafikte duraklamalar ve kuyruklar oluşacaktır.

Tablo 6.8’de görüldüğü üzere karma trafik olduğu kesitte trafik hacmi 397 ta/sa/şe olarak bulunmuştur. Bu kesit 2 şeritli olduğu için trafik hacmi 794 ta/sa olarak hesaplanmıştır.

Gazi Mustafa Kemal Bulvarı boyunca ortalama hıza karşılık gelen yoğunluk hesabı:

$$794 = 24 * k \text{ ise } k = 33,08 \text{ ta/km}$$

Gazi Mustafa Kemal Bulvarı boyunca tıkanıklık yoğunluğu (k_j) hesabı:

$$0,65 * x * 5 + 0,23 * x * 7 + 0,09 * x * 10 + 0,03 * x * 12 = 6,12x$$

$$6,12x = 1000, \quad x = k_j = 163,400 \text{ ta/km}$$

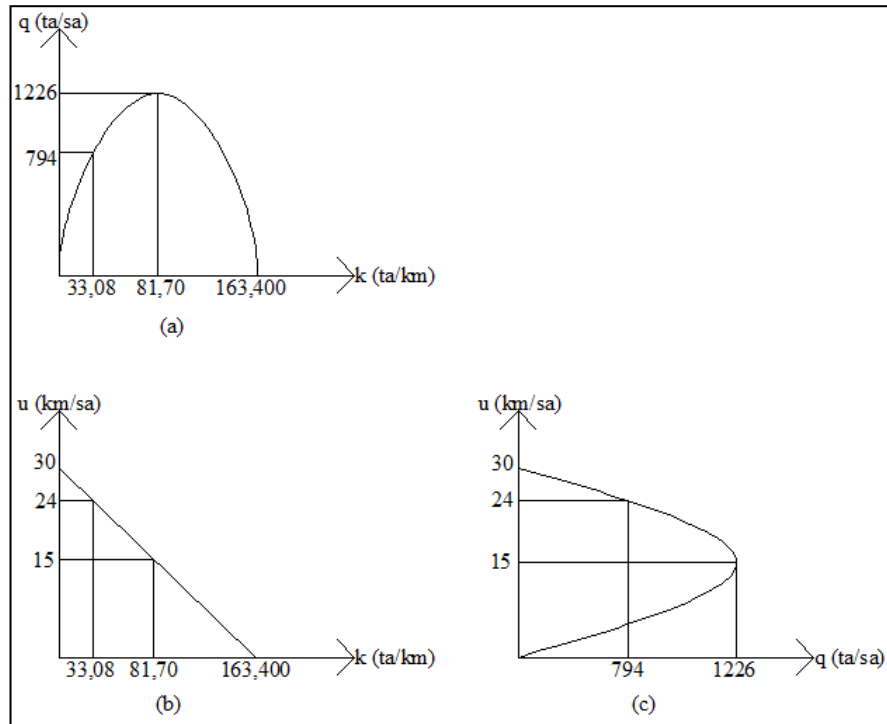
Gazi Mustafa Kemal Bulvarı boyunca serbest akım hızı (u_f) hesabı:

$$\frac{u_f - 24}{33,08} = \frac{u_f}{163,400} \rightarrow u_f = 30 \text{ km/sa}$$

Bursa caddesi boyunca maksimum trafik hacim (q_{maks}) hesabı:

$$\frac{u_f}{2} * \frac{k_j}{2} = \frac{30}{2} * \frac{163,400}{2} = q_{maks} = 1226 \text{ ta/sa}$$

Karma trafikte hesaplanan trafik bağıntı değerleri ve birbirleriyle olan ilişkileri Şekil 6.9’da görülmektedir.



Şekil 6. 9 : Gazi Mustafa Kemal Bulvarında karma trafik için hesaplanan trafik bağıntıları

Şekil 6.9 (a)'da görüldüğü gibi trafik yoğunluğu arttıkça güzergahtaki hacim değerleri de artmıştır. Bu artış güzergah üzerinden geçebilecek en fazla taşıt sayısına kadar devam etmiştir. Yoğunluk arttıkça hacim değeri azalmış ve bu azalma tıkanıklık yoğunluğu olan 163,400 ta/km'e kadar devam etmiştir.

Şekil 6.9 (b)'de görüldüğü gibi hız ve yoğunluk arasındaki ilişki doğrusal olarak azalmaktadır. Trafik yoğunluğunun 19,85 ta/km ve hızın 40 km/sa olduğu kısımlar serbest akım şartlarını sağlamaktadır. Güzergahtaki taşıt sayısı arttıkça araçların takip mesafesi azalacak ve hızda azalma meydana gelecektir. Bu caddede tıkanıklık yoğunluğu 163,400 ta/km olarak hesaplanmıştır.

Şekil 6.9 (c)'de görüldüğü gibi belirli bir süreye kadar hız ve trafik hacmi beraber artış göstermiştir. Güzergah maksimum trafik hacim değerine ulaştıktan sonra hız artmaya devam etmiş ve trafik hacmi azalmıştır. Güzergah üzerinde maksimum trafik hacim noktasının biraz altında ve üstünde kararsız akım oluşmaktadır. Mevcut güzergahın maksimum trafik hacmi 1757 ta/sa olarak bulunmuştur. Trafik hacmi 1757 ta/sa üzerine çıktığında zorlamalı akım meydana gelecek trafikte duraklamalar ve kuyruklar oluşacaktır.

Tablo 4.1'de görülen farklı kentlerdeki kentiçi ulaşımı sağlayan otobüslerin mevcut hızlarının ortalaması 43 km/sa olarak hesaplanmıştır. Bu ortalama hız kullanılarak 25 numaralı güzergah üzerinde karma trafiğin çalıştığı kesitler yeniden analiz edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen hız, hacim ve yoğunluk ilişkisi aşağıda verilmiştir.

- **Bursa Caddesi**

Bursa Caddesi boyunca tıkanıklık yoğunluğu (k_j) hesabı:

$$0,65*x*5 + 0,23*x*7 + 0,09*x*10 + 0,03*x*12 = 6,12x$$

$$6,12x = 1000, \quad x = k_j = 163,400 \text{ ta/km}$$

Bursa Caddesi boyunca ortalama hıza karşılık gelen yoğunluk hesabı:

$$422 = 43*k \text{ ise } k = 9,81 \text{ ta/km}$$

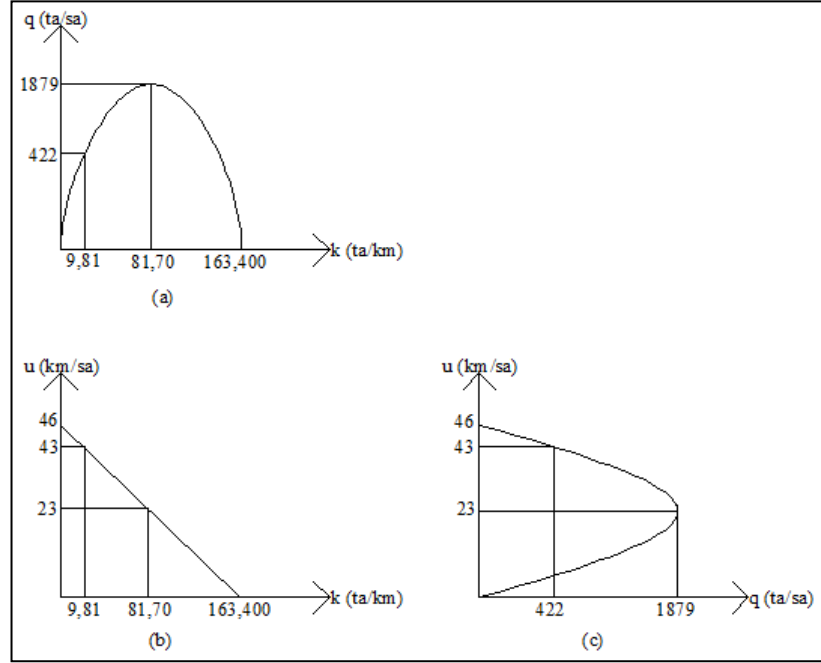
Bursa caddesi boyunca serbest akım hızı (u_f) hesabı:

$$\frac{u_f - 43}{9,81} = \frac{u_f}{163,400} \rightarrow u_f = 46 \text{ km/sa}$$

Bursa caddesi boyunca maksimum trafik hacim (q_{maks}) hesabı:

$$\frac{u_f}{2} * \frac{k_j}{2} = \frac{46}{2} * \frac{163,400}{2} = q_{\text{maks}} = 1879 \text{ ta/sa}$$

Karma trafikte hesaplanan trafik bağıntı değerleri ve birbirleriyle olan ilişkileri Şekil 6.10'da görülmektedir.



Şekil 6. 10 : Bursa Caddesi boyunca karma trafik için hesaplanan trafik bağıntıları

Şekil 6.10 (a)'da görüldüğü gibi trafik yoğunluğu arttıkça güzergahtaki hacim değerleri de artmıştır. Bu artış güzergah üzerinden geçebilecek en fazla taşıt sayısına kadar devam etmiştir. Yoğunluk arttıkça hacim değeri azalmış ve bu azalma tıkanıklık yoğunluğu olan $163,400$ ta/km'e kadar devam etmiştir.

Şekil 6.10 (b)'de görüldüğü gibi hız ve yoğunluk arasındaki ilişki doğrusal olarak azalmaktadır. Trafik yoğunluğunun $9,81$ ta/km ve hızın 43 km/sa olduğu kısımlar serbest akım şartlarını sağlamaktadır. Güzergahtaki taşıt sayısı arttıkça araçların takip mesafesi azalacak ve hızda azalma meydana gelecektir. Bu caddede tıkanıklık yoğunluğu $163,400$ ta/km olarak hesaplanmıştır.

Şekil 6.10 (c)'de görüldüğü gibi belirli bir süreye kadar hız ve trafik hacmi beraber artış göstermiştir. Güzergah maksimum trafik hacim değerine ulaştıktan sonra hız artmaya devam etmiş ve trafik hacmi azalmıştır. Güzergah üzerinde maksimum trafik hacim noktasının biraz altında ve üstünde kararsız akım oluşmaktadır. Mevcut güzergahın maksimum trafik hacmi 1879 ta/sa olarak bulunmuştur. Trafik hacmi

1879 ta/sa üzerine çıktığında zorlamalı akım meydana gelecek trafikte duraklamalar ve kuyruklar oluşacaktır.

- **İncilipınar ve İstiklal Caddesi:**

İncilipınar ve İstiklal Cadde'leri boyunca tıkanıklık yoğunluğu (k_j) hesabı:

$$0,67*x*5 + 0,24*x*7 + 0,09*x*10 + = 4,76x$$

$$5,93x=1000, \quad x=k_j=168,634 \text{ ta/km}$$

İncilipınar ve İstiklal Cadde'leri boyunca ortalama hıza karşılık gelen yoğunluk hesabı: $798 = 43*k$ ise $k = 18,56 \text{ ta/km}$

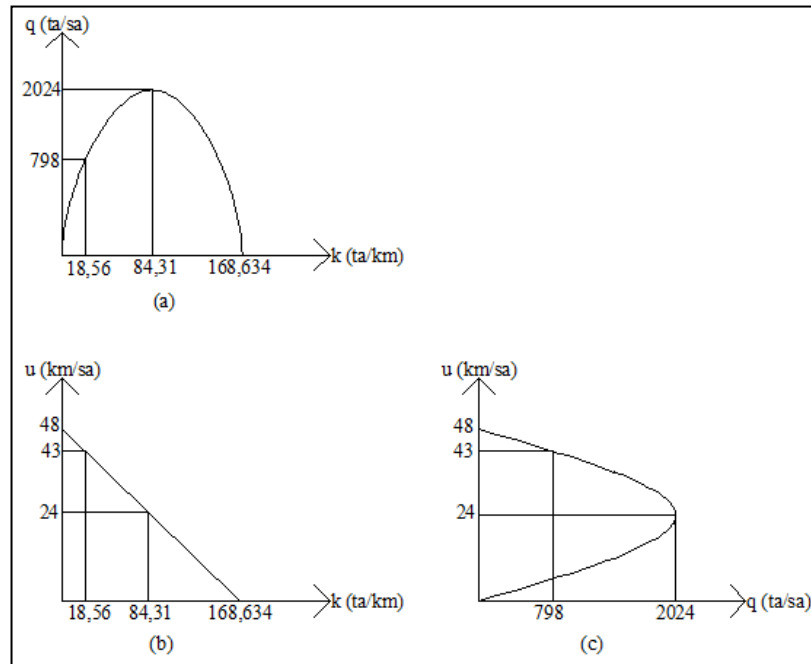
İncilipınar ve İstiklal Cadde'leri boyunca serbest akım hızı (u_f) hesabı:

$$\frac{u_f - 43}{18,56} = \frac{u_f}{168,634} \rightarrow u_f = 48 \text{ km/sa}$$

İncilipınar ve İstiklal Cadde'leri boyunca maksimum trafik hacim (q_{maks}) hesabı:

$$\frac{u_f}{2} * \frac{k_j}{2} = \frac{48}{2} * \frac{168,634}{2} = q_{\text{maks}} = 2024 \text{ ta/sa}$$

Karma trafiğin geçtiği bağlarda hesaplanan trafik bağıntı değerleri Şekil 6.11'de görülmektedir.



Şekil 6. 11 : İncilipınar ve İstiklal Cadde'leri boyunca karma trafik için hesaplanan trafik bağıntıları

Şekil 6.11 (a)'da görüldüğü gibi trafik yoğunluğu arttıkça güzergahtaki hacim değerleri de artmıştır. Bu artış güzergah üzerinden geçebilecek en fazla taşıt sayısına kadar devam etmiştir. Yoğunluk arttıkça hacim değeri azalmış ve bu azalma tıkanıklık yoğunluğu olan 168,634 ta/km'e kadar devam etmiştir.

Şekil 6.11 (b)'de görüldüğü gibi hız ve yoğunluk arasındaki ilişki doğrusal olarak azalmaktadır. Trafik yoğunluğunun 18,56 ta/km ve hızın 43 km/sa olduğu kısımlar serbest akım şartlarını sağlamaktadır. Güzergahtaki taşıt sayısı arttıkça araçların takip mesafesi azalacak ve hızda azalma meydana gelecektir. Bu caddede tıkanıklık yoğunluğu 168,634 ta/km olarak hesaplanmıştır.

Şekil 6.11 (c)'de görüldüğü gibi belirli bir süreye kadar hız ve trafik hacmi beraber artış göstermiştir. Güzergah maksimum trafik hacim değerine ulaştıktan sonra hız artmaya devam etmiş ve trafik hacmi azalmıştır. Güzergah üzerinde maksimum trafik hacim noktasının biraz altında ve üstünde kararsız akım oluşmaktadır. Mevcut güzergahın maksimum trafik hacmi 2024 ta/sa olarak bulunmuştur. Trafik hacmi 2024 ta/sa üzerine çıktığında zorlamalı akım meydana gelecek trafikte duraklamalar ve kuyruklar oluşacaktır.

- **Gazi Mustafa Kemal Bulvarı**

Gazi Mustafa Kemal Bulvarı boyunca ortalama hıza karşılık gelen yoğunluk hesabı:

$$794 = 43 * k \text{ ise } k = 18,46 \text{ ta/km}$$

Gazi Mustafa Kemal Bulvarı boyunca tıkanıklık yoğunluğu (k_j) hesabı:

$$0,65 * x * 5 + 0,23 * x * 7 + 0,09 * x * 10 + 0,03 * x * 12 = 6,12x$$

$$6,12x = 1000,$$

$$x = k_j = 163,400 \text{ ta/km}$$

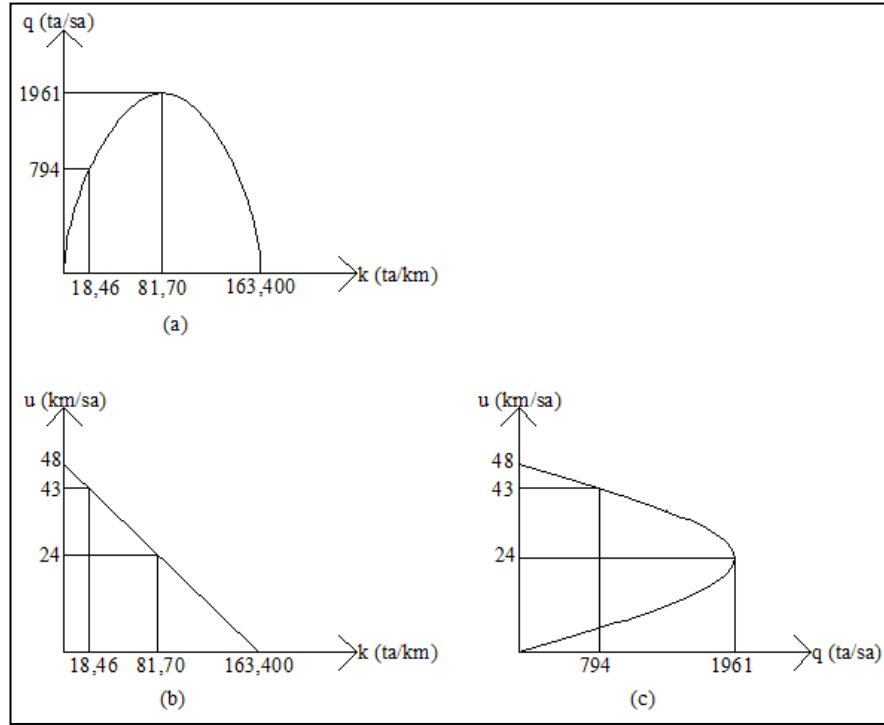
Gazi Mustafa Kemal Bulvarı boyunca serbest akım hızı (u_f) hesabı:

$$\frac{u_f - 43}{18,46} = \frac{u_f}{163,400} \rightarrow u_f = 48 \text{ km/sa}$$

Bursa caddesi boyunca maksimum trafik hacim (q_{maks}) hesabı:

$$\frac{u_f}{2} * \frac{k_j}{2} = \frac{48}{2} * \frac{163,400}{2} = q_{maks} = 1961 \text{ ta/sa}$$

Karma trafikte hesaplanan trafik bağıntı değerleri ve birbirleriyle olan ilişkileri Şekil 6.12’de görülmektedir.



Şekil 6. 12 : Gazi Mustafa Kemal Bulvarı boyunca karma trafik için hesaplanan trafik bağıntıları

Şekil 6.12 (a)'da görüldüğü gibi trafik yoğunluğu arttıkça güzergahtaki hacim değerleri de artmıştır. Bu artış güzergah üzerinden geçebilecek en fazla taşıt sayısına kadar devam etmiştir. Yoğunluk arttıkça hacim değeri azalmış ve bu azalma tıkanıklık yoğunluğu olan 163,400 ta/km'e kadar devam etmiştir.

Şekil 6.12 (b)'de görüldüğü gibi hız ve yoğunluk arasındaki ilişki doğrusal olarak azalmaktadır. Trafik yoğunluğunun 18,46 ta/km ve hızın 43 km/sa olduğu kısımlar serbest akım şartlarını sağlamaktadır. Güzergahtaki taşıt sayısı arttıkça araçların takip mesafesi azalacak ve hızda azalma meydana gelecektir. Bu caddede tıkanıklık yoğunluğulu 163,400 ta/km olarak hesaplanmıştır.

Şekil 6.12 (c)'de görüldüğü gibi belirli bir süreye kadar hız ve trafik hacmi beraber artış göstermiştir. Güzergah maksimum trafik hacim değerine ulaştıktan sonra hız artmaya devam etmiş ve trafik hacmi azalmıştır. Güzergah üzerinde maksimum trafik hacim noktasının biraz altında ve üstünde kararsız akım oluşmaktadır. Mevcut güzergahın maksimum trafik hacmi 1961 ta/sa olarak bulunmuştur. Trafik hacmi

1961 ta/sa üzerine çıktığında zorlamalı akım meydana gelecek trafikte duraklamalar ve kuyruklar oluşacaktır.

6.4 25 Numaralı Güzergah İçin Zaman Çizelgesi

25 nolu güzergah üzerinde 26 koltuk kapasiteli 3 adet otobüs çalışmaktadır. Bu otobüsler 45'er dakikalık periyotlarla hareket etmektedirler. Tablo 6.9'da bu güzergah üzerinde çalışan otobüsler için mevcut zaman çizelgesi görülmektedir.

Tablo 6. 9 : 25 numaralı güzergah için zaman çizelgesi

B.YERİ	KAMPÜS	B.YERİ	KAMPÜS	B.YERİ	KAMPÜS
1. ARAÇ		2. ARAÇ		3. ARAÇ	
06:00	06:45	06:30	07:15		06:15
07:30	08:15	08:00	08:45	07:00	07:45
09:00	09:45	09:30	10:15	08:30	09:15
10:30	11:15	11:00	11:45	10:00	10:45
12:00	12:45	12:30	13:15	11:30	12:15
13:30	14:15	14:00	14:45	13:00	13:45
15:00	15:45	15:30	16:15	14:30	15:15
16:30	17:15	17:00	17:45	16:00	16:45
18:00	18:45	18:30	19:15	17:30	18:15
19:30	20:15	20:15	21:00	19:00	19:45
21:00	21:30	-	-	-	-
22:00	22:30	-	-	-	-
23:00	23:30	-	-	-	-
00:00	-	-	-	-	-

6.5 25 Numaralı Güzergah İçin Sıklık (Frekans) Hesabı

Toplu taşıma sistemi içerisinde çalışan otobüsler için saatlere ve günün değişen koşullara göre en uygun sefer sıklıklarının belirlenmesi gerekmektedir. Düzenli bir toplu taşıma işletme sistemi, artan sefer sıklığı ve bu sıklıkla beraber doğacak maliyet arasındaki dengeyi sağlamalıdır. Örneğin bir otobüsün A noktasından B noktasına t_1 dakikada, B noktasından A noktasına t_2 dakikada ulaşıldığını varsayalım. Bu otobüsün sıklığı denklem 6.1'de verilmiştir.

$$\text{Sıklık (Frekans)} = \frac{\text{Rotasyon Süresi}}{\text{Taşıt Sayısı}} = \frac{t_1+t_2}{N} \quad (6.1)$$

Etüt çalışmaları sonucunda 25 nolu güzergah için gidiş yönünde toplam seyahat süresi 25,06 dakika ve dönüş yönünde ise toplam seyahat süresi 23,29 dakika bulunmuştur.

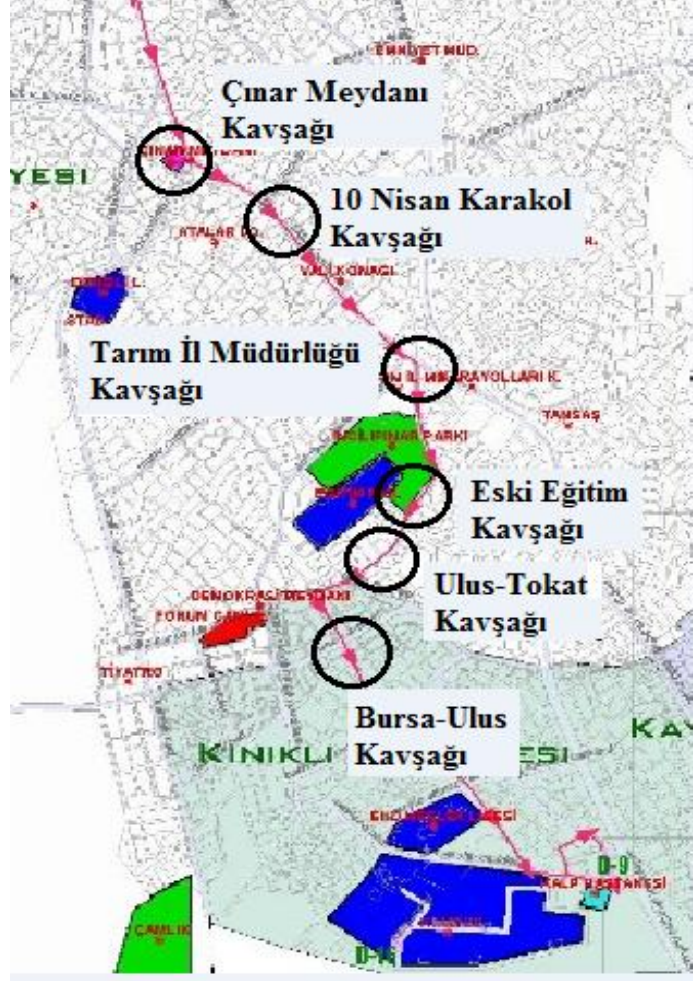
Tablo 12’de görüldüğü üzere bu güzergah üzerinde 3 adet otobüs çalışmaktadır. Bu veriler kullanılarak 25 nolu güzergahın sıklığı:

$$\text{Sıklık(Frekans)} = \frac{25,06+23,29}{3} = 16,12 \text{ dakika olarak hesaplanmıştır.}$$

Bu güzergahın Tablo 6.9’da verilen zaman çizelgesi incelendiğinde sefer sıklığının 15’er dakika aralıklarla olduğu görülmektedir. Etüt çalışmaları sonucunda elde edilen seyahat süreleri kullanılarak hesaplanan sefer sıklığı ise 16,12 dakikadır.

6.6 25 Numaralı Güzergah Üzerinde Mevcut Kavşaklarda Yapılan Trafik Sayımları

Çalışılan güzergah üzerinde kavşak kollarından gelen taşıt türlerinin sayısal dağılımını görmek için dört adet sinyalize iki adet denetimsiz kavşak üzerinde trafik sayımları yapılmıştır. Bu kavşaklardan; Bursa-Ulus, Tarım İl Müdürlüğü, 10 Nisan ve Çınar kavşakları sinyalize, Ulus-Tokat ve Eski Eğitim kavşakları ise sinyalizasyon olmayan denetimsiz kavşaklardır. Sayımlar çalışma alanı için zirve saatler olan sabah 07.00 - 08.00 saatleri arasında yapılmıştır. Şekil 6.13’de güzergah üzerinde trafik sayımları yapılan kavşaklar görülmektedir. Kavşak sayımlarının yapıldığı alanların görüntüsü ve sayım sonuçları ekte verilmiştir.



Şekil 6. 10 : 25 Numaralı güzergah boyunca trafik sayımı yapılan kavşaklar

Güzergah üzerinde sayım yapılan kavşakların fotoğrafları, sayım sonuçları ve her bir taşıt türünün birim otomobile dönüştürülerek yapılan analizleri Ekler Bölümü'nde verilmiştir.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında, Denizli ili kentiçi ulaşım ağı üzerinde çalışan otuzbir otobüs güzergahı üzerinde etüd çalışmaları yapılmış ve bu güzergahlar arasından tercihli otobüs hattı ve karma trafiğin beraber çalışacağı bir hat seçilerek, bu hattın geçtiği güzergah üzerinde hız, hacim ve yoğunluk ilişkisi ele alınmıştır.

Otobüs güzergahları üzerinde yapılan etüd çalışmaları sabah, öğle ve akşam zirve saatlerde yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda, her hattın gidiş ve dönüş yönünde güzergah uzunlukları, güzergahlar üzerinde bulunan durakların sayısı, durakların fiziksel özellikleri, duraklar arası mesafe uygunluğu, duraklarda inen-binen yolcu sayıları, seyahat süreleri, gecikmeler, ortalama hız ve hat kapasite kullanım oranları bulunmuştur.

Yapılan etüd çalışmaları sonucunda elde edilen verilerin çözümlenmesiyle ortaya çıkan bulgular aşağıda belirtilmektedir;

- Otobüs güzergahlarının gidiş yönündeki en uzun hat 26 km uzunluğunda 34 numaralı Üçler - Server Gazi Hast.- Yenişehir - Kampüs güzergahı, en kısa hat ise 6,1 km uzunluğunda 3 numaralı B.Yeri.- Saltak Cad.- Kıbrıs Şehitler.- Demokrasi Meyd.- Kampüs güzergahıdır. Dönüş yönünde ise en uzun hat 25,2 km uzunluğunda 34 numaralı Üçler - Server Gazi Hast. – Yenişehir - Kampüs güzergahı, en kısa hat ise 5,3 km uzunluğunda 3 numaralı B.Yeri.- Saltak Cad.- Kıbrıs Şehitler.- Demokrasi Meyd.- Kampüs güzergahıdır.
- Durak sayımları sonucunda, gidiş yönünde 65 durak ile en fazla durağa sahip hat 34 numaralı Üçler - Server Gazi Hast. - Yenişehir - Kampüs güzergahı, 22 durak ile en az durağa sahip hat 2 numaralı B.Yeri – Kiremitçi - Çınar güzergahıdır. Dönüş yönünde ise 83 durak ile en fazla durağa sahip hat 34 numaralı Üçler - Server Gazi Hast. - Yenişehir - Kampüs güzergahı, 15 durak ile en az durağa sahip hat 2 numaralı B.Yeri – Kiremitçi - Çınar güzergahıdır.

- Güzergahlar üzerindeki duraklarda bulunan cep sayımları sonucunda, gidiş yönünde 4 numaralı Kayalık Cad.- Pelitlibağ - İnönü Cad.- Kampüs güzergahının % 57 oranla en fazla cep yüzdesine sahip olduğu, 17 numaralı 1200 Evler - Hacı Eyüplü – Kipa - Garaj güzergahında otobüs cebinin bulunmadığı belirlenmiştir. Dönüş yönünde ise 4 numaralı Kayalık Cad.- Pelitlibağ - İnönü Cad.- Kampüs güzergahının % 59 oranla en fazla cep yüzdesine sahip olduğu, 17 numaralı 1200 Evler - Hacı Eyüplü – Kipa - Garaj güzergahında otobüs cebinin bulunmadığı belirlenmiştir.
- Güzergahlar üzerindeki kapalı durakların sayımları sonucunda, gidiş yönünde 3 numaralı hat olan B.Yeri-Saltak Cad. - Kıbrıs Şehitler - Demokrasi Meyd. - Kampüs güzergahının %71 oranla en fazla kapalı durak yüzdesine sahip olduğu, 17 numaralı hat olan 1200 Evler - Hacı Eyüplü – Kipa - B.Yeri - Garaj güzergahının da % 3 oranla en az kapalı durak yüzdesine sahip olduğu belirlenmiştir. Dönüş yönünde ise 4 numaralı hat olan Kayalık Cad. – Pelitlibağ - İnönü Cad – Kampüs güzergahının % 67 oranla en fazla kapalı durak yüzdesine sahip olduğu, 17 numaralı hat olan 1200 Evler - Hacı Eyüplü – Kipa - B.Yeri - Garaj güzergahının da % 3 oranla en az kapalı durak yüzdesine sahip olduğu belirlenmiştir
- Duraklar arası mesafelerin TS11783’de belirtilen 300 m’nin altında kalan mesafelerin tespit edilmesi sonucunda, gidiş yönünde 13 numaralı hat olan B.Yeri - Bakırlı - Meska - Barbaros Cad. - S.Gazi Hast. güzergahı % 70 oranla TS11783’de göre en fazla uygun durak yüzdesine sahip olduğu, % 4 oranla 3 numaralı hat olan B.Yeri - Saltak Cad. - Kıbrıs Şehitler - Demokrasi Meyd. - Kampüs güzergahının TS11783’de göre en az uygun durağa sahip olduğu belirlenmiştir. Dönüş yönünde ise 2 numaralı B.Yeri – Kiremitçi - Çınar güzergahının % 88 oranla TS11783’de göre en fazla uygun durak yüzdesine sahip olduğu, % 4 oranla 3 numaralı hat olan B.Yeri - Saltak Cad. - Kıbrıs Şehitler - Demokrasi Meyd. - Kampüs güzergahının TS11783’de göre en az uygun durak yüzdesine sahip olduğu belirlenmiştir.
- Otobüs güzergahları üzerinde sabah, öğle ve akşam zirve saatlerde yapılan etüd çalışmaları sonucunda taşınan yolcu sayıları aşağıda belirtilmiştir:

- Otobüs hatları üzerinde sabah (07.00 - 08.00) gidiş yönünde yönünde yapılan sayımlar sonucunda, 74 yolcu ile en fazla yolcu 34 numaralı hatta, 3 yolcu ile en az yolcu 1 numaralı hatta taşınmıştır.
- Otobüs hatları üzerinde sabah (07.00 - 08.00) dönüş yönünde yönünde yapılan sayımlar sonucunda, 86 yolcu ile en fazla yolcu 34 numaralı hatta, 4 yolcu ile en az yolcu 2 numaralı hatta taşınmıştır.
- Otobüs hatları üzerinde öğlen (12.00 - 13.00) gidiş yönünde yönünde yapılan sayımlar sonucunda, 83 yolcu ile en fazla yolcu 34 numaralı hatta, 2 yolcu ile en az yolcu 21 numaralı hatta taşınmıştır.
- Otobüs hatları üzerinde öğlen (12.00 - 13.00) dönüş yönünde yönünde yapılan sayımlar sonucunda, 114 yolcu ile en fazla yolcu 34 numaralı hatta, 6 yolcu ile en az yolcu 4 numaralı hatta taşınmıştır.
- Otobüs hatları üzerinde akşam (17.00 - 18.00) gidiş yönünde yönünde yapılan sayımlar sonucunda, 62 yolcu ile en fazla yolcu 34 numaralı hatta, 3 yolcu ile en az yolcu 27 numaralı hatta taşınmıştır.
- Otobüs hatları üzerinde akşam (17.00 - 18.00) dönüş yönünde yönünde yapılan sayımlar sonucunda, 39 yolcu ile en fazla yolcu 26 numaralı hatta, 2 yolcu ile en az yolcu 18 numaralı hatta taşınmıştır.
- Otobüs güzergahları üzerinde sabah, öğle ve akşam zirve saatlerde yapılan etüd çalışmaları sonucunda elde edilen seyahat süreleri aşağıda belirtilmiştir:
 - Otobüs hatları üzerinde sabah (07.00 - 08.00) gidiş yönünde yönünde yapılan ölçümler sonucunda, 34 numaralı hattın 50,58 dk ile en uzun seyahat süresine, 2 numaralı hattın ise 13,13 dk ile en kısa seyahat süresine sahip olduğu belirlenmiştir.
 - Otobüs hatları üzerinde sabah (07.00 - 08.00) dönüş yönünde yönünde yapılan ölçümler sonucunda, 34 numara hattın 56,27 dk ile en uzun seyahat süresine, 2 numaralı hattın ise 17,16 dk ile en kısa seyahat süresine sahip olduğu belirlenmiştir.
 - Otobüs hatları üzerinde öğlen (12.00 - 13.00) gidiş yönünde yönünde yapılan ölçümler sonucunda, 34 numaralı hattın 54,30 dk ile en uzun seyahat süresine, 2 numaralı hattın ise 13,55 dk ile en kısa seyahat süresine sahip olduğu belirlenmiştir.

- Otobüs hatları üzerinde öğlen (12.00 - 13.00) dönüş yönünde yönünde yapılan ölçümler sonucunda, 33 numaralı hattın 63,00 dk ile en uzun seyahat süresine, 5 numaralı hattın ise 17,24 dk ile en kısa seyahat süresine sahip olduğu belirlenmiştir.
- Otobüs hatları üzerinde akşam (17.00 - 18.00) gidiş yönünde yönünde yapılan ölçümler sonucunda, 34 numaralı hattın 45,38 dk ile en uzun seyahat süresine, 2 numaralı hattın ise 14,41 dk ile en kısa seyahat süresine sahip olduğu belirlenmiştir.
- Otobüs hatları üzerinde akşam (17.00 - 18.00) dönüş yönünde yönünde yapılan ölçümler sonucunda, 26 numaralı hattın 48,01 dk ile en uzun seyahat süresine, 11 numaralı hattın ise 16,08 dk ile en kısa seyahat süresine sahip olduğu belirlenmiştir.
- Sabah, öğle ve akşam saatlerinde gidiş – dönüş yönünde yapılan etüd çalışmaları sonucunda kentiçi otobüs güzergahlarında çalışan otobüslerin tamamının seyahat sürelerinin ortalaması alındığında kentiçi otobüs ağında seyahat süresinin 30 dakika olduğu hesaplanmıştır.
- Otobüs güzergahları üzerinde sabah, öğle ve akşam zirve saatlerde yapılan etüd çalışmaları sonucunda hesaplanan ortalama hızlar aşağıda belirtilmiştir:
 - Otobüs hatları üzerinde sabah (07.00 - 08.00) gidiş yönünde yönünde elde edilen verilerin hesaplanması sonucunda, 2 numaralı hattın 40 km/sa ile en fazla ortalama hıza, 3 numaralı hattın ise 13 km/sa ile en az ortalama hıza sahip olduğu belirlenmiştir.
 - Otobüs hatları üzerinde sabah (07.00 - 08.00) dönüş yönünde yönünde elde edilen verilerin hesaplanması sonucunda, 5 numaralı hattın 39 km/sa ile en fazla ortalama hıza, 3 numaralı hattın ise 10 km/sa ile en az ortalama hıza sahip olduğu belirlenmiştir.
 - Otobüs hatları üzerinde öğlen (12.00 - 13.00) gidiş yönünde yönünde elde edilen verilerin hesaplanması sonucunda, 2 numaralı hattın 39 km/sa ile en fazla ortalama hıza, 3 numaralı hattın ise 10 km/sa ile en az ortalama hıza sahip olduğu belirlenmiştir.
 - Otobüs hatları üzerinde öğlen (12.00 - 13.00) dönüş yönünde yönünde elde edilen verilerin hesaplanması sonucunda, 5 numaralı hattın 39 km/sa ile en fazla ortalama hıza, 3 numaralı hattın ise 11 km/sa ile en az ortalama hıza sahip olduğu belirlenmiştir.

- Otobüs hatları üzerinde akşam (17.00 - 18.00) gidiş yönünde yönünde elde edilen verilerin hesaplanması sonucunda, 11 numaralı hat 37 km/sa ile en fazla ortalama hıza, 3 numaralı hat ise 13 km/sa ile en az ortalama hıza sahip olduğu belirlenmiştir.
- Otobüs hatları üzerinde akşam (17.00 - 18.00) dönüş yönünde yönünde elde edilen verilerin hesaplanması sonucunda, 11 numaralı hat 41 km/sa ile en fazla ortalama hıza, 3 numaralı hat ise 10 km/sa ile en az ortalama hıza sahip olduğu belirlenmiştir.
- Sabah, öğle ve akşam saatlerinde gidiş – dönüş yönünde yapılan etüd çalışmaları sonucunda kentiçi otobüs güzergahlarında çalışan otobüslerin tamamının hızlarının ortalaması alındığında kentiçi otobüs ağının ortalama hızı 25 km/sa olarak hesaplanmış ve birçok yabancı kentteki mevcut otobüslerin ortalama hız değerlerinden daha düşük olduğu görülmüştür.
- Otobüs güzergahları üzerinde sabah, öğle ve akşam zirve saatlerde yapılan etüd çalışmaları sonucunda hesaplanan hat kapasite kullanım oranları aşağıda belirtilmiştir:
 - Otobüs hatları üzerinde sabah (07.00 - 08.00) gidiş yönünde yönünde elde edilen verilerin hesaplanması sonucunda, 31 numaralı hattın % 179 ile en fazla hat kapasite kullanım oranına sahip olduğu belirlenmiştir.
 - Otobüs hatları üzerinde sabah (07.00 - 08.00) dönüş yönünde yönünde elde edilen verilerin hesaplanması sonucunda, 23 numaralı hattın % 172 ile en fazla hat kapasite kullanım oranına sahip olduğu belirlenmiştir.
 - Otobüs hatları üzerinde öğlen (12.00 - 13.00) gidiş yönünde yönünde elde edilen verilerin hesaplanması sonucunda, 34 numaralı hattın % 154 ile en fazla hat kapasite kullanım oranına sahip olduğu belirlenmiştir.
 - Otobüs hatları üzerinde öğlen (12.00 - 13.00) dönüş yönünde yönünde elde edilen verilerin hesaplanması sonucunda, 34 numaralı hattın % 211 ile en fazla hat kapasite kullanım oranına sahip olduğu belirlenmiştir.
 - Otobüs hatları üzerinde akşam (17.00 - 18.00) gidiş yönünde yönünde elde edilen verilerin hesaplanması sonucunda, 22 numaralı hattın %

136 ile en fazla hat kapasite kullanım oranına sahip olduğu belirlenmiştir.

- Otobüs hatları üzerinde akşam (17.00 - 18.00) dönüş yönünde yönünde elde edilen verilerin hesaplanması sonucunda, 26 numaralı hattın % 100 ile en fazla hat kapasite kullanım oranına sahip olduğu belirlenmiştir.
- Karma trafiğin ve tercihli otobüs hattının çalışacağı bir otobüs güzergahı üzerinde yapılan çalışmada, bu güzergah, üzerinde çalışan trafik koşullarına göre kesitlere ayrılmış ve her kesit için hız, hacim ve yoğunluk değerleri hesaplanarak aralarındaki ilişki değerlendirilmiştir. Bu kesitler üzerinde hesaplanan analiz değerleri aşağıda belirtilmiştir;
 - Bursa Caddesi boyunca hareket eden karma trafikte ortalama hıza karşılık gelen yoğunluk 17,58 ta/km, tıkanıklık yoğunluğu 163,400 ta/km, serbest akım hızı 27 km/sa ve maksimum trafik hacmi 1102 ta/sa olarak hesaplanmıştır.
 - İncilipınar ve İstiklal Cadde'leri boyunca çalışacak olan tercihli otobüs hattının ortalama hıza karşılık gelen yoğunluğu 12,86 ta/km, tıkanıklık yoğunluğu 83,33 ta/km, serbest akım hızı 59 km/sa ve maksimum trafik hacmi 1229 ta/sa olarak hesaplanmıştır.
 - İncilipınar ve İstiklal Cadde'leri boyunca hareket eden karma trafikte ortalama hıza karşılık gelen yoğunluğu 33,25 ta/km, tıkanıklık yoğunluğu 168,634 ta/km, serbest akım hızı 30 km/sa ve maksimum trafik hacmi 1265 ta/sa olarak hesaplanmıştır.
 - Gazi Mustafa Kemal Bulvarı boyunca çalışacak olan tercihli otobüs hattının ortalama hıza karşılık gelen yoğunluğu 12,36 ta/km, tıkanıklık yoğunluğu 83,33 ta/km, serbest akım hızı 59 km/sa ve maksimum trafik hacmi 1229 ta/sa olarak hesaplanmıştır.
 - Gazi Mustafa Kemal Bulvarı boyunca hareket eden karma trafikte ortalama hıza karşılık gelen yoğunluğu 33,08 ta/km, tıkanıklık yoğunluğu 163,400 ta/km, serbest akım hızı 30 km/sa ve maksimum trafik hacmi 1226 ta/sa olarak hesaplanmıştır.
- Farklı şehirlerde bulunan kentiçi ulaşımı sağlayan otobüs hatlarının ortalama hızı 43 km/sa olduğu hesaplanmıştır. Bu ortalama hız kullanılarak 25

numaralı güzergah üzerinde karma trafiğin çalıştığı kesitler yeniden analiz edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen hız, hacim ve yoğunluk değerleri aşağıda verilmiştir.

- Bursa Caddesi boyunca hareket eden karma trafikte ortalama hıza karşılık gelen yoğunluk 9,81 ta/km, tıkanıklık yoğunluğu 163,400 ta/km, serbest akım hızı 46 km/sa ve maksimum trafik hacmi 1879 ta/sa olarak hesaplanmıştır.
- İncilipınar ve İstiklal Cadde'leri boyunca hareket eden karma trafikte ortalama hıza karşılık gelen yoğunluğu 18,56 ta/km, tıkanıklık yoğunluğu 168,634 ta/km, serbest akım hızı 48 km/sa ve maksimum trafik hacmi 2024 ta/sa olarak hesaplanmıştır.
- Gazi Mustafa Kemal Bulvarı boyunca hareket eden karma trafikte ortalama hıza karşılık gelen yoğunluğu 18,46 ta/km, tıkanıklık yoğunluğu 163,400 ta/km, serbest akım hızı 48 km/sa ve maksimum trafik hacmi 1961 ta/sa olarak hesaplanmıştır.

Tercihli otobüs hattı üzerinde çalışan 24 adet otobüs hattının gün içinde taşıdığı ortalama yolcu sayısı 43562 olarak bulunmuştur.

Bu güzergah üzerinde çalışan otobüslerin sıklığının 16,32 dakika olduğu hesaplanmıştır. Bu güzergaha ait mevcut zaman çizelgesi incelendiğinde bu hat üzerinde çalışan otobüslerin 15'er dakika aralıklarla hareket ettikleri belirlenmiş. Hesaplanan sıklık değeri ile mevcut değer birbirine yakın olduğu görülmüştür.

Yapılan etüd ve analiz çalışmaları sonucunda elde edilen veriler kullanılarak kentiçi otobüs güzergahları üzerinde yapılabilecek düzenlemeler şu şekilde sıralanabilir;

- Güzergahlar üzerinde çalışan otobüslerin gün içinde değişen koşullar altında sıklığı ve kapasiteleri artırılıp azaltılmalı,
- Yolcu yoğunluğunun fazla olduğu durakların fiziksel özellikleri yeniden düzenlenmeli ve erişilebilirliği artırılmalı,
- Kapasitesinden fazla yolcu taşıyan hatlarda çalışan otobüslerin kapasitesi ve sefer sıklığı artırılarak mevcut talep karşılanmalı,

- Tercihli otobüs hatları, aktarma, tek ya da çift yön uygulamaları ve kavşak düzenlemeleri yapılmalıdır. Bu sayede gecikmeler azalır, ortalama hız artar ve seyahat süresi azalır.

Güzergahların kapasitesini arttırmaya yönelik çalışmalar doğrudan şerit yoğunluklarını azaltacak, ortalama hız artacak ve trafik sıkışıklığının önüne geçilecektir. Bu sayede toplu taşıma kullanıcıları istedikleri yerlere daha kısa sürede ulaşmaları sağlanarak toplu taşıma araçlarına olan talep artacaktır.

Yerel yöneticiler ve yerel yönetimlerdeki karar vericiler ulaştırma sektörünün bir hizmet sektörü olduğunu unutmamalıdır. Dolayısıyla kentiçi toplu taşıma sistemleri planlanırken gerekli etüd çalışmaları ve analizler yapılarak güzergah düzenlemeleri yapılmalı, bu sistemler için konfor ve güvenlik şartları sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Akad, M. ve Gedizlioğlu, E.,** 2007. Toplu Taşıma Türu Seğiminde Simülasyon Destekli Analitik Hiyerarşı Yaklaşımı. *İTÜ Mühendislik Dergisi*, Cilt 6 Sayı 1 88- 98.
- Alterkawi, M.,** 2006. A Computer Simulation Analysis For Optimizing Bus Stops Spacing: The case of Riyadh. *Habitat International*, 30: 3, p.500-508.
- Bell, M. G. H.,** 1992. Future directions in traffic signal control. *Transportation Research A*, 25: p.303-313.
- Brons, M., Nijkamp, P., Pels, E., and Rietveld P.,** 2005. Efficiency of urban public transit: A meta analysis. *Transportation Research A*, 32: p.1-21
- Camkesen, N.,** 2004. Kentiçi Ulaşım Sistemleri, Yayınlanmamış Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Ulaştırma A.B.D.
- Chang, G. L., Vasudevan, M. and Su, C.,** 1995. Bus priority under adaptive signal control environments. *Transportation Research Record*, 1494: p.146-154.
- Chang, E., and Ziliaskopoulos, A.,** 2003. Data challenges in developments of a regional assignment: Simulation model to evaluate transit signal priority in Chicago. *Transportation Research Record*, 1841: p.12-22.
- Chard, B., M. and Lines, C.J.,** 1987. Transyt: The latest developments. *Traffic Engineering and Control*, 28: p.387-390.
- Chien, S., and Qin, Z.,** 2004. Optimization of Bus Stop Location For İmproving Transit Accessibility. *Transportation Planning and Technology*, 27:3, p. 211-227.
- Cho, J., and Lau, Y.,** 1997. The Performance of Public Transport Operation and Urban Transport Planning in Hong Kong 14:3 p.145-153.
- Coşar, M., Onuk, O., Sümer, K., Gülhan, S. ve Tunęer, B.,** 2010. ‘Belediye Denetimli Otobüs Güzergahlarının İncelenmesi’, Denizli, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Diploma Çalışması.

- Davis, G. A.**, 1994. Exact local solution of the continuous network design problem via stochastic user equilibrium assignment. *Transportation Research Part B*, 28: p.61-75.
- Denizli Belediyesi Kentiçi ve Yakın Çevre Ulaşım Ana Planı ve Süreç Yönetimi**, 2010.
- DYNASMART-P, Network Editor, DSPEd User's Guide v1.3.0**, 2007. FHWA Office of Operations Research, Development and Technology Federal Highway Administration, Virginia, 22101-2296.
- DYNASMART-P, Intelligent Transportation Network Planning Tool User's Guide v1.3.0**, 2007. U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, Virginia, 22101.
- Erel, A.**, 1995. Ulaşım Planlaması 1, Yayınlanmamış Ders Notları. Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Ulaştırma A.B.D.
- Friedrich, M., Hofsäß, I., Nökel, K. and Vortisch, P.**, 2000. A Dynamic Traffic Assignment Method for Planning and Telematic Applications, *Proceedings of Seminar K, European Transport Conference*, Cambridge, p.29-40.
- Heydecker, B. G.**, 1983. Capacity At A Signal-Controlled Junction Where There Is Priority For Buses. *Transport Res B-Meth*, 17(5), p.341-357.
- İstanbul Valiliği ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi**, 2002. "İstanbul 1. Kentiçi Ulaşım Şurası Sonuç Raporu", İstanbul.
- Koutsopoulos, H. N., Amedeo, R. O., and Wilson, N. H. M.**, 1985. Determination of headways as a function of time varying characteristics on a transit network, In Computer Scheduling of Public Transport. *Elsevier science*, Amsterdam, the Netherlands, p. 391-413.
- Longfoot, J.E.**, 1982. SCATS-Development of management and operation systems. *International Conference on Road Traffic Signalling*, London, United Kingdom.
- Lowrie, P.R.**, 1982. The Sydney coordinated adaptive traffic system-Principles, methodology, algorithms. N.S.W., Australia: *Department of Main Roads*.
- Manheim, M.**, 1979. Fundamentals of Transportation Systems Analysis Volume 1 Basic Concepts, *The MIT Press*, 635p.
- Mirchandani P, and Lucas, D**, 2004. Integrated transit priority and rail/emergency priority in real-time traffic adaptive signal control. *Intelligent Transportation Systems Journal* 8: p.101-115.

- Murray, A.T.**, 2001. Strategic Analysis of Public Transport Coverage, *Socio-Economic Planning Sciences*, 35, p.175-188.
- Nash, A.**, 2003. Implementing Zurich's transit priority program. *Transportation Research Record* 1835: p.59-65.
- Radwan, A.E. and Benevell, D.A.**, 1983. Bus priority strategy: Justification and environmental aspects. *Journal of Transportation Engineering*, 109: p.88-106.
- Replogle, M.**, 1991. "Non-motorized vehicles in Asia: Issues and strategies", Technical Note Series For Urban Transport Strategy In Asia, *The World Bank Asia Technical Department Infrastructure Division*, Washington D.C., 24.
- Sims, A.G., and Finlay, A.B.**, 1984, SCATS, splits and offsets simplified (S.O.S). *ARRB Proceedings* 12, Part 4.
- Smith, H., Hemily, B. and Ivanovic, M.**, 2005. Transit signal priority (TSP): A planning and implementation handbook, Washington, DC: *Intelligent Transportation Society of America*.
- Sunkari, S.R. Beasley, T. U. and Fambro, D. B., 1995.** Model to evaluate the impacts of bus priority on signalized intersections. *Transportation Research Record*, 1494:p.117-123.
- Total, S., Akkaya, T. ve Adır, M.**, 2010. 'Şehiriçi Otobüs Durakları Analizi', Denizli, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Diploma Çalışması.
- Url-1** <http://www.lightrailnow.org/myths/m_lrt012.htm>, alındığı tarih 23.06.2011.
- Url-2** <<http://www.denizli.bel.tr/otobusguzergahlari/guzergahlar/25.hat.jpg>>, alındığı tarih 14.04.2011.
- Viton, P.**, 1997. Technical efficiency in multimode bus transit: a production frontier analysis. *Transportation Research*, 31B, p.23-39.
- Yagar, S.**, 1993. Efficient transit priority at intersections. *Transportation Research Record* 1390: p.10-15.
- Yardım, M.S.**, 2002. Kentiçi Ulaşımında Otobüsle Toplu Taşıma İçin İşletmecilik Şeklinin Belirlenmesine Yönelik Bir Matematik Model., Doktora Tezi, *Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Yayla, N.**, 2006. Karayolu Mühendisliği, İTÜ İnşaat Fakültesi.

EK A2 : Yolculuk Talep Matrisi

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	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

Şekil B 1 : Yolculuk talep matrisi

EK A3 : Kavşak Sayımları



Şekil B 2 : Bursa-Ulus kavşağına ait akım kolları

Tablo A 3 : Bursa-Ulus Kavşağında 1. akıma ait trafik akım hacimleri

Kavşak Adı	Bursa-Ulus Kavşağı	Akım No	1		
Kavşak No	K01	Akım Adı	Çamlıktan Ulusa	Sinyalizasyon	Var

	Sayım Saati	Taşıt Türü		Manevra			Toplam
				Sola Dönen	Doğru Giden	Sağa Dönen	
SABAH	07.00 -	Otomobil		7	332	68	407
		Toplu Taşıma	Minibüs	7	69	12	88
	Otobüs		2	13	6	21	
	08.00	Ağır Taşıt	Kamyonet	2	20	3	25
			Kamyon	0	2	0	2
			Toplam	18	436	89	

Tablo A 4 : Bursa-Ulus Kavşağında 2. akıma ait trafik akım hacimleri

Kavşak Adı	Bursa-Ulus Kavşağı	Akım No	2		
Kavşak No	K01	Akım Adı	Ulustan Çamlığa	Sinyalizasyon	Var

	Sayım Saati	Taşıt Türü		Manevra			Toplam
				Sola Dönen	Doğru Giden	Sağa Dönen	
SABAH	07.00 -	Otomobil		14	130	5	149
		Toplu Taşıma	Minibüs	7	79	2	88
	Otobüs		1	13	2	16	
	08.00	Ağır Taşıt	Kamyonet	4	20	2	26
			Kamyon	0	4	0	4
			Toplam	26	246	11	

Tablo A 5 : Bursa-Ulus Kavşağında 3. akıma ait trafik akım hacimleri

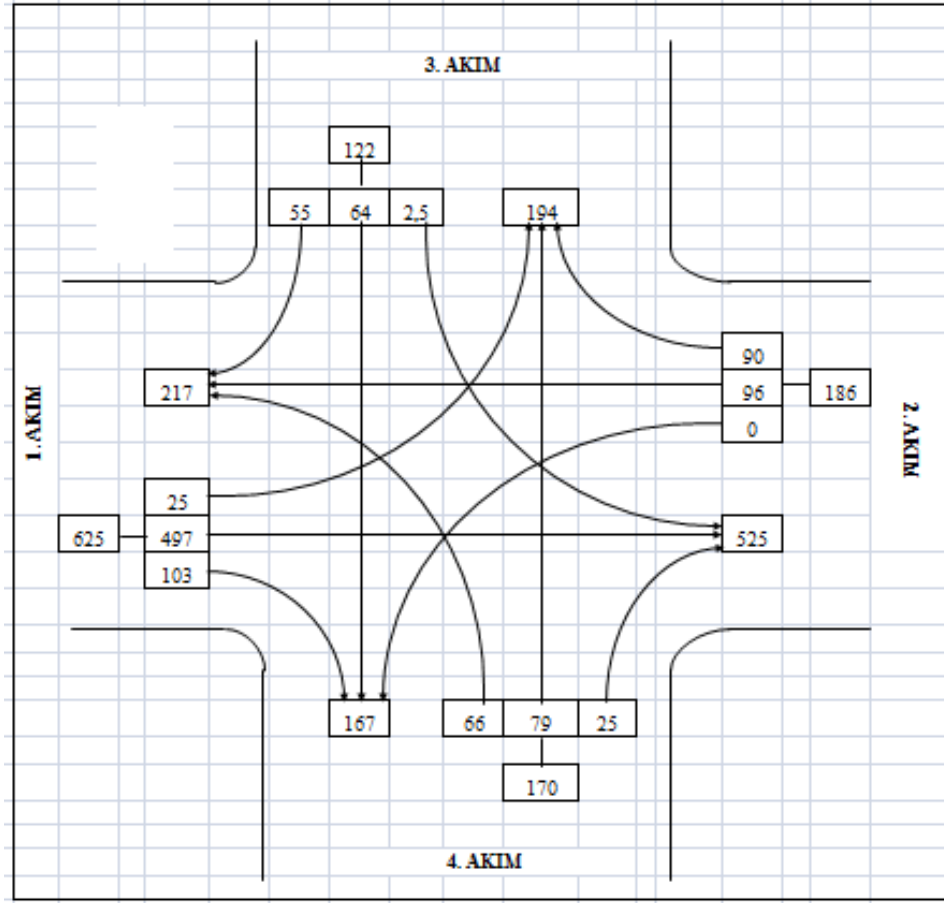
Kavşak Adı	Bursa-Ulus Kavşağı	Akım No	3		
Kavşak No	K01	Akım Adı	Kömürcü	Sinyalizasyon	Var

	Sayım Saati	Taşıt Türü		Manevra			Toplam
				Sola Dönen	Doğru Giden	Sağa Dönen	
SABAH	07.00 - 08.00	Otomobil		21	65	2	88
		Toplu Taşıma	Minibüs	12	52	0	64
			Otobüs	2	10	3	15
		Ağır Taşıt	Kamyonet	1	3	0	4
			Kamyon	1	0	0	1
		Toplam			37	130	5

Tablo A 6 : Bursa-Ulus Kavşağında 4. akıma ait trafik akım hacimleri

Kavşak Adı	Bursa-Ulus Kavşağı	Akım No	4		
Kavşak No	K01	Akım Adı	Bim	Sinyalizasyon	Var

	Sayım Saati	Taşıt Türü		Manevra			Toplam
				Sola Dönen	Doğru Giden	Sağa Dönen	
SABAH	07.00 - 08.00	Otomobil		58	105	24	187
		Toplu Taşıma	Minibüs	17	65	3	85
			Otobüs	4	13	2	19
		Ağır Taşıt	Kamyonet	8	4	0	12
			Kamyon	1	0	0	1
		Toplam			88	187	29



Şekil B 3 : Bursa-Ulus kavşak kollarından gelen araç sayıları



Şekil B 4 : Ulus-Tokat kavşağına ait akım kolları

Tablo A 7 : Ulus-Tokat Kavşağında 1. akıma ait trafik akım hacimleri

Kavşak Adı	Ulus-Tokat Kavşağı	Akım No	1		
Kavşak No	K02	Akım Adı	Bilgin Market	Sinyalizasyon	Yok

	Sayım Saati	Taşıt Türü		Manevra			Toplam
				Sola Dönen	Doğru Giden	Sağa Dönen	
SABAH	07.00 - 08.00	Otomobil		13	50	3	66
		Toplu Taşıma	Minibüs	0	12	5	17
			Otobüs	0	13	1	14
		Ağır Taşıt	Kamyonet	1	4	0	5
			Kamyon	0	0	0	2
		Toplam			14	79	9

Tablo A 8 : Ulus-Tokat Kavşağında 2. akıma ait trafik akım hacimleri

Kavşak Adı	Ulus-Tokat Kavşağı	Akım No	2		
Kavşak No	K02	Akım Adı	Pekdemir	Sinyalizasyon	Yok

	Sayım Saati	Taşıt Türü		Manevra			Toplam
				Sola Dönen	Doğru Giden	Sağa Dönen	
SABAH	07.00 - 08.00	Otomobil		15	28	5	48
		Toplu Taşıma	Minibüs		2	0	2
			Otobüs		1	1	2
		Ağır Taşıt	Kamyonet		1	1	2
			Kamyon				0
		Toplam			15	32	7

Tablo A 9 : Ulus-Tokat Kavşağında 3. akıma ait trafik akım hacimleri

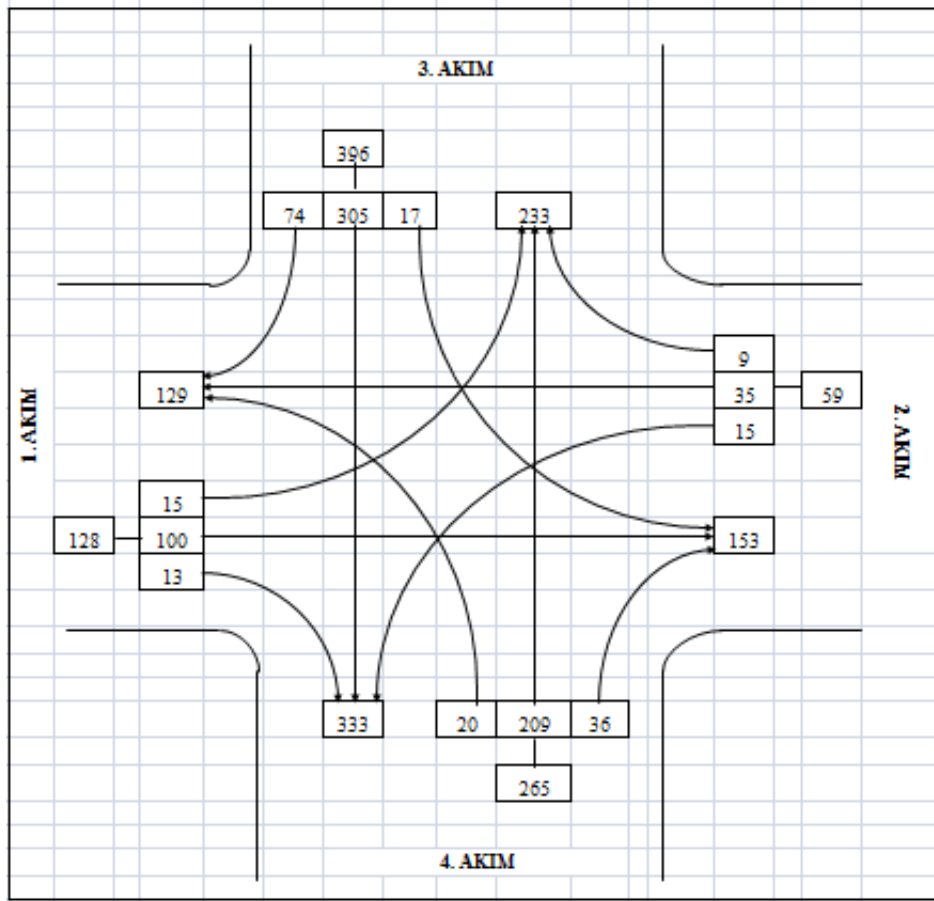
Kavşak Adı	Ulus-Tokat Kavşağı	Akım No	3		
Kavşak No	K02	Akım Adı	Eski Eğitim	Sinyalizasyon	Yok

	Sayım Saati	Taşıt Türü		Manevra			Toplam
				Sola Dönen	Doğru Giden	Sağa Dönen	
SABAH	07.00 - 08.00	Otomobil		9	249	47	305
		Toplu Taşıma	Minibüs	2	21	10	33
			Otobüs	1	6	3	10
		Ağır Taşıt	Kamyonet	2	8	4	14
			Kamyon				0
		Toplam			14	284	64

Tablo A 10 : Ulus-Tokat Kavşağında 4. akıma ait trafik akım hacimleri

Kavşak Adı	Ulus-Tokat Kavşağı	Akım No	4		
Kavşak No	K02	Akım Adı	Tokat Caddesi	Sinyalizasyon	Yok

	Sayım Saati	Taşıt Türü		Manevra			Toplam
				Sola Dönen	Doğru Giden	Sağa Dönen	
SABAH	07.00 - 08.00	Otomobil		14	171	21	206
		Toplu Taşıma	Minibüs	2	11	2	15
			Otobüs		2	2	4
		Ağır Taşıt	Kamyonet	2	10	5	17
			Kamyon		1		1
		Toplam			18	195	30



Şekil B 5 : Ulus-Tokat kavşak kollarından gelen araç sayıları



Şekil B 6 : Eski Eğitim kavşağına ait akım kolları

Tablo A 11 : Eski Eğitim Kavşağında 1. akıma ait trafik akım hacimleri

Kavşak Adı	Eski Eğitim Kavşağı	Akım No	1		
Kavşak No	K01	Akım Adı	Bilgin Market	Sinyalizasyon	Yok

	Sayım Saati	Taşıt Türü		Manevra			Toplam
				Sola Dönen	Doğru Giden	Sağa Dönen	
SABAH	07.00 - 08.00	Otomobil		138	62		200
		Toplu Taşıma	Minibüs	31	7		38
			Otobüs		7		7
		Ağır Taşıt	Kamyonet	9			9
			Kamyon				0
		Toplam			178	76	0

Tablo A 12 : Eski Eğitim Kavşağında 2. akıma ait trafik akım hacimleri

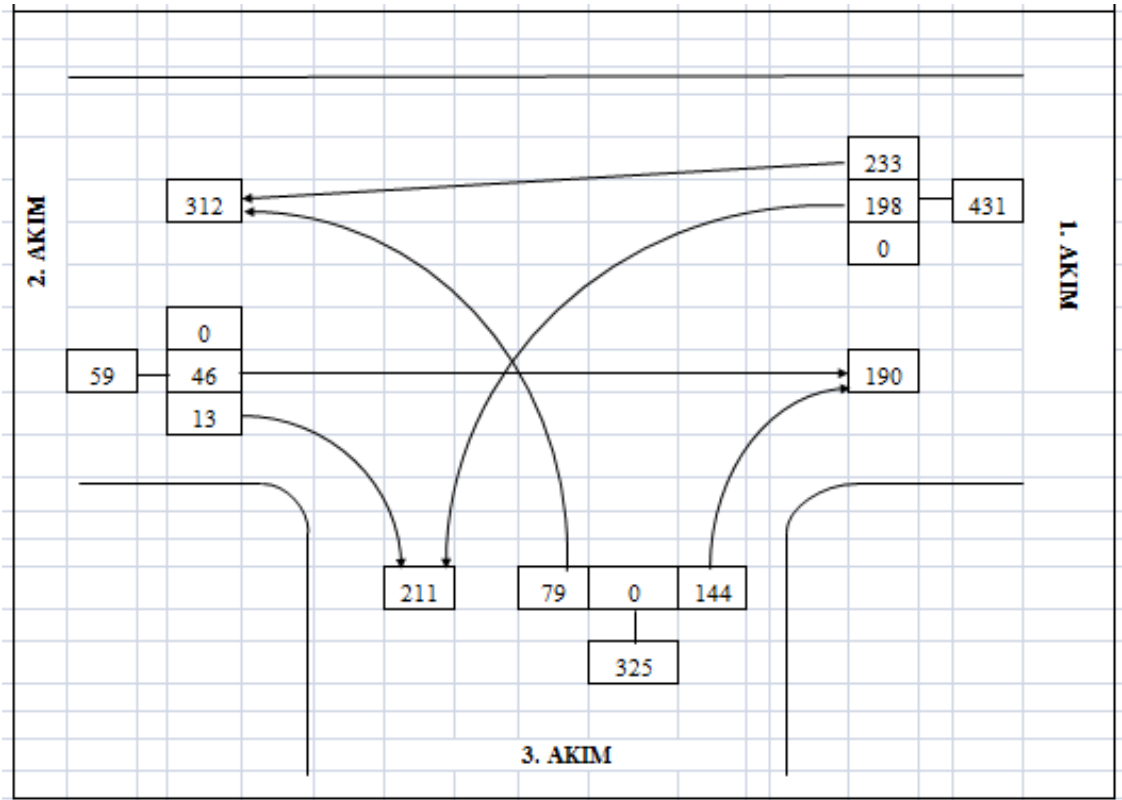
Kavşak Adı	Eski Eğitim Kavşağı	Akım No	2		
Kavşak No	K01	Akım Adı	Pekdemir	Sinyalizasyon	Yok

	Sayım Saati	Taşıt Türü		Manevra			Toplam
				Sola Dönen	Doğru Giden	Sağa Dönen	
SABAH	07.00 - 08.00	Otomobil			27	7	34
		Toplu Taşıma	Minibüs		5	2	7
			Otobüs		2		2
		Ağır Taşıt	Kamyonet		3	2	5
			Kamyon		1		1
		Toplam			0	38	11

Tablo A 13 : Eski Eğitim Kavşağında 3. akıma ait trafik akım hacimleri

Kavşak Adı	Eski Eğitim Kavşağı	Akım No	3		
Kavşak No	K03	Akım Adı	Eski Eğitim	Sinyalizasyon	Yok

	Sayım Saati	Taşıt Türü	Manevra			Toplam	
			Sola Dönen	Doğru Giden	Sağa Dönen		
SABAH	07.00 - 08.00	Otomobil	56		74	130	
		Toplu Taşıma	Minibüs	12		34	46
			Otobüs			5	5
		Ağır Taşıt	Kamyonet	3		6	9
			Kamyon				0
		Toplam	71	0	119		



Şekil B 7 : Eski Eğitim kavşak kollarından gelen araç sayıları



Şekil B 8 : Tarım İl Müdürlüğü kavşağına ait akım kolları

Tablo A 14 : Tarım İl Müdürlüğü Kavşağında 1. akıma ait trafik akım hacimleri

Kavşak Adı	Tarım İl Müdürlüğü Kavşağı	Akım No	1		
Kavşak No	K04	Akım Adı	İncilipınar	Sinyalizasyon	Var

	Sayım Saati	Taşıt Türü		Manevra			Toplam
				Sola Dönen	Doğru Giden	Sağa Dönen	
SABAH	07.00 - 08.00	Otomobil		55	27	13	95
		Toplu Taşıma	Minibüs	21	3		24
	Otobüs		2			2	
	Ağır Taşıt	Kamyonet	7	1	8	16	
		Kamyon				0	
			Toplam	85	31	21	

Tablo A 15 : Tarım İl Müdürlüğü Kavşağında 2. akıma ait trafik akım hacimleri

Kavşak Adı	Tarım İl Müdürlüğü Kavşağı	Akım No	2		
Kavşak No	K04	Akım Adı	Şok Market	Sinyalizasyon	Var

	Sayım Saati	Taşıt Türü	Manevra			Toplam	
			Sola Dönen	Doğru Giden	Sağa Dönen		
SABAH	07.00 - 08.00	Otomobil	5	29	4	38	
		Toplu Taşıma	Minibüs			2	2
			Otobüs			1	1
		Ağır Taşıt	Kamyonet		1		1
			Kamyon		2		2
		Toplam		5	32	7	

Tablo A 16 : Tarım İl Müdürlüğü Kavşağında 3. akıma ait trafik akım hacimleri

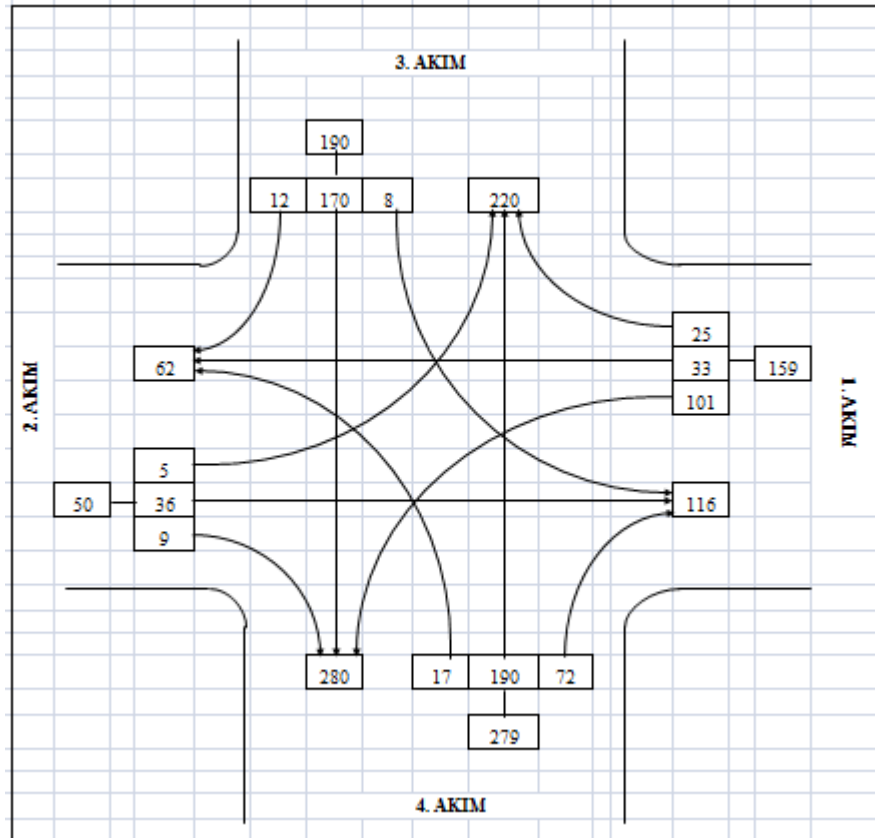
Kavşak Adı	Tarım İl Müdürlüğü Kavşağı	Akım No	3		
Kavşak No	K04	Akım Adı	Karayolu	Sinyalizasyon	Var

	Sayım Saati	Taşıt Türü	Manevra			Toplam	
			Sola Dönen	Doğru Giden	Sağa Dönen		
SABAH	07.00 - 08.00	Otomobil	6	102	7	115	
		Toplu Taşıma	Minibüs	1	33	2	36
			Otobüs		6		6
		Ağır Taşıt	Kamyonet		3	1	4
			Kamyon		1		1
		Toplam		7	145	10	

Tablo A 17 : Tarım İl Müdürlüğü Kavşağında 4. akıma ait trafik akım hacimleri

Kavşak Adı	Tarım İl Müdürlüğü Kavşağı	Akım No	4		
Kavşak No	K04	Akım Adı	İstiklal	Sinyalizasyon	Var

	Sayım Saati	Taşıt Türü	Manevra			Toplam	
			Sola Dönen	Doğru Giden	Sağa Dönen		
SABAHA	07.00 - 08.00	Otomobil	11	80	46	137	
		Toplu Taşıma	Minibüs	2	50	12	64
			Otobüs		4	1	5
		Ağır Taşıt	Kamyonet		8	4	12
			Kamyon		6		6
		Toplam		13	148	63	



Şekil B 9 : Tarım İl Müdürlüğü kollarından gelen araç sayıları



Şekil B 10 : 10 Nisan kavşağına ait akım kolları

Tablo A 18 : 10 Nisan Kavşağında 1. akıma ait trafik akım hacimleri

Kavşak Adı	10 Nisan Kavşağı	Akım No	1		
Kavşak No	K04	Akım Adı	İnönü Cad.	Sinyalizasyon	Var

	Sayım Saati	Taşıt Türü	Manevra			Toplam	
			Sola Dönen	Doğru Giden	Sağa Dönen		
SABAH	07.00 - 08.00	Otomobil	24	85	14	123	
		Toplu Taşıma	Minibüs		18	1	19
			Otobüs			1	1
		Ağır Taşıt	Kamyonet	2	3	1	6
			Kamyon				0
		Toplam	26	106	17		

Tablo A 19 : 10 Nisan Kavşağında 2. akıma ait trafik akım hacimleri

Kavşak Adı	10 Nisan Kavşağı	Akım No	2		
Kavşak No	K04	Akım Adı	Hürriyet Cad.	Sinyalizasyon	Var

	Sayım Saati	Taşıt Türü		Manevra			Toplam
				Sola Dönen	Doğru Giden	Sağa Dönen	
SABAH	07.00 - 08.00	Otomobil		19	40	5	64
		Toplu Taşıma	Minibüs	6	15		21
	Otobüs		2	1		3	
	Ağır Taşıt	Kamyone t	3	5	1	9	
		Kamyon		1		1	
			Toplam	30	62	6	

Tablo A 20 : 10 Nisan Kavşağında 3. akıma ait trafik akım hacimleri

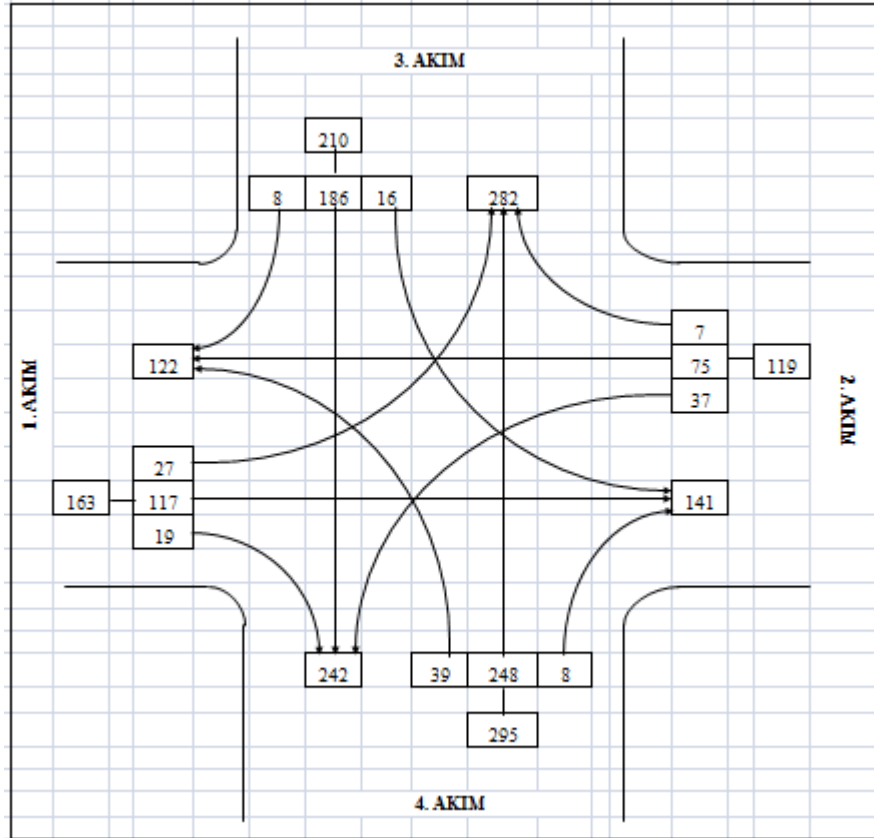
Kavşak Adı	10 Nisan Kavşağı	Akım No	3		
Kavşak No	K05	Akım Adı	Çınar	Sinyalizasyon	Var

	Sayım Saati	Taşıt Türü		Manevra			Toplam
				Sola Dönen	Doğru Giden	Sağa Dönen	
SABAH	07.00 - 08.00	Otomobil		8	67	5	80
		Toplu Taşıma	Minibüs	1	63	1	65
	Otobüs			6		6	
	Ağır Taşıt	Kamyonet	4	8	1	13	
		Kamyon				0	
			Toplam	13	144	7	

Tablo A 21 : 10 Nisan Kavşağında 4. akıma ait trafik akım hacimleri

Kavşak Adı	10 Nisan Kavşağı	Akım No	4		
Kavşak No	K05	Akım Adı	Vali Konağı	Sinyalizasyon	Var

	Sayım Saati	Taşıt Türü	Manevra			Toplam	
			Sola Dönen	Doğru Giden	Sağa Dönen		
SABAH	07.00 - 08.00	Otomobil	21	126	5	152	
		Toplu Taşıma	Minibüs	3	66		69
			Otobüs		7		7
		Ağır Taşıt	Kamyonet	7	6	2	15
			Kamyon	1			1
				Toplam	32	205	7



Şekil B 11 : 10 Nisan kavşak kollarından gelen araç sayıları



Şekil B 12 : Çınar kavşağına ait akım kolları

Tablo A 22 : Çınar Kavşağında 1. akıma ait trafik akım hacimleri

Kavşak Adı	Çınar Kavşağı	Akım No	1		
Kavşak No	K04	Akım Adı	Lise Cad.	Sinyalizasyon	Var

	Sayım Saati	Taşıt Türü		Manevra			Toplam
				Sola Dönen	Doğru Giden	Sağa Dönen	
SABAH	07.00 - 08.00	Otomobil		71	42	8	121
		Toplu Taşıma	Minibüs	1	12	1	14
			Otobüs	14	5		19
		Ağır Taşıt	Kamyone t	1	8	1	10
			Kamyon				0
		Toplam	87	67	10		

Tablo A 23 : Çınar Kavşağında 2. akıma ait trafik akım hacimleri

Kavşak Adı	Çınar Kavşağı	Akım No	2		
Kavşak No	K04	Akım Adı	Atatürk Cad.	Sinyalizasyon	Var

	Sayım Saati	Taşıt Türü		Manevra			Toplam
				Sola Dönen	Doğru Giden	Sağa Dönen	
SABAH	07.00 - 08.00	Otomobil		16	84	10	110
		Toplu Taşıma	Minibüs	56	16	1	73
			Otobüs	2	3	5	10
		Ağır Taşıt	Kamyonet	2	6	1	9
			Kamyon			1	1
		Toplam			76	109	18

Tablo A 24 : Çınar Kavşağında 3. akıma ait trafik akım hacimleri

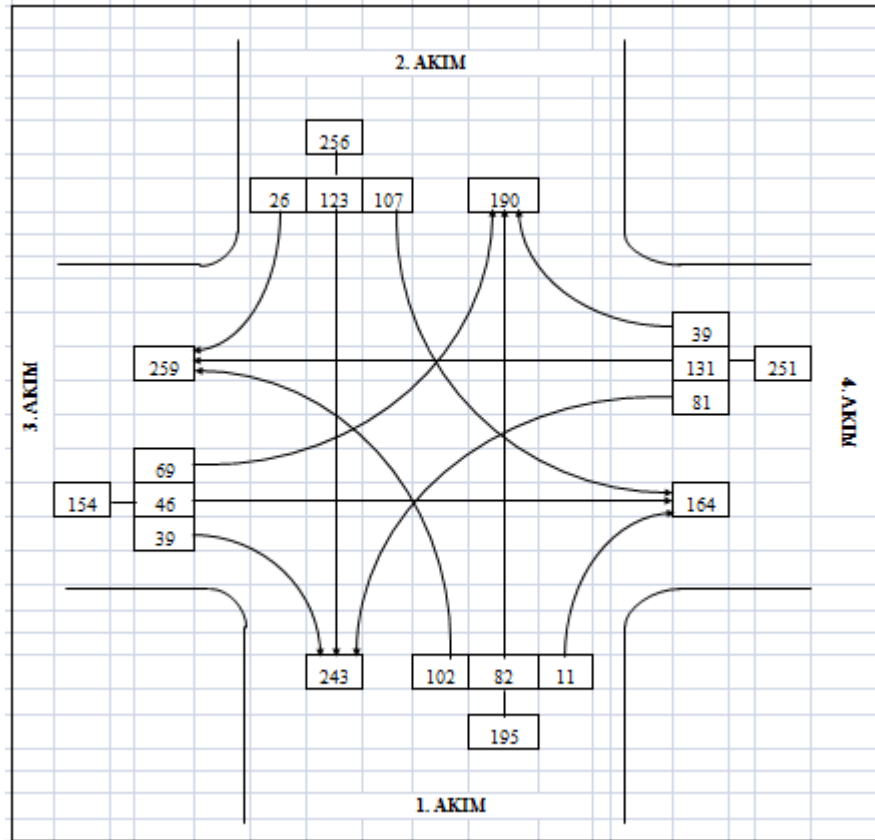
Kavşak Adı	Çınar Kavşağı	Akım No	3		
Kavşak No	K05	Akım Adı	G.M.K. Bulvarı	Sinyalizasyon	Var

	Sayım Saati	Taşıt Türü		Manevra			Toplam
				Sola Dönen	Doğru Giden	Sağa Dönen	
SABAH	07.00 - 08.00	Otomobil		47	26	13	86
		Toplu Taşıma	Minibüs	5	3	1	9
			Otobüs	2	7	8	17
		Ağır Taşıt	Kamyonet	5	1	2	8
			Kamyon	1		2	3
		Toplam			60	37	26

Tablo A 25 : Çınar Kavşağında 4. akıma ait trafik akım hacimleri

Kavşak Adı	Çınar Kavşağı	Akım No	4		
Kavşak No	K06	Akım Adı	İstiklal	Sinyalizasyon	Var

	Sayım Saati	Taşıt Türü	Manevra			Toplam	
			Sola Dönen	Doğru Giden	Sağa Dönen		
SABAH	07.00 - 08.00	Otomobil	53	105	21	119	
		Toplu Taşıma	Minibüs	12	1	1	14
			Otobüs	2	5	6	13
		Ağır Taşıt	Kamyonet	2	5	3	10
			Kamyon	1	3		4
		Toplam		70	134	31	



Şekil B 13 : Çınar meydanı kavşak kollarından gelen araç sayıları

ÖZGEÇMİŞ

**VESİKALIK
FOTO**

Ad Soyad: Babek ÖNDER

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul, 29.08.1986

Adres: Çamlaraltı Mah. 6055 sok. No:12 D:2 Kınıklı/DENİZLİ

Lisans Üniversite: Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ağustos 2009.

Yayın Listesi: -