

154499

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İSTANBUL'DA MERKEZİ BÖLGELERE YÖNELEN ANA  
ARTERLERDE TRAFİK PARAMETRELERİNİN  
ARAŞTIRILMASI  
2x3 ŞERİTLİ YOLLAR ÖRNEĞİ

İnşaat Mühendisi Osman TABAK

F.B.E İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Ulaştırma Programında  
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Zerrin BAYRAKTAR (YTÜ)

*Zerrin Bayraktar*

*Prof. Dr. Aydin BÖL*  
*Prof. Dr. Ergun Gedirlioğlu*

İSTANBUL, 2004

## İÇİNDEKİLER

|  | Sayfa |
|--|-------|
| SİMGE LİSTESİ.....                                     | iv    |
| KISALTMA LİSTESİ .....                                 | vi    |
| ŞEKİL LİSTESİ.....                                     | vii   |
| ÇİZELGE LİSTESİ .....                                  | viii  |
| ÖNSÖZ.....   | ix    |
| ÖZET .....   | x     |
| ABSTRACT.....  | xi    |
| 1 GİRİŞ .....  | 1     |
| 2 TRAFİK AKIMI .....                                   | 3     |
| 2.1 Tanımlar .....                                     | 3     |
| 2.1.1 Kapasite.....                                    | 3     |
| 2.1.2 Hız.....   | 4     |
| 2.1.3 Yoğunluk.....                                    | 5     |
| 2.1.4 Hacim .....                                      | 5     |
| 2.1.5 Akım .....                                       | 5     |
| 2.1.6 Akım Yukarı Yön .....                            | 5     |
| 2.1.7 Akım Aşağı Yön .....                             | 5     |
| 2.1.8 Kesintili Akım.....                              | 6     |
| 2.1.9 Kesintisiz Akım .....                            | 6     |
| 2.1.10 Zirve (Pik) Saat Trafığı .....                  | 6     |
| 2.1.11 Hizmet Düzeyi .....                             | 6     |
| 2.2 Trafik Akımının Değişkenleri.....                  | 8     |
| 2.2.1 Asal Değişkenler .....                           | 8     |
| 2.2.2 Asal Değişkenlerden Türetilmiş Değişkenler ..... | 8     |
| 2.3 Trafik Akımının Ana Eğrileri .....                 | 9     |
| 2.4 Yapılan Çalışmalar.....                            | 12    |
| 3 İSTANBUL'UN DEMOGRAFİK DURUMU ve ULAŞIMI .....       | 14    |
| 4 ÖRNEK ALINAN KESİTLERDEKİ ÇALIŞMALAR .....           | 21    |
| 4.1 Çalışma Yöntemi .....                              | 21    |
| 4.2 Seçilen Kesitler .....                             | 24    |
| 4.2.1 Tarlabası Caddesi.....                           | 25    |
| 4.2.2 Meclisi Mebusan Caddesi .....                    | 26    |
| 4.2.3 Piyale Paşa Bulvarı .....                        | 27    |
| 4.3 Trafik Hacim ve Yoğunluk Etüdü.....                | 29    |

|                 |  |    |
|-----------------|--|----|
| 4.3.1           | Trafik Hacim Sayımı.....   | 29 |
| 4.3.2           | Trafik Yoğunluk Etüdü.....   | 30 |
| 4.4             | Çalışma Sonuçlarının İstatistikî Yöntemlerle Değerlendirilmesi .....       | 35 |
| 4.5             | İstanbul'da Merkezi Bölgelere Yönelen Ana Arterlerde Trafik Değerleri..... | 40 |
| 4.5.1           | Ortalama Günlük Trafik.....  | 41 |
| 4.5.2           | Pik Saat Faktörü.....  | 42 |
| 4.5.3           | Hacim Kapasite Oranlarının Belirlenmesi .....                              | 44 |
| 4.5.4           | Gün İçerisindeki Toplam Trafik ve Taşıt Türlerine Göre Dağılımı.....       | 47 |
| 5               | SONUÇLAR ve ÖNERİLER .....   | 53 |
| KAYNAKLAR ..... |  | 56 |
| EKLER.....      |  | 58 |
| Ek 1            | Sayım föyü örneği .....  | 59 |
| Ek 2            | Sayım toplama tablosu örneği .....   | 60 |
| Ek 3            | Piyale paşa bulvarı istatistik değerlendirmesi .....                       | 61 |
| Ek 4            | Trafik sayımları .....   | 63 |
| Ek 5            | Pik saat faktörleri.....   | 64 |
| Ek 6            | Şehiriçi yollarda hizmet düzeylerine göre kapasite değerleri tablosu.....  | 72 |
| ÖZGEÇMİŞ .....  |  | 73 |

## SİMGE LİSTESİ

|                    |  |
|--------------------|--|
| F                  | F dağılımı                                     |
| $F_{\text{hesap}}$ | Hesapla bulunan F değeri                       |
| $F_{\text{tablo}}$ | Tablodan alınan F değeri                       |
| h                  | Örnek sayısı                                   |
| $H_0$              | $H_0$ hipotezi                                 |
| $H_1$              | $H_1$ hipotezi                                 |
| k                  | Yoğunluk                                       |
| $k_j$              | Tıkanıklık yoğunluğu                           |
| $k_m$              | Optimum yoğunluk                               |
| $KO_{G.Arası}$     | Gruplar arası kareler ortalaması               |
| $KO_{G.İçi}$       | Gruplar içi kareler ortalaması                 |
| L1                 | Akım yönü                                      |
| L2                 | Akım yönü                                      |
| m                  | Örnekteki birim sayısı                         |
| n                  | Örnekteki birim sayısı                         |
| N                  | Taşıt sayısı                                   |
| q                  | Akım   |
| $q_m$              | Maksimum akım                                  |
| $R^2$              | Belirlilik katsayısı                           |
| sd                 | Serbestlik derecesi                            |
| $S_x^-$            | Ortalamaların standart hatası                  |
| $S_x^2$            | Örnek varyansı                                 |
| $S_y^2$            | Örnek varyansı                                 |
| $S_z^2$            | Örnek varyansı                                 |
| t                  | t testi parametresi                            |
| T                  | Zaman  |
| $t_{\text{hesap}}$ | Hesapla bulunan t değeri                       |
| $t_i$ maksimum     | Maksimum i. 15 dakikalık sayım değeri          |
| $t_i$              | i. 15 dakikalık sayım değeri                   |
| $t_{\text{tablo}}$ | Tablodan alınan t değeri                       |
| u                  | Hız  |
| $u_f$              | Serbest hız                                    |
| $u_m$              | Optimum hız                                    |
| $u_s$              | Uzunluk anlamlı hız                            |
| $u_t$              | Zaman anlamlı hız                              |
| x                  | Mesafe   |
| $\bar{x}$          | Örnekteki trafik sayım değerleri ortalaması    |
| $\bar{x}$          | Örneklerin ortalamalarının ortalaması          |
| X                  | Örnekteki değerleri gösteren rastgele değişken |
| $\bar{y}$          | Örnekteki trafik sayım değerleri ortalaması    |
| Y                  | Örnekteki değerleri gösteren rastgele değişken |
| $\bar{z}$          | Örnekteki trafik sayım değerleri ortalaması    |
| Z                  | Örnekteki değerleri gösteren rastgele değişken |
| $\mu_x$            | Örneğin alındığı ana kütle ortalaması          |
| $\mu_y$            | Örneğin alındığı ana kütle ortalaması          |

$\mu_z$       Örneğin alındığı ana kütle ortalaması  
 $\alpha$         Güven düzeyi



## KISALTIMA LİSTESİ

|      |  |
|------|--|
| ABD  | Amerika Birleşik Devletleri                                    |
| HCM  | Highway Capacity Manual  |
| İETT | İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri Genel Müdürlüğü |
| MTS  | Mevsimlik Trafik Sayımı  |
| OTKC | Otomatik Trafik Kayıt Cihazı                                   |
| ÖHO  | Özel Halk Otobüsü  |
| YOGT | Yıllık Ortalama Günlük Trafik                                  |
| DİE  | Devlet İstatistik Enstitüsü                                    |
| İBB  | İstanbul Büyükşehir Belediyesi                                 |



## ŞEKİL LİSTESİ

|            | Sayfa   |
|------------|---|
| Şekil 2.1  | Çeşitli hizmet düzeylerinde trafik durumu (HCM, 2000)..... 8  |
| Şekil 2.2  | Hız – yoğunluk eğrisinin en genel tipi (Cliffs, 1976) ..... 9   |
| Şekil 2.3  | Hız – yoğunluk modelleri (Gerlough ve Huber, 1975)..... 10  |
| Şekil 2.4  | Hız – akım – yoğunluk arasındaki ilişki (Cliffs, 1976)..... 11  |
| Şekil 4.1  | Trafik çekiminden görüntüler ..... 22   |
| Şekil 4.2  | Çalışmada kullanılan araç tipleri..... 23   |
| Şekil 4.3  | Tarlabaşı Caddesi sayım istasyonu ..... 25  |
| Şekil 4.4  | Tarlabaşı Caddesi sayım istasyonu haritası [7]..... 26  |
| Şekil 4.5  | Meclisi Mebusan Caddesi sayım istasyonu..... 27   |
| Şekil 4.6  | Meclisi Mebusan Caddesi sayım istasyonu haritası [7] ..... 27   |
| Şekil 4.7  | Piyale Paşa Bulvarı sayım istasyonu..... 28   |
| Şekil 4.8  | Piyale Paşa Bulvarı sayım istasyonu haritası [7] ..... 29   |
| Şekil 4.9  | Tarlabaşı Caddesi'nin hız – yoğunluk grafiği (1)..... 31  |
| Şekil 4.10 | Meclisi Mebusan Caddesi'nin hız – yoğunluk grafiği (1) ..... 32   |
| Şekil 4.11 | Tarlabaşı ve Meclisi Mebusan Caddeleri için hız-yoğunluk grafiği (1) ..... 32                               |
| Şekil 4.12 | Tarlabaşı Caddesi'nin hız – yoğunluk grafiği (2)..... 33  |
| Şekil 4.13 | Meclisi Mebusan Caddesi'nin hız – yoğunluk grafiği (2) ..... 33   |
| Şekil 4.14 | Tarlabaşı ve Meclisi Mebusan Caddeleri için hız - yoğunluk grafiği (2) ..... 34                             |
| Şekil 4.15 | Tarlabaşı ve Meclisi Mebusan Caddeleri'nin iki parçalı regresyon<br>ile hız-yoğunluk grafiği ..... 34       |
| Şekil 4.16 | Tarlabaşı Caddesi hafta içi taşıt dağılımı ..... 49   |
| Şekil 4.17 | Tarlabaşı Caddesi hafta içi otomobil ve taksilerin azaltıldığı taşıt dağılımı ..... 49                      |
| Şekil 4.18 | Tarlabaşı Caddesi haftasonu (cumartesi)-taşıt dağılımı ..... 50   |
| Şekil 4.19 | Tarlabaşı Caddesi haftasonu (cumartesi) otomobil ve taksilerin<br>azaltıldığı taşıt dağılımı ..... 50       |
| Şekil 4.20 | Meclisi Mebusan Caddesi hafta içi taşıt dağılımı ..... 51   |
| Şekil 4.21 | Meclisi Mebusan Caddesi hafta içi otomobil ve taksilerin<br>azaltıldığı taşıt dağılımı ..... 51             |
| Şekil 4.22 | Meclisi Mebusan Caddesi haftasonu (cumartesi) taşıt dağılımı ..... 52                                       |
| Şekil 4.23 | Meclisi Mebusan Caddesi haftasonu (cumartesi) otomobil ve taksilerin<br>azaltıldığı taşıt dağılımı ..... 52 |

## ÇİZELGE LİSTESİ -

|   | Sayfa |
|---|-------|
| Çizelge 3.1 İstanbul'un nüfus artışı (İBB, 2002) .....  | 15    |
| Çizelge 3.2 İstanbul kentiçi ulaşımında araçlı yolculukların türel dağılımı (2001)<br>(İBB, 2002) .....           | 16    |
| Çizelge 3.3 Dünya'daki bazı şehirlerde kişi başına düşen günlük<br>yolculuk sayıları (2000)(İBB, 2002) .....      | 16    |
| Çizelge 3.4 İstanbul'daki otomobil sayısı ve otomobil sahipliliğinin yıllara göre artışı<br>(İBB, 2002) .....     | 17    |
| Çizelge 3.5 Türkiye'deki otomobil sahipliliği (%0) (1997) (Öğüt, 2000) .....                                      | 18    |
| Çizelge 3.6 Dünya'daki bazı ülkelerde ve Türkiye'deki otomobil sahipliliği<br>(Özge, 1992).....                   | 18    |
| Çizelge 3.7 Gelişmiş ülkelerdeki şehirlerin ve İstanbul'un otomobil sahipliliği<br>(Öğüt, 2000) .....             | 19    |
| Çizelge 3.8 İllere göre motorlu kara taşıtı sayısı (1997) [1] .....   | 20    |
| Çizelge 3.9 İstanbul ili türel taşıt sayıları oranı [5].....  | 20    |
| Çizelge 4.1 Trafik hacim sayım örneği .....   | 30    |
| Çizelge 4.2 Tarlabası Caddesi, Meclisi Mebusan Caddesi ve Barbaros Bulvarı'na<br>ait trafik sayım değerleri ..... | 40    |
| Çizelge 4.3 İstanbul'da üç şeritli yollar için ortalama günlük trafik değerleri .....                             | 42    |
| Çizelge 4.4 Tarlabası Caddesi pik saat faktörleri örneği.....   | 43    |
| Çizelge 4.5 Meclisi Mebusan Caddesi hacim/kapasite oranları<br>(kapasite 2430 taşıt/saat alınarak) .....          | 45    |
| Çizelge 4.6 Meclisi Mebusan Caddesi hacim/kapasite oranları<br>(gözlemlenen maksimum hacme göre) .....            | 46    |

## ÖNSÖZ

Maddî ve manevî açıdan pek çok soruna ve kayıba yol açan trafik sorunlarıyla ilgili araştırma ve incelemeleri içeren bu tezin yararlı olması umudunu taşıyorum.

Bu çalışma sırasında bilgi, deneyim ve hoşgörü ile her zaman bana yardımcı olduğu için en başta tez danışmanım Prof.Dr.Zerrin Bayraktar'a en derin teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, bilgilerini hiçbir zaman benden esirgemedikleri için Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Ulaştırma Ana Bilim Dalı Öğretim Üyelerine, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Ulaştırma Ana Bilim Dalı Öğretim Elemanları'ndan Prof.Dr.Ergun Gedizlioğlu'na, Öğr. Gör. Dr.Murat Ergün ve Dr.Selçuk Öğüt'e teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak, bugüne gelmemde çok büyük katkıları olan değerli hocalarıma, büyüklerime ve özellikle aileme teşekkür ederim. Bu tez onlara ithaf edilmiştir.



## ÖZET

Dünya’da büyük kentlerin hemen hepsinde pek çok sorun bulunmaktadır. Bu sorunlardan en önemlileri ulaşım ve trafik problemleridir. Özellikle ülkemizdeki hızlı nüfus artışıyla beraber sosyal ve ekonomik gelişmeler ile otomobil sahipliğinin artması, ulaşım altyapısının buna paralel gelişmemesi sonucunda büyük kentlerde ulaşım zorlukları ve trafik problemiyle karşı karşıya kalınmıştır. Artan ulaşım talebine karşılık, yeni yollar yapmak bir çözüm getirmemiş. Toplu taşımaya yönelmek yerine, otomobil sahipliği ve kullanımına teşvik edilmesinden dolayı trafik daha da kötü duruma gelmiştir.

Bu çalışma, trafik sorunlarına öneri sunmak amacıyla hazırlanmıştır. Çalışmanın birinci bölümünde kentlerimizdeki ulaşım sorununa değinilmiştir. İkinci bölümde trafik hakkında temel bilgi ve yapılan çalışmalar verilmiştir. Üçüncü bölümde ise İstanbul ile ilgili demografik değişkenlerden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde, yapılan çalışmalar, İstanbul’da trafik çeken merkezlere gelen trafiğin günlük ve haftalık dağılımı anlatılmıştır. Beşinci bölümde, çalışmadan elde edilen sonuçlar verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** ana arterler, kent içi trafiği, ortalama günlük trafik, trafik tıkanıklığı.



## **ABSTRACT**

There are lots of problems in most of the big cities in the world. The most important problems are transportation and traffic problems. Transportation difficulties and traffic problems are caused by high car ownership rates resulting from fast growing population, social and economical developments as well as insufficient transportation infostructure in our country. In fact, in spite of the increasing transportation demand, constructing new roads does not solve the traffic problems. Increasing car ownership and private car usage instead of public transportation effects the traffic negatively.

This study is prepared to offer recommendations for traffic problems. In the first chapter, transportation problems in the cities are touched on. In the second chapter, the basic information about traffic and the old studies are given. In the third chapter, the demografic values of İstanbul are given. In the four chapter, the distribution of daily and weekly traffic volumes getting to the traffic attraction centers and studies done are given. In the fifth chapter, conclusions of this study are given.

**Key words:** main arterials, urban traffic, average daily traffic, traffic congestion.



## 1. GİRİŞ

*İnsan için ana damarlar ve kılcal damarlar ne ise, yolda O'dur insan için!* Ulaştırma olmasaydı, ne insanlık tarihi olur, ne de insanlığın oluşturduğu sosyal yapı, ekonomi ve kültür olurdu. Yol, insanı tarihin derinliklerinden alıp bugünlere getirmiş, insanlık için önemli bir etken olmuştur. Bunun bilincinde olan insanlar, en küçük yerleşim yerlerini dahi ulaşım ve iletişimin en uygun olduğu yerlere kurmuşlardır. Bu nedendir ki; haritaya baktığımızda büyük yerleşim yerlerinin önemli yollar ve kavşaklar üzerinde geliştiğini, yollar ve kavşaklar önemini yitirdikçe yerleşim yerlerinde, nüfusun ve ekonomik yapının küçüldüğünü görmekteyiz.

Günümüzde insan topluluklarında görülen büyük gelişmeler, ekonomik yapının arttığı kentlere göçler ve hızlı nüfus artışı neticesinde bu şehirlerde çeşitli sorunları da beraberinde getirmiştir. Daha çok gelişmiş ülkelerde 1950'li yıllarda ivme kazanan motorlu taşıt sayısındaki artış, bugün hemen her ülkede devam etmektedir. Bu artış, ülkemizin de içinde bulunduğu gelişmekte olan ülkelerde daha belirgindir. Ülkemizde büyük şehirlerde özellikle İstanbul, bu artışla çeşitli sorunlarla karşı karşıya kalmıştır.

İstanbul kentindeki en önemli sorunların bir tanesi elbetteki ulaşımdır. Ocak 1993'de İstanbul Valiliğince "İstanbul'da Genel İdare Hizmetlerinin Değerlendirilmesi Araştırması" çerçevesinde yapılan anket sonuçlarında trafik ve ulaşım sorunu % 29,5 oranla en büyük paya sahip olmaktadır. Özellikle büyük şehirlerde insanların zamanın büyük bir kısmı ulaşım esnasında geçmektedir. Günümüzde nüfusun artmasıyla, ulaştırma sistemleri planlı gelişmediklerinden bu artan talebe karşılık yeterli hizmeti sağlayamamaktadır. Ulaşım talebin artmasıyla birlikte, *toplu taşımacılığa yeterli önemin verilmemesi, artan nüfusun planlı şekilde yerleştirilememesi, iş ve ticaret merkezlerinin belirli bölgelerde yoğunlaşması, insanların davranışı (yol seçimi, yolculuk süresi) nüfusun artması ve otomobil sahipliliğindeki artış* nedeniyle şehir içi trafiği olumsuz yönde etkilenmektedir. Özellikle İstanbul, Ankara ve İzmir gibi büyük şehirlerimizde insanlar aynı saatlerde ve aynı yönlerde hareket etmektedirler. Bunun sonucunda, aynı yönlerde hareket etmelerinden dolayı şehirlerimizde trafik sıkışıklığı ulaşımda önlenemez bir sorun olmaktadır. Bu durum, normal şartlara göre hem ulaşımdaki kaliteyi düşürmekte hem de yakıt kaybı, zaman kaybı gibi maddi zararlar doğurmaktadır. Büyük zaman kaybı ve ulaşımdaki kalitenin düşmesi, ulaşımın önemini tekrar ortaya çıkarmaktadır. Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmaya çalışabilmek için sağlıklı verilere gereksinim vardır. Bu amaçla, İstanbul'un yoğun trafik çeken ana merkezlerine yönelen üç değişik 2 x 3 şeritli yolda 24 saatlik iki haftalık sayımlar yapılmıştır. Bu sayımlardan bu

kesitlerdeki taşıt dağılımları, ortalama günlük trafik değerleri, pik saat faktörleri, günlük hacim dağılımları elde edilmiştir. Elde edilen bu veriler yardımıyla, İstanbul trafiğindeki taşıt dağılımının değiştirilmesi, trafik sayımı sırasında pik saat faktörünün kullanılarak daha az sayım süresiyle hacim değerlerine ulaşılması (rneğin pik saat dışında yapılacak 15 dakikalık bir sayımla hacim değerine ulaşılması gibi), hafta içerisindeki ve gün içerisindeki trafiğin değişimi göz önüne alınarak trafikte özel oto ve taksii sayısının azaltılarak toplu taşıma araçlarının arttırılmasıyla taşıt dağılımının değişebileceği ve trafiğin rahatlayabileceği şeklinde sonuçlara ulaşılmıştır.



## 2. TRAFİK AKIMI

Bu bölümde, bu çalışmada kullanılan tanımlar, trafik akım değişkenleri ve yapılan çalışmalar hakkında bilgi verilecektir.

### 2.1 Tanımlar

#### 2.1.1 Kapasite

Kent içi yollarda, trafik akımı, birbirine yakın olan kavşaklar, yol kenarına park eden taşıtların giriş çıkışları ve yaya geçişleri sebebiyle sık sık kesilmektedir. Bundan dolayı, sürekli olarak yüksek hızla gidilemediğinden, ortalama ulaşım hızı kırsal yollara göre düşük olmaktadır. Kent içi yolların kapasiteleri üzerinde etkili faktörlerden birisi kavşakların özellikleridir. İki kavşak arası mesafe az ve kavşakların kapasiteleri yeterli değilse yolun standartları ne kadar iyi de olsa kapasite istenen değerlere ulaşamamaktadır. Ayrıca, yol kenarındaki parklar, toplu taşıma araçlarının toplam trafikteki oranı ve bu taşıtlar için özel ceplerin olup olmaması ve yaya geçişlerini sağlayan tesislerin yeterli olup olmaması ve yayaların bu tesisleri kullanmadaki davranışları kapasiteyi etkileyen unsurlardır.

2000’li yıllara kadar kapasite her yol grubu ( 2 şeritli, 3 şeritli yollar gibi ) için aynı olarak verilmekteydi. Kapasite,

1) İdeal kapasite,

2) Pratik kapasite,

olarak ikiye ayrılmaktaydı.

İdeal kapasite, bir kesitten ideal koşullar altında geçmesi beklenen taşıt sayısı olarak tanımlanıyordu. Bu kapasite saptanırken kullanılan ideal koşullar ise şunlardır:

- Trafik akımı içinde sadece otomobil bulunması hali.
- 3.65m genişliğinde trafik şeritleri, yeterli banket ve kaplama kenarında 1.80m mesafe içinde bir engel bulunmaması hali.
- Yandan gelen taşıt veya yaya müdahalelerinden arı, kesiksiz akım.
- Ortalama saatte 113km/sa hız sağlayabilecek yatay ve düşey geçki, iki ve üç şeritli yollarda kısıtlanmış geçme görüş uzaklığı bulunmaması hali.

Pratik kapasite ise, hakim yol ve trafik koşulları altında verilen bir zaman süresi içinde bir şerit veya bir platformun belli bir kesiminden bir yönde (veya iki ve üç şeritli yollarda her iki yönde) mantıklı ölçüler içerisinde geçmesi beklenen azami taşıt sayısıdır. Zaman belirtilmediği hallerde kapasite saatlik hacim olarak alınıyordu. Hakim yol koşulları; şerit genişliği, şerit sayısı, banket genişliği, proje hızı gibi unsurlardır. Trafik koşulları; trafiğin şeritlere ve yönlere dağılımı, trafik akımındaki araçların türleri gibi unsurlardır. Trafik ve yol koşullarına ek olarak, çevre hava koşulları da trafik akımı üzerinde etkilidir.

2000’li yılların başında, yukarıda açıklanmış olan kapasite tarifleri değişmiştir. Highway Capacity Manual 2000’de tanımlandığı üzere, bir kesitteki kapasite, dikkate alınan bir zaman dilimi içinde, olağan yol, trafik ve denetim koşullarında o kesitten geçebilen saatlik en yüksek taşıt sayısıdır. Zaman dilimi olarak, genelde trafik akımının kararlılık gösterdiği 15 dakikalık zaman kullanılmaktadır. Yol ve trafik koşulları, yolda kaza olmaması ve havanın kuru olması gibi koşullardır. Denetim koşulları, o yoldaki trafiğin yönetimi ile ilgili her türlü denetim cihaz ve elemanlarla ilgili talimatlardır. Birimi taşıt/saat’tir. Kapasite yolun tek şeridi ya da bütünü için bir yön veya iki yön olarak verilmektedir. (National Academy of Sciences, 2000)

Kent içi yollarda kapasite ise, trafiğin aşırı tıkanmalar ile kazalara sebep olmayacak, sürücülerin takip aralığı, hız ve sollama gibi hususlarda taşıt yönetimlerindeki davranışlarını normalin üzerinde sınırlandırmaya yol açmayacak bir yoğunlukta bulunması durumunda hakim yol ve trafik koşulları altında yolun bütününden veya bir şeridinden bir saatte geçebilen en yüksek taşıt sayısıdır. (Yayla, 2002)

### **2.1.2 Hız**

Taşıt trafiğinin veya trafiğin belli bir unsurunun saatte kilometre olarak ifade edilen değeridir. Trafiğin temel özelliklerinden birisi olan hız, belirli bir noktada yada yol boyunca ölçülen bir değerdir. Bundan dolayı iki tür ortalama hız vardır:

#### **a) Zaman Anlamlı (Ortalama) Hız:**

Geleneksel olarak nokta hız olarak bilinen, belirli bir noktada ölçülmüş hızların, aritmetik ortalaması olmaktadır.

**b) Uzunluk Anlamli (Ortalama) Hız:**

Uzunluk anlamli ortalama hız, yolculuk sırasında harcanan zamanın alınan yola oranı şeklinde bulunduğunda zaman anlamli hızdan daha küçük bir değere bulunmaktadır. Bu değere uzunluk anlamli hız adı verilmektedir.

Diğer bir ortalama hız ise, serbest akım hızıdır. Sürücülerin birbirinden etkilenmediği ve sürücülerin hız seçimine etki etmeyecek şekilde kavşaklardaki trafik kontrolünün (sinyalizasyon gibi) mevcut olmaması veya az olması durumunda trafik hacmi çok düşük olmaktadır. Bu düşük trafik hacmine sahip durumda trafik akımındaki ortalama hız ise serbest akım hızıdır.

**2.1.3 Yoğunluk**

Trafiğin ikinci temel unsurlarından olan yoğunluk ise, belli bir anda, bir platformun transit trafik şeritleri üzerinde bir birim uzunluk içinde bulunan taşıt sayısıdır.

**2.1.4 Hacim**

Trafiğin üçüncü temel unsuru ise hacimdir. Verilen bir şerit veya platform kesiminden bir saat veya daha uzun bir zaman periyodu içinde geçen taşıt sayısıdır. Hacim günlük trafik veya yıllık trafik olarak ifade edildiği gibi saat esasına göre de ifade edilebilmektedir.

**2.1.5 Akım**

Belirlenen bir şerit veya platformdan bir saatten daha kısa bir süre içinde geçen taşıt sayısının saatlik olarak ifadesidir. Belli bir zaman süresi içinde geçen taşıt sayısı, 60 dakikanın o zaman süresine oranı ile çarpılarak genişletilmek suretiyle saatlik değere bulunur.

**2.1.6 Akım yukarı yön**

Platform boyunca, çalışma yapılan taşıt akımının geldiği (L1) yöndür.

**2.1.7 Akım aşağı yön**

Platform boyunca, çalışma yapılan taşıt akımının gittiği (L2) yöndür.

### 2.1.8 Kesintili akım

Bir şerit veya bir platformun bir kesiminde seyretmekte olan bir taşıtın bir kavşakta veya bağlantı noktasında trafik akımı dışında, işaret levhası veya ışıklı trafik işareti gibi nedenlerle durması zorunluluğu halidir. Trafik akımının tabiatındaki nedenlerden doğan taşıt duruşları kesikli akım halinden sayılmazlar. Kesintili akımlarda, akımı kesen sabit elementler (örneğin; trafik sinyali, DUR işareti, diğer tip trafik kontrol ve uyarı işaret veya cihazları, vb.) ile trafik akımı periyodik veya periyodik olmayan durumlara veya hız azalmalarına neden olmaktadır. Kesintili akımlara sinyalize veya sinyalize olmayan kavşaklar, kentiçi yollar örnek olarak verilebilir.

### 2.1.9 Kesintisiz akım

Bir şerit veya platformun bir kesiminde seyretmekte olan bir taşıtın, bünyesindeki sebepler dışında bir nedenle durmaya mecbur olması halidir. Bu arada trafik akışı bünyesindeki nedenlerden dolayı durma olabilir. Kesintisiz akımda, herhangi bir sabit element (örneğin; trafik sinyalizasyonu, DUR ve/veya YOLVER trafik işareti, hemzemin kavşak, vb.) yoktur. Trafik akım şartları sadece araçların birbirleriyle veya yolun geometrik ve çevre şartları arasındaki ilişkiden etkilenir. Kesintisiz akımlara otoyollar, çok şeritli karayolları (kent içi veya kent dışı), karayolu (iki şeritli kent dışı) örnek olarak verilebilir.

### 2.1.10 Zirve (Pik) saat trafiği

Birbirini takip eden 60 dakikalık bir süre içinde bir şerit veya platformun bir kesiminden geçtiği saptanan en yüksek taşıt sayısıdır.

### 2.1.11 Hizmet düzeyi

Trafikteki araçların kent içi yollardaki ortalama hızları kentiçi yolların hizmet düzeyini belirlemektedir. Bu hizmet düzeyine bakılırken yolun bir noktası veya kesitindeki ortalama yolculuk hızı dikkate alınmaktadır. Yollar, A, B, C, D, E ve F hizmet düzeyleri olmak üzere 6 sınıfa ayrılmaktadır.

**A hizmet düzeyi :** Sürücü manevralarının birbirinden etkilenmediği serbest akım durumudur. Sinyalize kavşaklarda meydana gelen gecikmeler minimumdur. Bu yollardaki ortalama hızlar, serbest akım hızının %90'unu civarındadır (Şekil 2.1 a) (HCM, 2000).

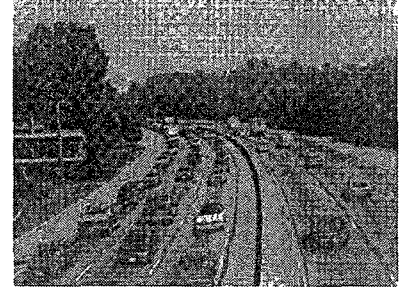
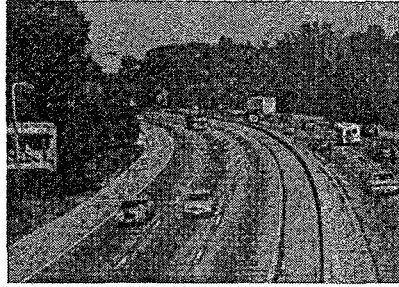
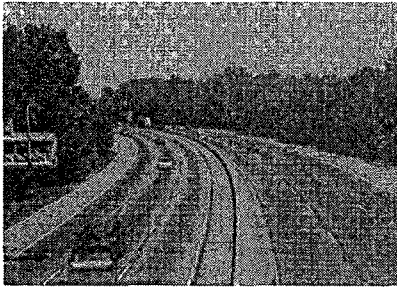
**B hizmet düzeyi :** Sürücü manevraları birbirinden biraz etkilenmektedir. Sinyalize kavşaklardaki gecikmeler önemsizdir. Bu hizmet düzeyine sahip yollarda ortalama hız, serbest akım hızının %70'i civarındadır (Şekil 2.1 b) (HCM, 2000).

**C hizmet düzeyi :** Bu hizmet düzeyinde trafik akımında kararlı bir durum olmakla birlikte, sürücü manevraları birbirinden B hizmet düzeyine göre daha fazla etkilenmektedir. Uzayan kuyruklar ve sinyalizasyondaki düzensizlikler, bu yollarda ortalama hızı serbest akım hızının %50' si civarına düşürmektedir (Şekil 2.1 c) (HCM, 2000).

**D hizmet düzeyi :** Trafik akımında gecikmeler artmakta ve ortalama hız düşmektedir. Bu hizmet düzeyinde, sinyalizasyondaki düzensizliklerin artması, sinyal sürelerinin uyumsuzluğu, yüksek hacim veya bu faktörlerin kombinasyonu sonucunda ortalama hız serbest akım hızının %40'ı civarındadır (Şekil 2.1 d) (HCM, 2000).

**E hizmet düzeyi :** Bu hizmet düzeyinde, trafiğin kritik olduğu kavşaklarda fazla sayıda sinyalizasyon, yüksek hacim, büyük gecikmeler ve sinyal sürelerinin uyumsuzluğu sonucunda ortalama hız, serbest akım hızının %33'ü civarındadır. Trafik hacminin kapasiteye yakın olduğu durumdur (Şekil 2.1 e) (HCM, 2000).

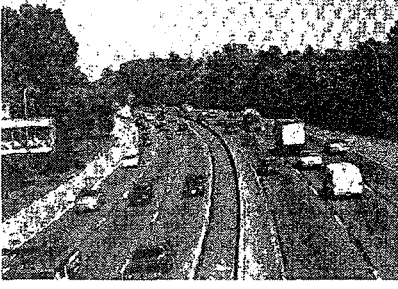
**F hizmet düzeyi :** F hizmet düzeyinde, düşük hızlar, trafik tıkanıklıkları büyük gecikmeler, büyük hacim ve uzun kuyruklar sonucunda ortalama hız, serbest akım hızının 1/3'ünden 1/4'üne düşmektedir (Şekil 2.1 f) (HCM, 2000).



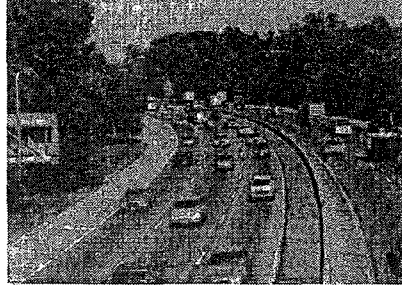
(a) A hizmet düzeyi

(b) B hizmet düzeyi

(c) C hizmet düzeyi



(d) D hizmet düzeyi



(e) E hizmet düzeyi



(f) F hizmet düzeyi

Şekil 2.1 Çeşitli hizmet düzeylerinde trafik durumu (HCM, 2000)

## 2.2 Trafik Akımının Değişkenleri

Trafik akımının değişkenleri birbirleriyle bağlantılı iki gruptan oluşmaktadır. Bunlar:

- Asal değişkenler
- Asal değişkenlerden türetilmiş değişkenler

### 2.2.1 Asal değişkenler

Mesafe (x), zaman (T) ve taşıt sayısı (N) asal değişkenler olarak alınmaktadır. Genelde, mesafe birimi olarak (metre), zaman birimi olarak (saniye) ve taşıt sayısı olarak (adet) kullanılmaktadır.

### 2.2.2 Asal değişkenlerden türetilmiş değişkenler

Yukarıda bahsedilen asal değişkenlerin kendi aralarındaki bazı anlamlı birleşmelerden türetilmiş değişkenler ortaya çıkmaktadır. Bunlar; akım (q), yoğunluk (k) ve hız (u)'dur. Yoğunlukla akım birimi olarak (taşıt/saat), yoğunluk birimi olarak (taşıt/km) ve hız birimi olarak (km/saat) kullanılmaktadır.

Akım, yoğunluk ve hız arasındaki bağıntılar şu şekildedir (Gedizlioğlu, 1994):

$$\text{Akım bağıntısı} \quad q = N / T = u * k \quad (2.1)$$

$$\text{Yoğunluk bağıntısı} \quad k = N / x = q / u \quad (2.2)$$

$$\text{Hız bağıntısı} \quad u = x / T \quad (2.3)$$

Hız bağıntısı ise iki şekilde tanımlanmaktadır;

$$\text{Zaman anlamlı hız } u_t = (1 / N) * \sum u_i \quad (2.4)$$

$$\text{Uzunluk anlamlı hız } u_s = N / \sum (1 / u_i) \quad (2.5)$$

Yol üzerinde çeşitli noktalarda toplanan hız değerlerinin; aritmetik ortalaması zaman anlamlı hız, harmonik ortalaması ise uzunluk anlamlı hız olmaktadır.

### 2.3 Trafik Akımının Ana Eğrileri

Yukarıda bahsedildiği gibi trafik akımının türetilmiş değişkenleri arasında çeşitli bağıntılar bulunmaktadır. Bu bağıntılardan çeşitli eğriler elde edilmiştir. Bunlar, hız- yoğunluk, akım – yoğunluk ve hız - akım eğrileridir. Bu eğriler trafik akım parametrelerinde sıkça ve yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu eğrilerde kullanılan elemanlar aşağıda tanımlanmaktadır:

$q_m$  : Maksimum akım (Kapasite),

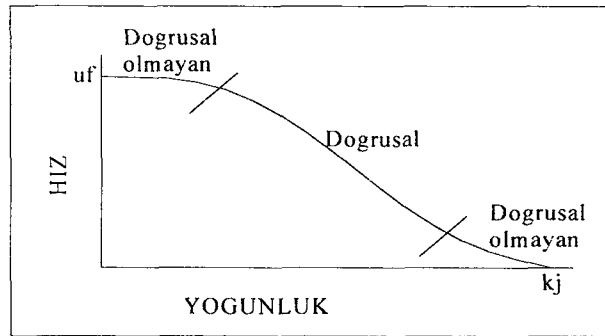
$u_f$  : Serbest hız,

$u_m$  : Optimum hız (Kapasiteye karşı gelen hız),

$k_j$  : Tıkanıklık yoğunluğu,

$k_m$  : Optimum yoğunluk (Kapasite ve optimum hıza karşılık gelen yoğunluk).

Hız – yoğunluk eğrilerinin genel biçimi yaklaşık olarak Şekil 2.2' de gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Hız – yoğunluk eğrisinin en genel tipi (Cliffs, 1976)

Yollardaki hız yoğunluk için çeşitli modeller bulunmaktadır (Şekil 2.3). Bu çalışmada sadece en yaygın olarak kullanılmakta olan lineer modelden (Greenshields) elde edilen temel akım

karakteristikleri arasındaki ilişkileri gösteren yaklaşık ölçeksiz eğrilerden detaylı olarak bahsedilecektir (Şekil 2.4).

Şekil 2.3'a da Greenshields'in lineer modeli görülmektedir. Bu modelde,

$$u = u_f (1 - k / k_j) \quad (2.6)$$

olarak tanımlanmaktadır.

Şekil 2.3 b'de ise Underwood'un logaritmik modeli görülmektedir. Underwood modelinde hızı,

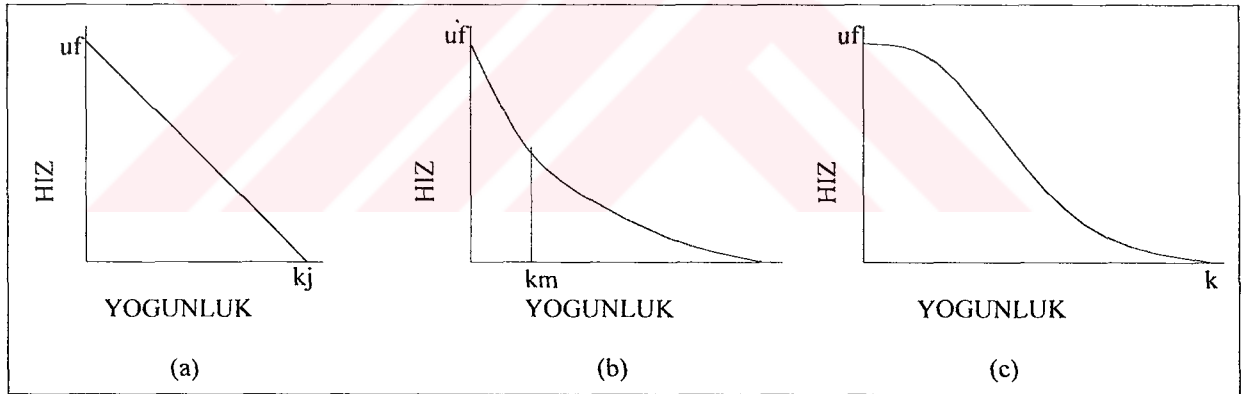
$$u = u_f * e^{-k / km} \quad (2.7)$$

şeklinde açıklamıştır.

Şekil 2.3 c'de de Drake modeli verilmiştir. Bu modelde ise hız,

$$u = u_f * e^{-1/2 * (k / km)^2} \quad (2.8)$$

olarak açıklanmıştır (Gerlough ve Huber, 1975).



Şekil 2.3 Hız – yoğunluk modelleri (Gerlough ve Huber, 1975)

Greenshields modeline bağlı olarak,

$$u - u_f = u_f * (-k / k_j) \quad (2.9)$$

ve

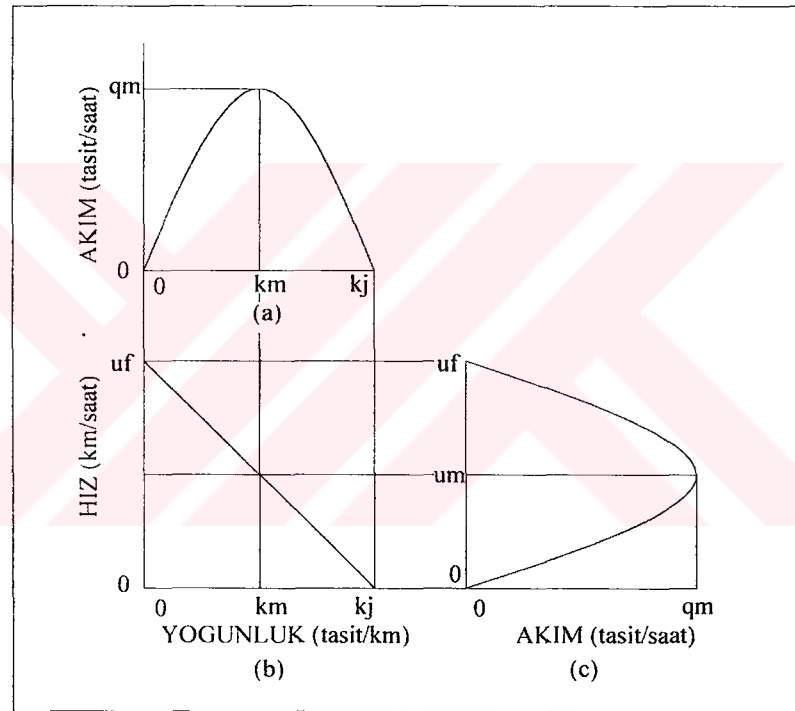
$$k = k_j * [1 - (u / u_f)] \quad (2.10)$$

eşitliklerinden,

$$q = u * k = u * k_j [1 - (u / u_f)] = k_j * [u - (u^2 / u_f)] \quad (2.11)$$

bağıntısı elde edilmektedir (Gerlough ve Huber, 1975). Bu eğrilerden en yaygın olan Greenshields modeline göre oluşturulan hız–yoğunluk, akım–yoğunluk ve hız–akım eğrileri Şekil 2.4’da görülmektedir.

Bir yoldaki trafik yoğunluğu arttıkça yoldaki akım oranı da artmaktadır. Bu artış, yolun geçirebileceği en yüksek taşıt sayısı yani kapasitesine kadar devam etmektedir (Şekil 2.4 a). Bu noktadan sonra yoğunluk arttıkça akım oranı azalmaktadır. Bu azalma  $k_j$  değeri veren trafik yoğunluğuna kadar devam etmektedir. Trafik yoğunluğunun kapasiteye karşı gelen ( $k_m$ ) değerinden sonraki değerlerde trafik akımında sıkışıklık olmaktadır. Akım, yoğunluğun sıfır olduğu ya da en büyük değere ulaştığı yerlerde sıfır olmaktadır.



Şekil 2.4 Hız – akım – yoğunluk arasındaki ilişki (Cliffs, 1976)

Hız – trafik yoğunluğu ilişkisi şekil 2.4 b’de görülmektedir. Grafikten de anlaşılacağı üzere yoldaki taşıt sayısı arttıkça taşıtların birbirlerini etkilemeleri artacağı için hızda da bir azalma olmaktadır. Grafiğin başlangıç noktasında yolda çok az taşıt bulunduğu için, yani taşıtların birbirine etkisi yok denecek kadar az olduğundan sürücülerin burada yaptıkları hız serbest hız olmaktadır. Yoldaki  $k_m$  yoğunluğunda bulunan hız değeri, yolun kapasitesine ulaştığındaki trafik akımının hızıdır. Trafikteki yoğunluk, en büyük değeri olan  $k_j$  değerine ulaştığında (tıkanma) akım hızı sıfır kabul edilmektedir.

Hız – trafik akım oranı ilişkisi şekil 2.4 c’de görülmektedir. Grafikten de görüldüğü üzere yoldaki trafik arttıkça hız azalmaktadır. Bu azalma  $q_m$  kapasite değerine ulaşıncaya kadar devam etmektedir. Gerçekte ise,  $q_m$  kapasite değerinin biraz altında ve üstünde trafik akımında kararsızlık meydana gelmektedir. Trafik  $q_m$  kapasite değerini geçtikten sonra zorlamalı akım görülmektedir. Daha öncede açıklandığı üzere, E hizmet düzeyi kapasiteyi vermektedir. Zorlamalı akımla birlikte, yol artık E hizmet düzeyinden F hizmet düzeyine geçmektedir.

## 2.4 Yapılan Çalışmalar

Ülkemizde trafik çalışmaları yapan birimler vardır. Ancak, bu birimlerin yaptığı çalışmalar tek bir noktada toplanıp, devamlı olarak güncellenememektedir. Ayrıca, birimlerin ellerindeki değerlerde bile farklılıklar görülmektedir. Ülkemizde Karayolları Genel Müdürlüğü çeşitli noktalara yerleştirdiği otomatik trafik sayım cihazlarıyla trafik konusunda büyük bir titizlikle çalışmalar (örneğin trafik sayımları, yıllık ortalama günlük trafik değerleri gibi) yapmakta ve saklamaktadır. Bu çalışmalar, her yıl ülkemizdeki çeşitli büyüme katsayılarından yararlanılarak güncellenmekte ve kitap haline getirilmektedir.

Trafik konusundaki çalışmalar özellikle Amerika’da geniş çaplı ve devamlı olarak yapılmaktadır. Amerika’da bütün eyaletlerdeki otoban birimleri finans ve personel kaynaklarının önemli bir kısmını kullanarak, yıllık ortalama günlük trafik (YOGT), pik saat trafik hacmi veya proje trafiği ve mil başına düşen araç sayısı gibi trafik parametrelerini belirlemek için veri takip programlarına girmektedirler. En çok kullanılan trafik hacim istatistiklerini destekleyen veri toplama programları şu sayımları içermektedir; sürekli trafik hacim sayımları (otomatik trafik kayıt cihazlarıyla 24 saatlik 365 gün yapılan sayımlar), mevsimlik trafik hacim sayımları (birkaç günden birkaç haftaya kadar uzayabilen yılda birkaç kez yapılan sayımlar) ve kısa süreli trafik hacim sayımlarıdır (en az dört yılda bir defa yapılan 72 saatlik veya daha kısa süreli sayımlar). Otomatik trafik sayaçları sadece normal şartlar altında gerçek YOGT ve diğer trafik parametrelerini verebilmektedir. Mevsimlik ve kısa süreli trafik sayımları sadece parametreleri tahmin etmeyi sağlamaktadır. Son yıllarda trafik görüntülerinin istatistiksel analizleri ve titizlikle yapılan trafik sayımlarının istatistikleri önemli veriler teşkil etmektedir. Trafik konusunda önemli çalışmalar yapan uzmanlar, veri kullanıcılarının ve idarecilerin teknik bulgulardan ziyade, istatistiksel doğruluk ve ön yargılarda elde edilen gelişmelerle ilgilenmeleri gerektiğini belirtmektedirler.

Minesota şehrinde kullanılan mevsimlik trafik sayım (MTS) programı, yıl içerisinde üç değişik zamanda yapılmış üç adet 48 saatlik hacim değerlerini kullanmaktadır. Alberta şehrinde MTS programı ise bir yıl içinde seçilmiş üç ayın aylık sayımlarını kullanmaktadır. Amerika'da 1 haftalık veya daha uzun süreli sayım yapan bölgeler olmasına rağmen, genellikle 24 ve 48 saatlik sayımlar kullanılmaktadır.

Amerika'da genellikle elde edilen trafik sayımlarından yapılan YOGT tahminlerinde izlenen yol şu şekildedir:

- a) Trafik hacim değişimleri benzer olanlarının bulunduğu yerdeki otomatik trafik kayıt cihazlarını (OTKC) gruplamak,
- b) Yol sınıfına veya her OTKC grubu için ortalama hacim büyüme faktörleri belirlemek,
- c) Bu gruplardan birisine göre trafik sayımlarının kullanıldığı yol kesitlerini belirlemek,
- d) Seçilen grubun bulunduğu bölge için YOGT tahmini yapmak için bu bölgeye en uygun büyüme faktörünün seçilmesidir.

Yukarıda bahsedilen yöntemle, a ve b basamakları basit gruplama ve istatistiksel metodları içermektedir. Ancak, c basamağında YOGT tahmini için MTS'ler önemli rol oynamaktadır. Bu yöntem sayesinde, grubun içinde olup da OTKC olmayan yol kesitleri de belirlenmektedir.

Daha öncede açıklandığı üzere OTKC'ler sadece normal şartlar altında YOGT ve trafik parametrelerinin gerçek değerlerini belirlemekte, mevsimlik ve kısa süreli sayımlar ise sadece parametre tahminlerinde kullanılmaktadır. bu tahminlerin doğruluğu için 1994'te yapılan Minnesota'daki çalışmalar örnek verilebilir. Bu çalışmalarda, çok fazla sayıda mevsimlik sayımlar (örneğin, 2-3 hafta süren yılda 4 kez yapılan sayımlar) kullanılmıştır. Bu yapılan örnek sayımlardan YOGT tahminleri %95 güvenilirlikle doğru sonuçlar vermiştir. YOGT tahminlerinin iyi yapılabilmesi için uzun süreli sayımlar gerekmektedir. YOGT tahmini yapabilmek için yapılan sayım süresi uzadıkça tahmindeki hata payı düşmektedir. Ancak, bazı durumlarda iyi seçilmiş zaman ve kısa süreli sayımlarla, uzun sayımlardan daha düşük varyasyonla sonuca varılabilmektedir. Yapılan 12 saatten daha kısa süreli sayımlarda, sayımın merkezi 14:00 ve 16:00 arasında kalırsa tahminler en düşük varyansa sahip olmaktadır. YOGT'si düşük (örneğin 750 gibi) olan kesitlerde, eldeki trafik sayımlarından yapılacak tahminlerde doğruluk oranı düşmektedir (Sharma ve Gulati, 1996).

### 3. İSTANBUL'UN DEMOGRAFİK DURUMU VE ULAŞIMI

Günümüzde pek çok ülke dışarıdan ülkeye göçü sınırlama gereği duyarken, ülkemizde şehirden şehire bile yoğun göçleri engellemek ile ilgili hiçbir çalışma yapılmamaktadır. Aksine, bunu cesaretlendirici durumlar sözkonusudur. Çünkü, dikkat nüfusun ekonominin önemli yönlerinden biri olmasına, nüfusun büyüklüğünün diğer kaynaklarla olan ilişkisine çekilmektedir. 1945'li yıllardan itibaren yaşanan göç sonucunda kentin fiziksel yapısında büyük değişimler olmuştur. Sanayi yatırımları, ulaşım ve haberleşmenin gelişimi ile İstanbul ulaştığı alt yapı ve işgücü sunumu düzeyi ile büyük bir nüfus çekim merkezi haline gelmiştir. Günümüze kadar devam eden bu büyüme ve göç neticesinde, şehir plansız gelişmiştir. Bunun sonucunda, ulaşım alt yapısı bu hızlı gelişme ve göçe yetişemediğinden yetersiz kalmaktadır. Bu ulaşım alt yapı yetersizliğine en güzel örnek ise, dünyadaki diğer büyük kentlerdeki metro ağına (örneğin Londra Metrosu 410 km) karşılık İstanbul'un sadece 8,2 km'lik metroya sahip olmasıdır.

İstanbul, Türkiye'nin en büyük nüfuslu ilidir. 1950 yılında Türkiye nüfusunun %5,6'sı İstanbul'da yaşarken, bu oran 2000 yılında %14,8'e yükselmiştir. 1950'den kırdan kente göç sonucunda kentin nüfusu her yıl ortalama %4,4 oranında artmıştır (Çizelge 3.1). 2010 yılında nüfusun yaklaşık 13 milyona ulaşması tahmin edilmektedir. İstanbul ili alan olarak ülkenin yaklaşık %1'ini kaplarken, toplam nüfusun %15'ini barındırmaktadır. Ülkemizde bulunan tüm ticari kuruluşların %50'den fazlası İstanbul'da faaliyet göstermektedir. Ayrıca, ulusal vergi gelirlerinin yaklaşık %40'ı buradan toplanmaktadır. Nüfus ve ticari eylemlerin böylesine dar bir alanda yoğun olduğu bir kentte büyük yolculuk talepleri doğmaktadır.

İstanbul'da daha öncede belirtildiği gibi böylesine büyük nüfusu barındıran bir şehirde toplu taşımacılığa yeterli önemin verilmemesi, insanları otomobile yönlendirmektedir. Bundan dolayı, İstanbul'da yolcu taşımacılığının Çizelge 3.2'de görüleceği üzere çok büyük oranda akaryakıt tüketimine dayalı, küçük kapasiteli, yolu kullanmada verimi ve trafik güvenliğinin düşük, kirletici, bireysel taşımacılığın hakim olduğu karayolu araçları ile yapılmakta olduğu görülmektedir.

Karayolu ile taşıma toplam taşımacılığın %91,8'ini oluşturmaktadır. Trafikteki payı %80 olan otomobil ve taksilerin taşıma içindeki payı %38,1'dir. Ayrıca, İstanbul'daki kişi başına düşen günlük yolculuk sayısının da diğer büyük kentlerle karşılaştırıldığında düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 3.3). Günlük yolculuk sayısının artması durumunda bireysel taşımacılık da artış gösterecektir. Eğer toplu taşımada yeterli bir artış olmazsa trafik daha da kötü bir durum alacaktır.

Bu çalışmada da, bireysel taşımacılığın, toplu taşımaya göre çok büyük orana sahip olduğu görülmüştür. Toplu taşımacılığın geliştirilmesine yönelik öneriler ile ilgili detaylı bilgi bölüm 5’de verilecektir.

Çizelge 3.1 İstanbul’un nüfus artışı (İBB, 2002)

| Yıl  | Nüfus      | Yıllık Artış (%) |
|------|------------|------------------|
| 1950 | 1.166.477  |                  |
| 1955 | 1.533.822  | 5,63             |
| 1960 | 1.882.092  | 4,18             |
| 1965 | 2.293.823  | 4,04             |
| 1970 | 3.019.032  | 5,65             |
| 1975 | 3.904.588  | 5,28             |
| 1980 | 4.741.890  | 3,96             |
| 1985 | 5.842.985  | 4,26             |
| 1990 | 7.309.190  | 4,58             |
| 1997 | 9.198.809  | 3,33             |
| 2000 | 10.033.478 | 2,94             |

Çizelge 3.2 İstanbul kentiçi ulaşımda araçlı yolculukların türel dağılımı (2001) (İBB, 2002)

| Taşıma Türü     | Araç Sayısı | Günlük Ortalama Taşınan İnsan Sayısı | Toplam Taşımadaki Payı (%) |
|-----------------|-------------|--------------------------------------|----------------------------|
| İETT + ÖHO      | 3816        | 2.300.000                            | 22,7                       |
| Otomobil        | 1.628.367   | 3.100.000                            | 30,7                       |
| Taksi           | 17.416      | 750.000                              | 7,4                        |
| Minibüs         | 5.860       | 2.000.000                            | 19,8                       |
| Dolmuş          | 590         | 70.000                               | 0,7                        |
| Servis          | 32.000      | 1.050.000                            | 10,5                       |
| Raylı Taşıma    | 243         | 574.000                              | 5,7                        |
| Deniz Taşınması | 475         | 251.000                              | 2,5                        |
| Toplam          | 1.688.767   | 10.095.000                           | 100                        |

Çizelge 3.3 Dünya'daki bazı şehirlerde kişi başına düşen günlük yolculuk sayıları (2000) (İBB, 2002)

| Kent            | Kişi Başına Yolculuk Sayısı |
|-----------------|-----------------------------|
| Paris           | 2,83                        |
| Roma            | 2,70                        |
| Londra          | 2,81                        |
| New York        | 3,31                        |
| İstanbul (1997) | 1,00                        |

*Otomobil sahipliliği insanlara, hareketlilik ve bunun getirdiği yararlar için büyük bir potansiyel sunmuştur. ABD'de otomobil sahipliliğindeki hızlı artış, II.Dünya Savaşı*

öncesinde başlamış ve on yıl sürmüştür. Diğer gelişmiş ülkelerde bu artış biraz daha gecikmiş olarak, 1950'lerin ve 1970'lerin ortasında kendini göstermiştir. Bugün gelişmiş ülkelerde hayatın temel unsurları arasında özel oto bulunmaktadır. Ancak, otomobildeki aşırı kullanım trafik problemleriyle karşımıza çıkmaktadır. Özel oto kullanımının trafikte problemlere yol açtığı önemli kentlerden birisi İstanbul'dur. (Demir, 2001)

İstanbul'da trafiğin %45'ini oluşturan otomobillerin yolcu taşımasındaki payları %30,7'dir. Halbuki, İETT ve Özel Halk Otobüsleri trafiğin %5'ini oluşturmalarına rağmen yolcu taşımasındaki payları %22,7'dir. Otomobil ve otobüslerin oranlarına bakıldığında, otobüsler trafikteki %5'lik oranlarına rağmen yolcu taşımasındaki payları otomobillere göre oldukça yüksektir. Özellikle merkezi bölgelerdeki yollarda yaşanan trafik sıkışıklığının başlıca nedeni otomobillerdir. Trafikte yaşanan sıkışıklığa rağmen İstanbul'da otomobil sahipliliğinde hızlı bir gelişme yaşanmaktadır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4 İstanbul'daki otomobil sayısı ve otomobil sahipliliğinin yıllara göre artışı (İBB, 2002)

| Yıl  | Sayı (1000) | 1.000 Kişiye Düşen Otomobil Sayısı |
|------|-------------|------------------------------------|
| 1950 | 3,9         | 19                                 |
| 1960 | 21,3        | 30                                 |
| 1970 | 55,4        | 47                                 |
| 1980 | 201,4       | 49                                 |
| 1990 | 559,8       | 76                                 |
| 2000 | 908,4       | 90                                 |

2001 yılı sonundaki rakamlar esas alındığında İstanbul'da otomobil sahipliliği 160 otomobil/1000 kişi olmaktadır. İstanbul'daki otomobil sahipliliği ülkemizdeki diğer kentlerle karşılaştırıldığında yüksek olmaktadır (Çizelge 3.5). Yalnız Ankara'da resmi araç yoğunluğundan dolayı otomobil sahipliliği büyük çıkmaktadır. Ayrıca, Türkiye'deki otomobil sahipliliği ortalaması 1997 yılına göre 46,4 otomobil / 1000 kişi olmaktadır. İstanbul'daki rakam ise bunun yaklaşık 2 katıdır.

İstanbul'daki otomobil sahipliliği Türkiye'de diğer illerle karşılaştırıldığında büyük olmasına rağmen, gelişmiş ülkelere ve şehirlerine göre oldukça düşük kalmaktadır (Çizelge 3.6 ve 3.7). Çok yüksek bir otomobil sahipliliği olan A.B.D'de 1000 kişiye 570 otomobil, batı Avrupa şehirlerinde otomobil sahipliliği 350 – 400 arasında değişmektedir. Buna göre, ekonomik ve sosyal gelişmeye paralel olarak artan otomobil sahipliliği önümüzdeki yıllarda İstanbul'da hızlanarak artacağı tahmin edilmektedir.

Çizelge 3.5 Türkiye'deki otomobil sahipliliği (%0) (1997) (Ögüt, 2000)

| Şehir    | 1.000 Kişiye Düşen Otomobil Sayısı |
|----------|------------------------------------|
| Adana    | 68                                 |
| İzmir    | 88                                 |
| Ankara   | 137                                |
| Antalya  | 89                                 |
| İstanbul | 98                                 |

Çizelge 3.6 Dünya'daki bazı ülkelerde ve Türkiye'deki otomobil sahipliliği (Özge,1992)

| Ülkeler   | 1950 | 1960 | 1970 | 1980 | 1985 | 1987 | 1996 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|
| Hollanda  | 15   | 49   | 171  | 307  | 338  | 348  | 363  |
| İngiltere | 49   | 109  | 213  | 276  | 329  | 355  | 369  |
| Fransa    | 39   | 130  | 233  | 355  | 387  | 393  | 477  |
| Türkiye   |      | 2    | 4    | 17   | 20   | 23   | 49   |

Çizelge 3.7 Gelişmiş ülkelerdeki şehirlerin ve İstanbul'un otomobil sahipliliği (Öğüt, 2000)

| Ülke       | Şehir    | Otomobil Sahipliliği |
|------------|----------|----------------------|
| İngiltere  | Edinburg | 320                  |
| Avusturya  | Viyana   | 320                  |
| İsveç      | Stokholm | 374                  |
| Avustralya | Sydney   | 496                  |
| İtalya     | Torino   | 630                  |
| Türkiye    | İstanbul | 98                   |

İstanbul şehri alan olarak ülkenin %1'ini kaplarken, toplam nüfusun %15'i, motorlu taşıtların %25'i, otomobillerin ise %30'a yakın kısmını barındırmaktadır (Çizelge 3.8). Alandaki küçük yüzde oranına karşılık, motorlu taşıtlardaki büyük yüzde oranı İstanbul'daki taşıt yığılmasını güzel bir şekilde ifade etmektedir. Motorlu taşıtlar içindeki en büyük yüzde oranı otomobile aittir (Çizelge 3.9). İnsanların araba sahibi olması konusundaki yoğun talebi ve yapılan kampanyalarla otomobil sayısı her yıl büyük bir artışla devam etmektedir. Bu artışı önlemek için hiçbir çalışma yapılmamakta, aksine insanlar teşvik edilmektedir. Örneğin, İstanbul'daki taksi sayısı 2001 yılına kadar 17.416 olarak dondurulmuştur. Bunun gibi bir çalışma da otomobiller içinde yapılarak trafikteki otomobil yoğunluğu azaltılmalıdır. Bu yönde herhangi bir çalışma yapılmadığı takdirde trafikte otomobil yoğunluğunun daha da artacağı görülmektedir.

*Bu çalışmada, trafikteki taşıt yoğunluğunun azaltılmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Trafikteki otomobil ve taksi sayısı azaltılarak, yerine toplu taşıma araçları koyulması önerilmiştir. Bu sayede, hem insanların bireysel taşımacılıktan toplu taşımacılığa geçmesi sağlanmış olacak hem de trafik rahatlamış olacaktır. Bu sayede, zaman, yakıt tasarrufu gibi çeşitli kazançlar sağlanacaktır.*

Çizelge 3.8 İllere göre motorlu kara taşıtı sayısı (1997) [1]

| İller    | Motorlu Kara Taşıtı Sayısı (1997) |
|----------|-----------------------------------|
| Ankara   | 635.904                           |
| İstanbul | 1.152.817                         |
| İzmir    | 431.741                           |
| Antalya  | 254.847                           |
| Adana    | 216.265                           |
| Türkiye  | 5.943.073                         |

Çizelge 3.9 İstanbul ili türel taşıt sayıları oranı [5]

| Araçlar         | 1999    | 2000    | Artış Oranı (%) | Toplam %'si |
|-----------------|---------|---------|-----------------|-------------|
| Otomobil        | 1433975 | 1561515 | 8,9             | 74,7        |
| Taksi           | 17416   | 17416   | 0               | 0,8         |
| Ticari Dolmuş   | 29091   | 33224   | 14,2            | 1,5         |
| Minibüs         | 43482   | 46643   | 7,3             | 2,2         |
| İETT - ÖHO      | 3816    | 3816    | 0               | 0,2         |
| Kamyonet        | 195910  | 223742  | 14,2            | 10,8        |
| Otobüs – Kamyon | 196870  | 204282  | 3,8             | 9,8         |

#### 4. ÖRNEK ALINAN KESİTLERDEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde, seçilen kesitlerin özellikleri, sayımların nasıl yapıldığı ve etüdler anlatılacaktır. Seçilen ana arterlerin istatistiki yönden tüm ana arterleri temsil edip etmediği araştırılacaktır.

##### 4.1 Çalışma Yöntemi

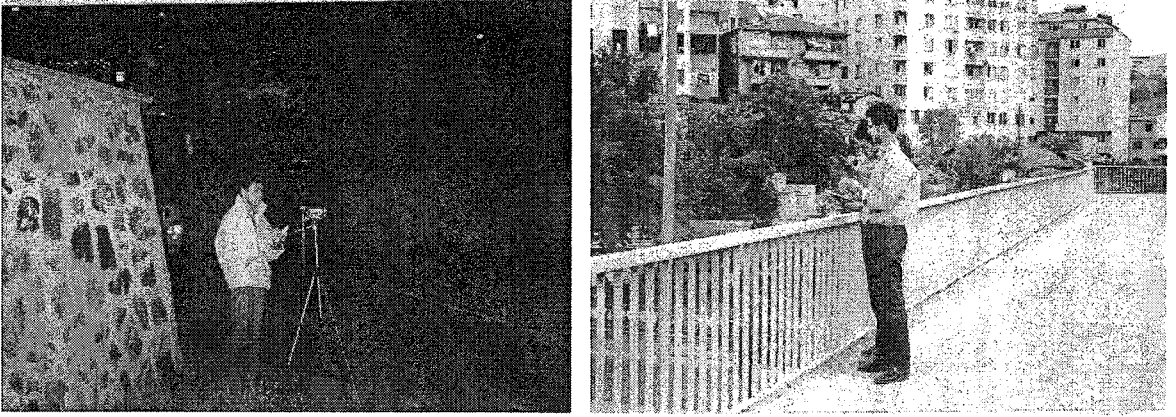
Kentiçi yollarda trafik sayımları;

- Yol sınıflarına göre,
  - Anayollar (çevre yolu, ana arter, tali arter)
  - Tali Yollar (bölgesel, yerel ve erişme yolları)
- Sayım yöntemine göre,
  - Sürekli sayımlar
  - Örtü sayımları

olarak yapılmaktadır.

Bu çalışmada, yol sınıfına göre anayollarda, sayım yöntemine göre sürekli sayımlar yapılmıştır. İstanbul'da öncelikle trafik çeken merkezi bölgeler belirlenmiştir. Bu belirleme işleminden sonra, bu bölgelere giden üç şeritli bölünmüş yollar seçilmiştir. Üç şeritli yolların seçilmesindeki amaç, iki şeritli yollarda, yolda herhangi bir parklanma veya istenmeyen bir durumda akım durmaya yakın bir duruma gelmekte, fakat, üç şeritli yolda bunun gibi bir durumda akım akmaya devam etmektedir. Seçilen üç şeritli yollar trafik çeken merkezlere giden ana arterlerdir. Bu yollar özellikleri bakımından benzerlik göstermektedirler. Kent ölçüsünde konut, iş, eğlence vb. değişik kullanım amaçlı bölgeleri birbirlerine bağlamaktadır.

Seçilen yollarda yapılan sayımlar 15 kişiden oluşan bir ekiple beraber gerçekleştirilmiştir. Bu ekibin bir bölümü trafik sayım ekibi, diğer bölümü trafik çekim ekibidir. Sayım ekibi, çekim yapılırken dolan kasetleri sayım bürosunda saymakla görevlidir. Çekim ekibi ise, çekim esnasında kameranın kontrolünden ve çekim esnasında sayım yapmakla görevlidir. Çekim ekibi vardiyalı olarak çalışmıştır. Trafik çekiminden görüntüler Şekil 4.1'de görülmektedir.



Şekil 4.1 Trafik çekiminden görüntüler

Trafik sayımlarına başlamadan önce araç sınıfları belirlenmiştir. Bu sınıflandırma esnasında, araçların trafiğe etkileri (örneğin; ivmelenmesi, duruş-kalkış tipleri) göz önünde bulundurulmuştur. Ayrıca, ticari olanlar ayrı bir sınıfa dahil edilmiştir. Sınıflandırma;

- Otomobil,
- Taksi,
- Minibüs – Midibüs,
- Ticari Dolmuş (Toplu taşıma hizmetinde kullanılanlar),
- İETT – Özel Halk Otobüsü,
- Kamyonet,
- Otobüs – Kamyon

şeklindedir.

Otomobil, taksi, ticari dolmuş ve kamyonet ayrı ayrı sayılmıştır. Minibüs ve midibüs, İETT ve özel halk otobüsü, otobüs ve kamyon beraber sayılmıştır. Çalışmada kullanılan araç sınıflarına örnekler görülmektedir (Şekil 4.2 a, 4.2 b, 4.2 c, 4.2 d, 4.2 e, 4.2 f, 4.2 g, 4.2 h, 4.2 i, 4.2 j, 4.2 k).

Bu çalışmada trafik sayımları, iki haftalık zaman dilimlerinde, her haftanın pazartesi, çarşamba, cuma, cumartesi ve pazar günleri, üç ayrı sayım istasyonunda sayım yapılmıştır. Hafta içinde çarşamba gününü seçilmesinin sebebi, salı, çarşamba ve perşembeyi temsilen hafta içi bir gün olmasıdır. Trafik sayımları, 4 Mart 2002'de başlamıştır. 21 Nisan 2002'de

bitmiştir. Genellikle, trafik etüdlerinde 8, 12, 24 saatlik sayımlarla maksimum trafik saatlerini kapsayacak şekilde sayım süresi tespit edilmektedir. Bu çalışmada, sayımlar sürekli olarak, yani 24 saatlik sürelerde yapılmıştır. Sayım yapılırken, üzerinde kesitin şemasının bulunduğu bir sayım föyü kullanılmıştır (Ek 1). Ayrıca, bu sayım föyünden elde edilen sonuçların toplandığı sayım toplama tablosu kullanılmıştır (Ek 2).



(a) Otomobil



(b) Taksi



(c) Minibüs



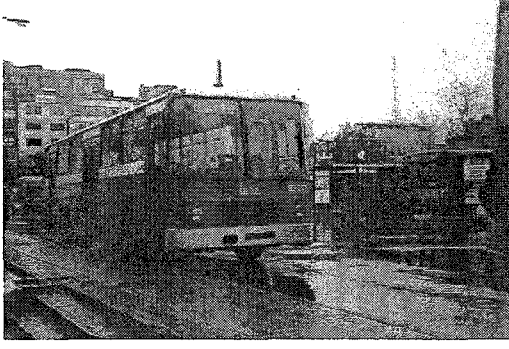
(d) Midibüs



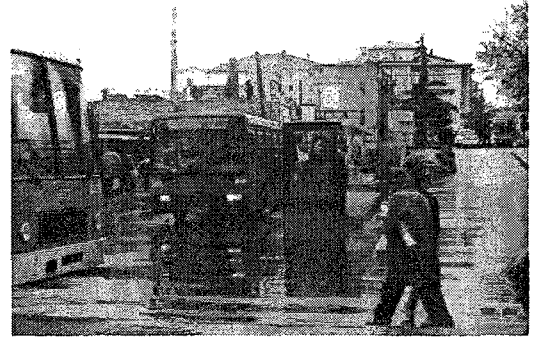
(e) Ticari dolmuş (1)



(f) Ticari dolmuş (2)



(g) İETT



(h) Özel halk otobüsü



(ı) Kamyonet (1)



(i) Kamyonet (2)



(j) Otobüs



(k) Kamyon

Şekil 4.2 Çalışmada kullanılan araç tipleri

#### 4.2 Seçilen Kesitler

Üst bölümde de belirtildiği üzere trafik çeken merkezlere üç şeritli ana arterlerle yaklaşan kesitler seçilmiştir. Çalışma yapılan kesitler şunlardır:

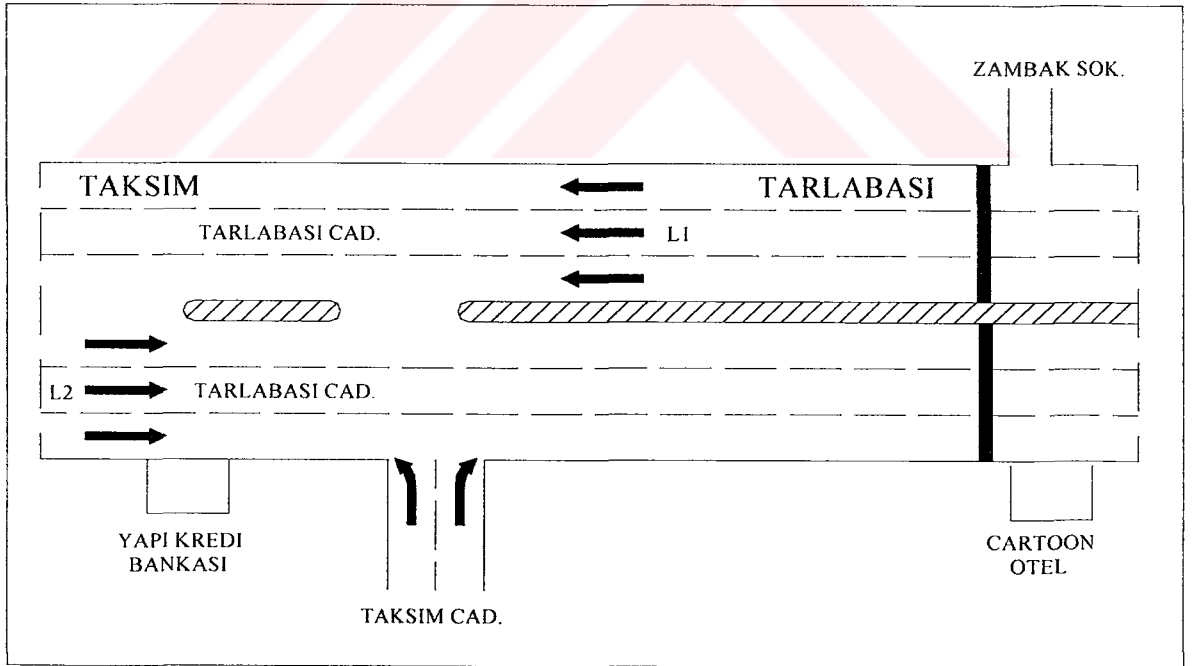
a) Tarlabası Caddesi

b) Meclisi Mebusan Caddesi

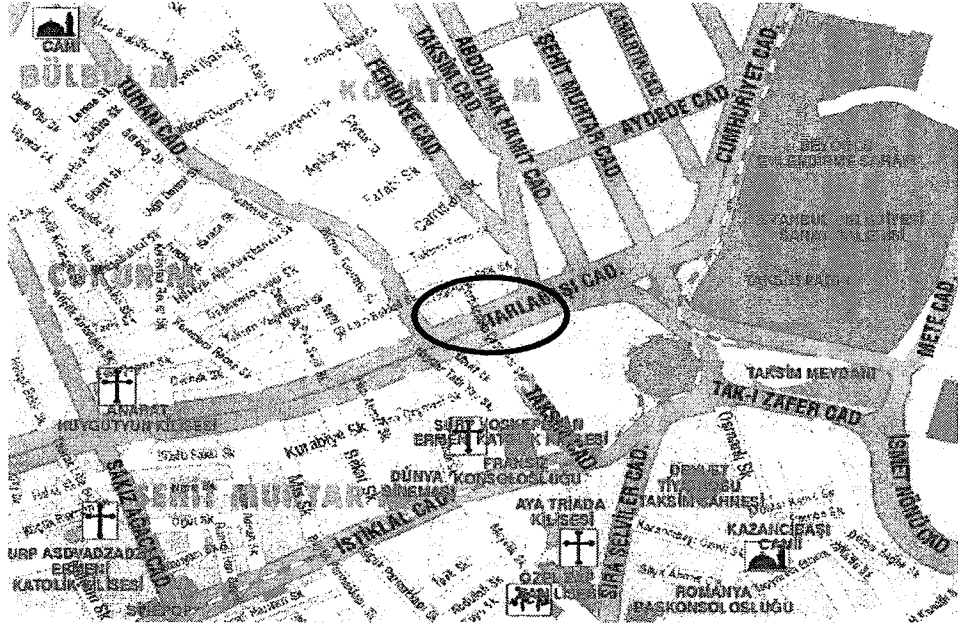
c) Piyale Paşa Bulvarı'dır

#### 4.2.1 Tarlabası Caddesi

Tarlabası caddesi, İstanbul için hem eğlence hem de bir ticaret merkezi olan Taksim'e giden önemli bir ana arterdir. Bu kesitin trafiği hem gündüz hem de gece yoğun olmaktadır. Taksim gündüz iş merkezi olmasından, gece ise eğlence merkezi olmasından dolayı yoğun trafik çekmektedir. Ayrıca, Aksaray yönünden gelip Şişli istikametine gidenlerle, Levent yönünden gelip Eminönü istikametine gidenlerin kullandığı transit bir yoldur. Bu cadde, trafik olarak hem Taksim Bölgesi'ni doyurmakta hem de transit bir yol özelliği taşımaktadır. Burada trafik sayımı, Taksim Meydanından Unkapanı Köprüsü yönüne giden akım kolu ve Unkapanı Köprüsünden Taksim Meydanına gelen akım kolu üzerinde 4 -17 Mart 2002 tarihlerini kapsayan 2 haftalık sürede 24 saatlik sürelerde yapılmıştır. Sayım yapılan kesit Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'de gösterilmiştir. Bu kesitte, Unkapanı Köprüsünden gelip, Taksime gidenler L1 akımıyla gösterilmiştir. Taksimden gelip, Unkapanı yönüne gidenler L2 akımıyla gösterilmiştir.



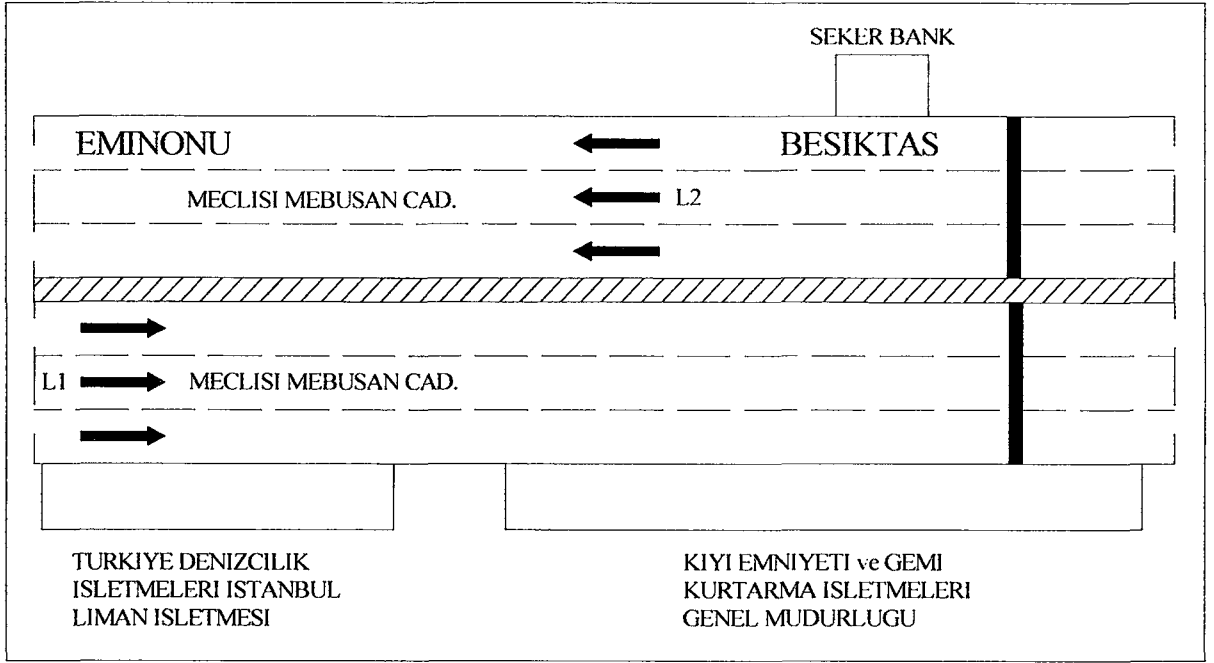
Şekil 4.3 Tarlabası Caddesi sayım istasyonu



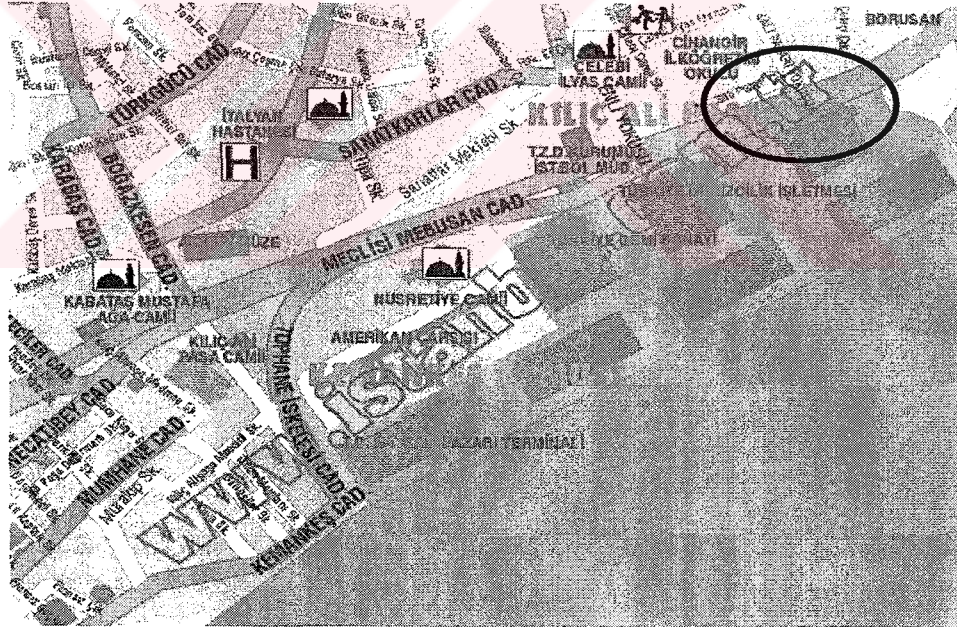
Şekil 4.4 Tarlabası Caddesi sayım istasyonu haritası [7]

#### 4.2.2 Meclisi Mebusan Caddesi

Meclisi Mebusan Caddesi, Eminönü Bölgesi'nin ticaret merkezi olmasından dolayı Tarlabası Caddesi ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca, bu cadde Beşiktaş, Levent ve Sarıyer yönünden Eminönü'ne gelenlerin ve Eminönü'nden bu yöne gidenlerin kullandığı bir güzergahtır. Bu kesit iş ve konut trafiği bakımından yoğun, gece trafiği bakımından yoğun değildir. Bundan dolayı iş saatlerinde yoğun bir trafik hakimken, gece trafiği Tarlabası Caddesine benzemez. Bu yol üzerinde Kıyı Emniyeti ve Gemi Kurtarma İşletmeleri Genel Müdürlüğü'nün önündeki kesitte sayım yapılmıştır. Bu kesitte Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da görüldüğü üzere, trafik sayımları 25 Mart – 7 Nisan 2002 tarihlerinde yapılmıştır. Bu kesitte, Eminönü bölgesinden gelip, Beşiktaş yönüne gidenler L1 akımıyla gösterilmiştir. Beşiktaş bölgesinden gelip, Eminönü yönüne gidenler L2 akımıyla gösterilmiştir.



Şekil 4.5 Meclisi Mebusan Caddesi sayım istasyonu

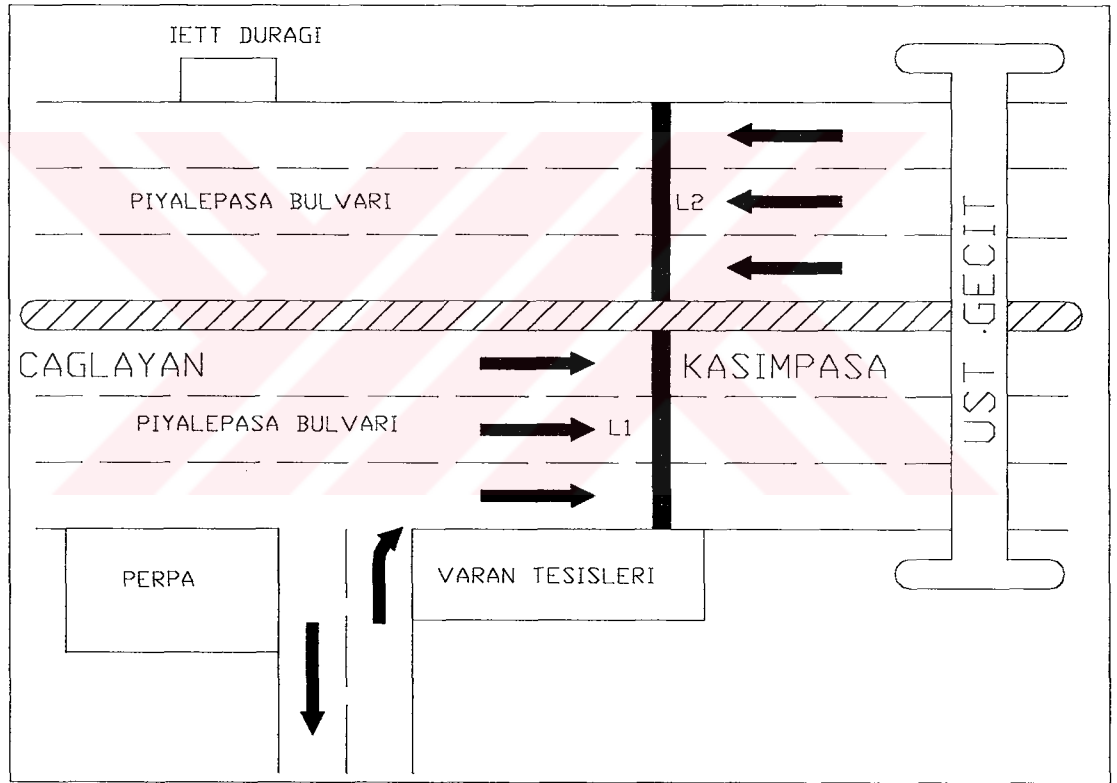


Şekil 4.6 Meclisi Mebusan Caddesi haritası [7]

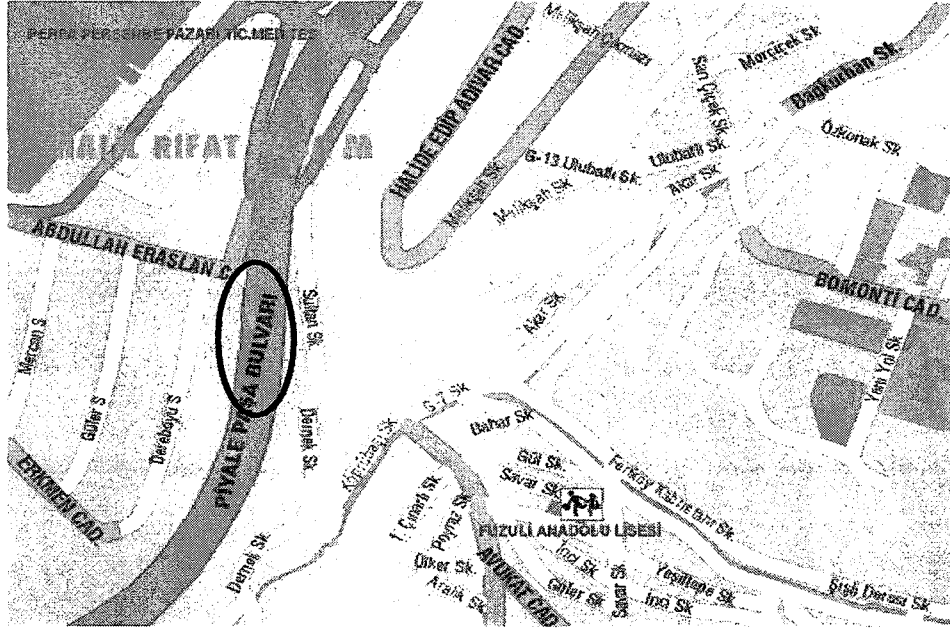
#### 4.2.3 Piyale Paşa Bulvarı

Üçüncü ve son kesitimiz ise Piyalepaşa Bulvarı'dır. Bu bulvar transit yol olmasından dolayı diğerlerine fazla benzememektedir. Yoğun trafik çeken merkezlerden kaçanların kullandıkları alternatif bir güzergahtır. Bu kesitin seçilmesindeki amaç, büyük bir iş merkezi olan Perpa

Ticaret Merkezinin burada bulunmasıdır. Fakat, yapılan istatistiki değerlendirmeden Piyalepaşa Bulvarı'ndaki trafik sayımları ile Tarlabası Caddesi ve Meclisi Mebusan Caddesindeki trafik sayımlarının, aynı ana kütleyi temsil etmedikleri görülmüştür. Perpa Ticaret Merkezi'nin asıl trafik yükünü üstteki Darülaceze Cadde'si kaldırmaktadır. Bu kesit, aynı zamanda E-5 'ten çıkıp Kasımpaşa yönüne gidenlerle, Kasımpaşa yönünden gelip E-5'e çıkanların sık kullandığı bir güzergahtır. Tarlabası Caddesi'nin trafiğine girmeden Eminönü ve Aksaray'dan Levent istikametine gidenler ile Levent'ten Eminönü ve Aksaray yönüne gidenlerin tercih ettikleri bir yoldur. Sayım istasyonunun yeri Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de görülmektedir. Bu özelliğinden dolayı bu kesit değerlendirmede dikkate alınmamıştır. İstatistiki sonuçlarda bu kesitin farklılığını göstermektedir. Bu kesitle ilgili istatistiki değerlendirme Ek 3'de verilmiştir.



Şekil 4.7 Piyalepaşa Bulvarı sayım istasyonu



Şekil 4.8 Piyalepaşa bulvarı sayım istasyonu haritası [7]

### 4.3 Trafik Hacim ve Yoğunluk Etüdü

Trafığın genel kontrolü ve düzenlenmesi, yolların bakımı, yolların tanzimi ve ıslahı, yeni yolların tespiti ve açılması köprü ve tünel gibi önemli yol yapılarının yerlerinin ve boyutlarının tayini gibi birçok problemlerin planlanmasında trafik hacim ve yoğunluk etüdlerinden yararlanılmaktadır.

Günümüzde trafik mühendisleri, görevli buldukları bölgedeki trafik hacim değerlerini bilmek ve bunları güncellemesi gerekmektedir.

#### 4.3.1 Trafik Hacim Sayımı

Trafik hacmi daha öncede açıklandığı üzere, verilen bir şerit veya platform kesiminden bir saat veya daha uzun bir zaman periyodu içinde geçen taşıt sayısıdır. Hacim günlük trafik veya yıllık trafik olarak ifade edildiği gibi saat esasına göre de ifade edilebilmektedir. Pratik çalışmalarda en çok maksimum saatlik trafik hacmi ve ortalama günlük trafik hacmi değerleri kullanılmaktadır.

Trafik mühendisliğinde trafik sayımları en önemli ölçme tekniği olup talep/kapasite oranları, hacim gibi değerlerin tespiti için gereklidir. Trafik hacmi, zaman içinde sürekli değişen dinamik bir yapıda olduğundan dolayı, yılın her ayında haftanın her gününde farklılık göstermektedir.

Bu çalışmada yapılan hacim sayımlarıyla, pik saat faktörleri, ortalama günlük trafik, trafikteki taşıtların türel dağılımı gibi değerler bulunmuştur. Bunlar ile ilgili detaylı bilgi sonraki bölümde verilecektir.

Bu çalışmada, 15 kişilik bir ekiple çalışılmıştır. Seçilen yollar önce kamera ile kasetlere kaydedilmiştir. Daha sonra kaydedilen bu kasetler sayım ofisindeki ekip tarafından sayılmıştır. Bu yollarda, 24 saatlik ikişer haftalık Pazartesi, Çarşamba, Cuma, Cumartesi ve Pazar günleri olmak üzere haftanın 5 günü sayım yapılmıştır. Trafik sayımlarında araçlar 7 sınıfa ayrılmıştır. Kamera çekimini yapacak ekibe kesit hakkında ve sayımı nasıl yapacağı konusunda bilgi verildikten sonra çekimlere başlanmıştır. Çekim sırasında biten kasetler sayım yapılan ofise getirilmiştir. Burada sayım föylerinden ve kasetlerden elde edilen değerler kesite ait sayım toplama tablolarına aktarılmıştır. Yapılan hacim sayımlarından bir kesit Çizelge 4.1’de görülmektedir. Bu tabloda, Tarlabası–Taksim yönündeki akımdan örnek hacim değerleri bulunmaktadır. Yapılmış olan trafik sayımları Ek 4’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Trafik hacim sayım örneği

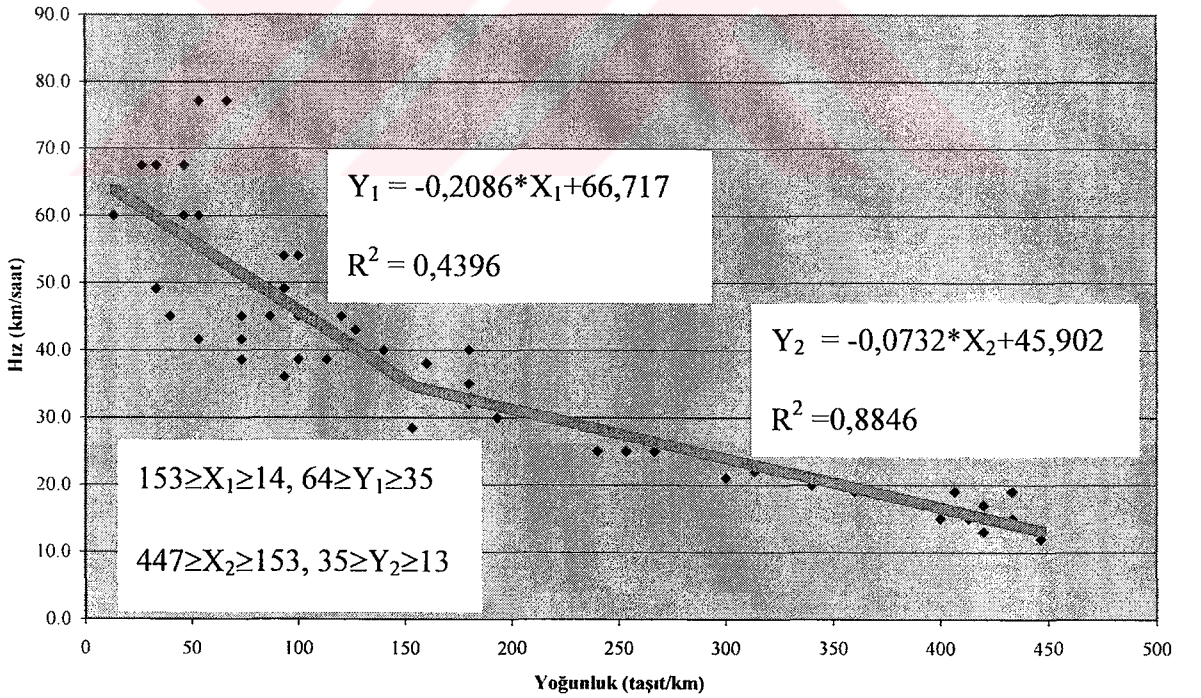
| Saat          | Pazartesi |
|---------------|-----------|
| 15:00 – 16:00 | 1776      |
| 16:00 – 17:00 | 2056      |
| 17:00 – 18:00 | 2347      |
| 18:00 – 19:00 | 2656      |

#### 4.3.2 Trafik yoğunluk etüdü

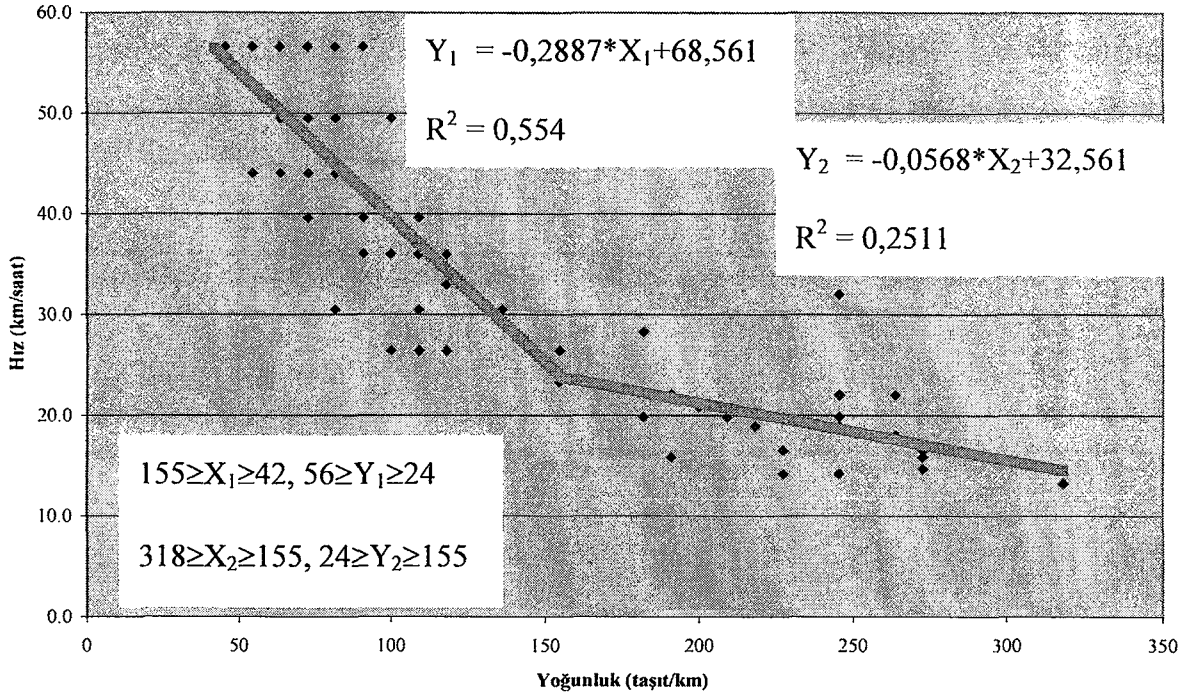
Trafikte yoğunluk, belli bir anda, bir platformun transit trafik şeritleri üzerinde bir birim uzunluk içinde bulunan taşıt sayısıdır. Trafik hacmi sayımı, trafiğin genel dağılışı hakkında bize fikir vermektedir. Fakat, hangi yollarda trafiğin sıkışık ve tıkanık olduğunu göstermemektedir. Bu etüd, çeşitli özellikleri de dikkate alarak, yolların birbirleriyle mukayesesini yaparak gerçek tıkanma yerlerini açıklamaktadır. Yoldaki taşıt sayısı artış gösterdikçe taşıtların birbirine etkisi de arttığından hız düşmeye başlamaktadır. Yolda çok az taşıt bulunduğu, yani taşıtların birbirine etkisi çok az olduğunda sürücüler yüksek hız yapabilmektedirler. Ancak, trafiğin yoğun olduğu yollarda hızda düşük olmaktadır. Yoğunluk etüdüleriyle birlikte hız ve kaza etüdüleri de yapılmaktadır. Böylece, yoğunlukla hız ve kazaların ilgisi incelenmektedir. Bu çalışmada hız ve yoğunluk etüdü yapılmıştır.

Trafik hacim sayımı yapılan yollar üzerinde, Tarlabası Caddesi için 150m ve Meclisi Mebusan Caddesi için 110m'lik kesitler alınmıştır. Kesitin başında 2 kişi, sonunda 2 kişi bulunmuştur. Kesitin başındaki 1. kişi kesitin içine giren bir aracı belirleyip, seçilen araç kesitin sonuna ulaşana kadar geçen araçları saymaktadır. Kesitin başındaki 2. kişi ise haberleşmeyi sağlamaktadır. Kesitin sonundaki 1. Kişi seçilen aracın kesit sonuna geldiğini bildirmektedir. Böylece, kesit içerisindeki araçların sayımı durdurulmaktadır. Kesitin sonundaki 2. kişi ise, seçilen aracın kesit içerisindeki belirlenen mesafeyi ne kadar zamanda aldığı tespit etmektedir. Böylece, hız-yoğunluk etüdü tamamlanmaktadır. Etüdden elde edilen değerler ile çizilen grafikler Şekil 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14 ve 4.15'de görülmektedir.

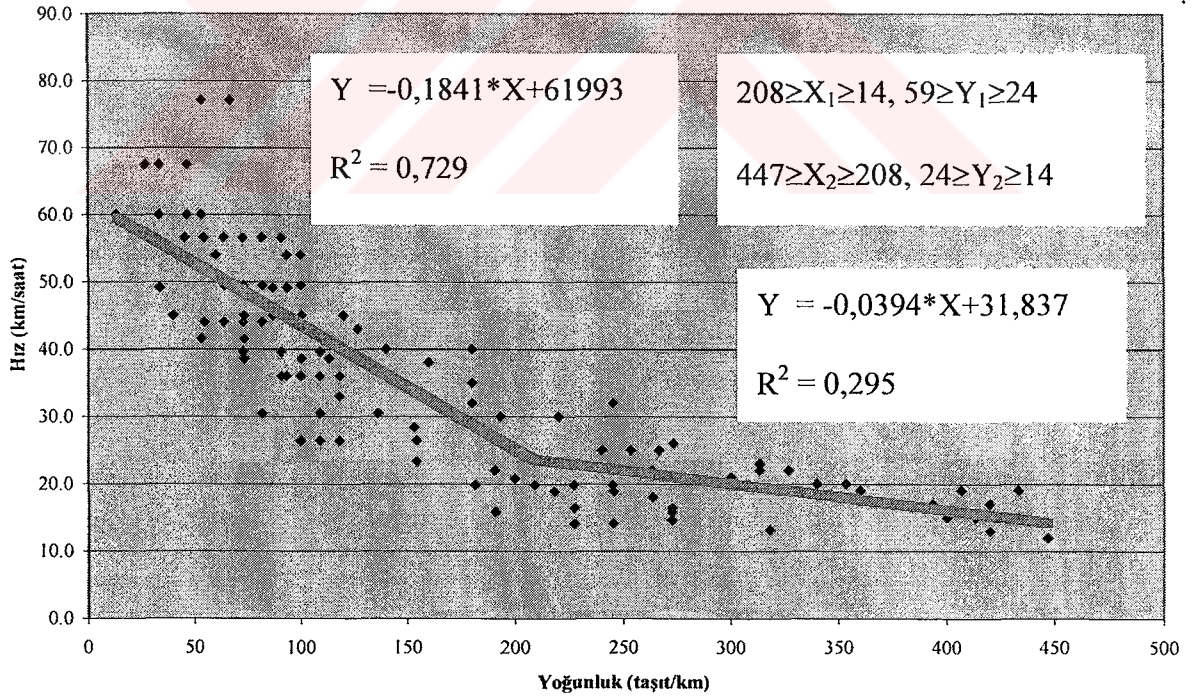
**Grafiklerden de görülmektedir ki, trafiğin yoğun olmadığı saatlerde hız ortalama olarak kanunlarda şehir içi için izin verilen 50km/saat civarındadır. Ancak, trafiğin yoğunlaşmaya başladığı saatlerde hızın çok düşmekte olduğu ve 20km/saat civarında olduğu görülmektedir. Bu çalışma ile düşünülen, taksi ve otomobillerin trafikteki sayıları azaltılarak, toplu taşımanın geliştirilerek insanların bu araçları kullanmayı teşvik edilmesiyle, araç yoğunluğunda azalma olacağından araçların hızları da artacaktır.**



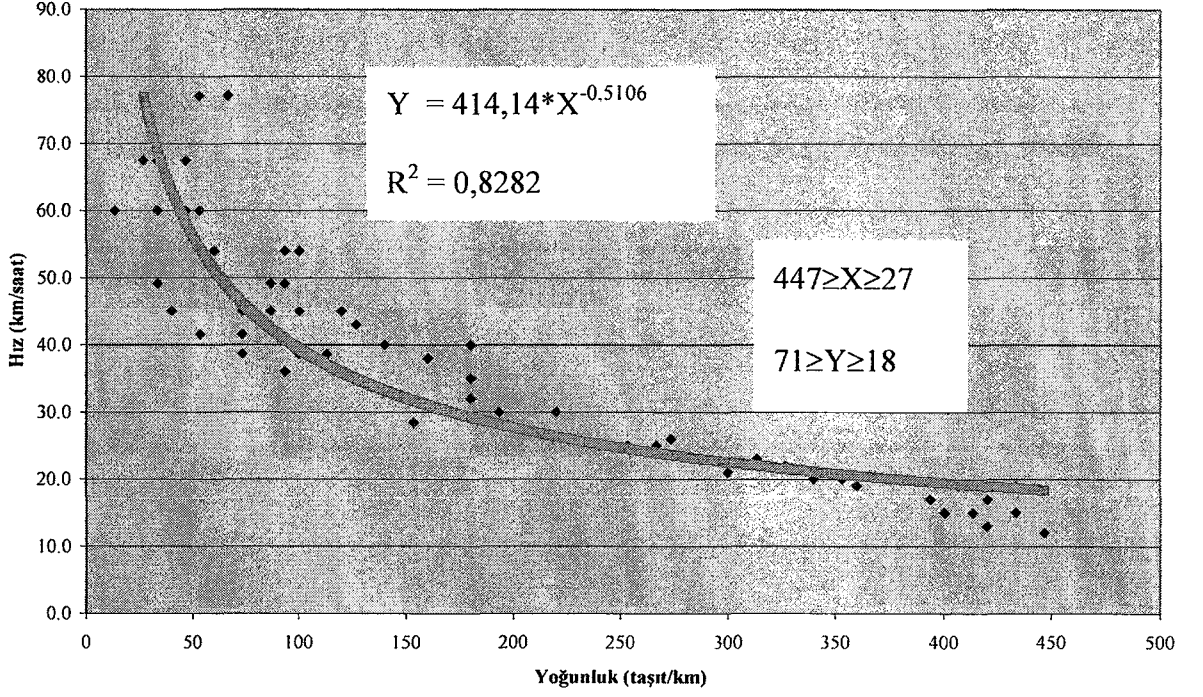
Şekil 4.9 Tarlabası Caddesi'nin hız – yoğunluk grafiği (1)



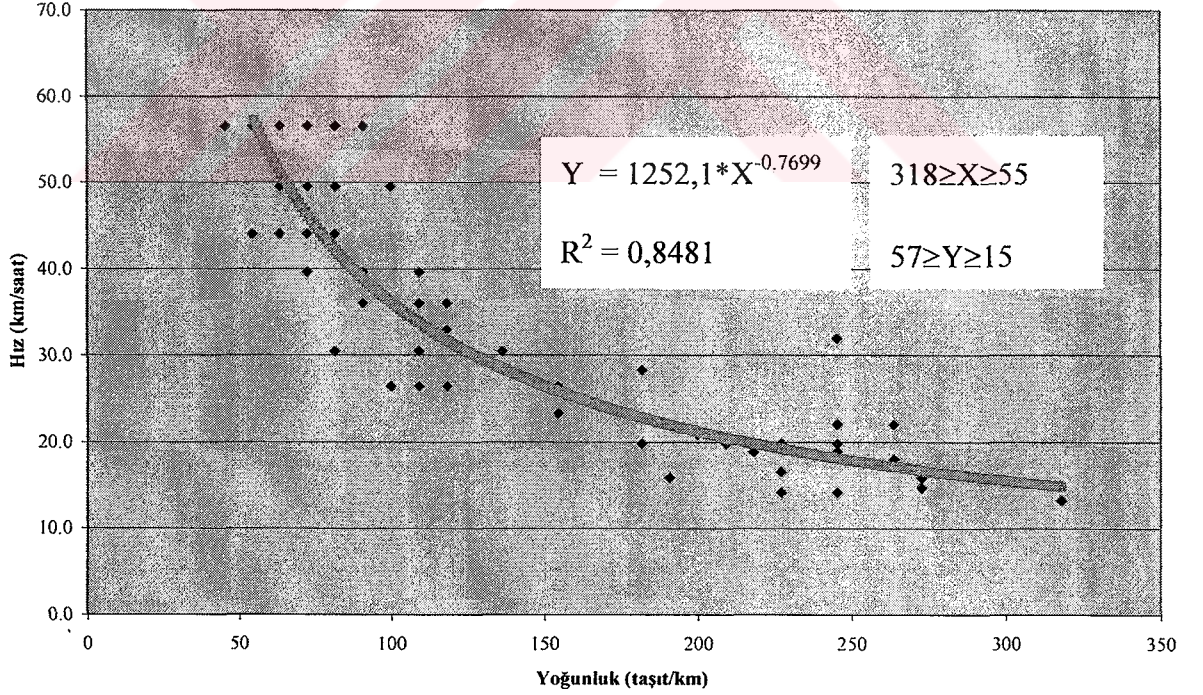
Şekil 4.10 Meclisi Mebusan Caddesi'nin hız – yoğunluk grafiği (1)



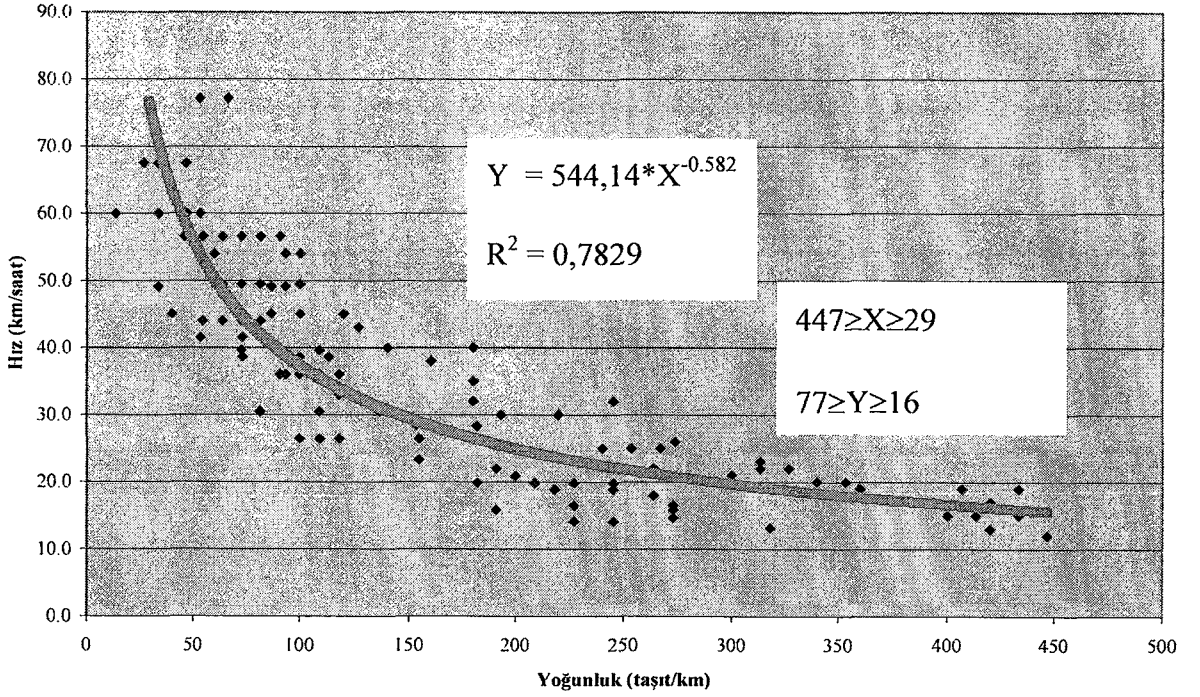
Şekil 4.11 Tarlabası ve Meclisi Mebusan Caddeleri için hız – yoğunluk grafiği (1)



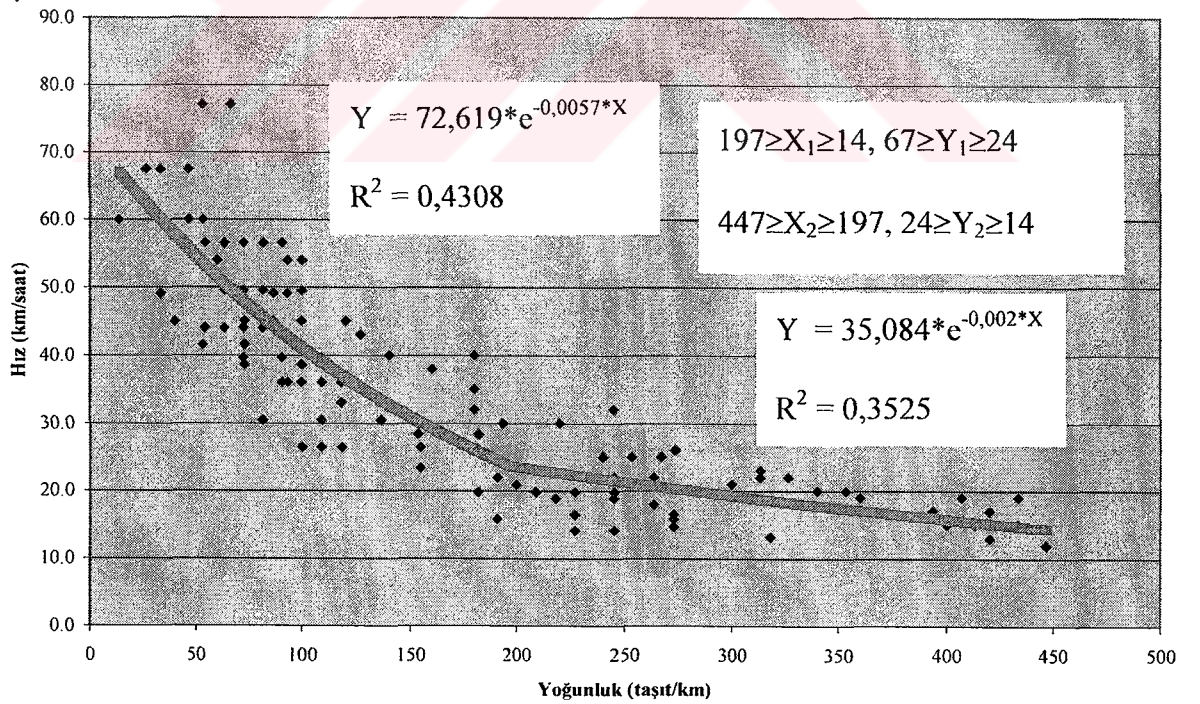
Şekil 4.12 Tarlabası Caddesi'nin hız – yoğunluk grafiği (2)



Şekil 4.13 Meclisi Mebusan Caddesi için hız – yoğunluk grafiği (2)



Şekil 4.14 Tarlabası ve Meclisi Mebusan Caddeleri için hız – yoğunluk grafiği (2)



Şekil 4.15 Tarlabası Caddesi ve Meclisi Mebusan Caddeleri'nin iki parçalı regresyon ile hız – yoğunluk grafiği

Tarlabaşı ve Meclisi Mebusan Caddeleri için çizilen grafiklerden, Tarlabaşı için Şekil 4.12'de görülen  $Y = 414,14 * X^{-0.5106}$ , Meclisi Mebusan için Şekil 4.13'de görülen  $Y = 1252,1 * X^{-0.7699}$  modellerin belirlilik katsayıları yüksek olduğundan uygun görülmüştür. İki cadde için ortak bir model olarak, Şekil 4.14'de görülen  $Y = 544,14 * X^{-0.582}$  ifadesi, Şekil 4.15'deki parçalı regresyondaki modele göre belirlilik katsayısı daha büyük çıkmıştır. Bundan dolayı Şekil 4.14'deki model daha uygundur. *Dolayısıyla, kentiçinde ikisinin birleşiminden oluşan  $Y = 544,14 * X^{-0.582}$  ifadesi belirlilik katsayısı büyük olduğundan model olarak daha uygundur.*

#### 4.4 Çalışma Sonuçlarının İstatistiki Yöntemlerle Değerlendirilmesi

Ulaştırımda trafik değerlerinin belirtilebilmesi için, gözlemler, sayımlar ve ölçmeler yapılarak veri toplanması gerekmektedir. Bu verilerin toplama, sıralama ve değerlendirme işlemlerinde istatistik metodlardan yararlanılır. İstatistik metodlar, bir olayı doğuran çeşitli faktörler arasındaki bağıntıyı tespit etmek üzere, sistematik yollarla ve uygun birimlerle bilgi toplanması, ölçülmesi, analiz edilmesi ve yorumlanması imkanı verir. İstatistikte de açıklandığı üzere mühendislik problemlerinde karşılaştığımız olayların (örneğin; trafik yoğunluğu gibi) birçoğunda belirsizlikler mevcuttur. Olaylar aynı koşullarda yer alıyormuş gibi görünse de sonuçlar farklı olabilmektedir. Bu gibi olaylar rastgele olaylardır ve değerleri önceden kestirilemeyen veya bir şekilde değişebilen değişkenlere rastgele değişkenler denilmektedir. Belirsizlik taşıyan mühendislik problemlerinde olaya 3 şekilde yaklaşılmaktadır;

- 1) Rastgele değişkendeki değişiklik çalışmayı fazla etkilemiyorsa rastgele değişkenin ortalaması kullanılabilir ve rastgele değişkenlerin normal dağılıma uyduğu kabul edilmektedir.
- 2) Çalışma en uygunsuz koşullara göre tasarlanabilmektedir. Maksimum trafiğe göre yolun planlanması gibi. Ekonomik değildir.
- 3) Çalışmadaki belirsizlik dolayısıyla ortaya çıkan risk etkisi ile maliyet birarada gözönünde bulundurularak optimal çözüm elde edilmektedir.

Bu çalışmada, kesitlerde yapılan sayımlar yukarıda belirtilen yöntemlerden birincisi ile değerlendirilmiştir. Yani, rastgele değişkenlerin ortalaması kullanılarak değerlendirme yapılmıştır.

Çalışmada, sayım yapılan kesitlerin aynı ana kütleyi, yani İstanbul'da mevcut olan yoğun trafik çeken merkezlere yönelen üç şeritli yolları temsil edip etmediği varyans analizi yöntemi ile araştırılacaktır. Sonuç olumlu çıkarsa değerlendirme sonuçları tüm İstanbul için uygulanabilecektir.

Çalışmada sayım yapılan iki kesit araştırılacağından varyans analizinin ikili gruplar için uygulaması olan t testinden yararlanılacaktır.

T testinin uygulanması;

X : Tarlabası Caddesi'ndeki 15 dakikalık trafik sayım değerlerini gösteren rastgele değişken,

Y : Meclisi Mebusan Caddesi'ndeki 15 dakikalık trafik sayım değerlerini gösteren rastgele değişken,

$\bar{x}$  : Tarlabası Caddesi'ndeki 15 dakikalık trafik sayım değerlerinin ortalaması,

$\bar{y}$  : Meclisi Mebusan Caddesi'ndeki 15 dakikalık trafik sayım değerlerinin ortalaması,

$\mu_x$  : X'in alındığı ana kütlenin ortalaması,

$\mu_y$  : Y'nin alındığı ana kütlenin ortalaması,

$H_0 : \mu_x = \mu_y$ ,

$H_1 : \mu_x \neq \mu_y$ ,

olmak üzere t testi parametresi (Bayazıt, 1996),

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{S_x^2}{n} + \frac{S_y^2}{m}}} \quad (4.1)$$

formülü ile hesaplanır. Bu parametrede  $\alpha = 0,05$  güven düzeyinde, serbestlik derecesi, (Bayazıt, 1996),

$$sd = \left( \frac{S_x^2}{n} + \frac{S_y^2}{m} \right) / \left[ \frac{(S_x^2/n)}{n-1} + \frac{(S_y^2/m)}{m-1} \right] \quad (4.2)$$

olan t dağılımı tablodan hesaplanan t değeri ile karşılaştırılır.  $t_{hesap} < t_{tablo}$  ise iki örnek aynı ana kütleyi temsil ediyor olarak kabul edilir.

$$\bar{x} = 379$$

$$\bar{y} = 337$$

Bu iki örneğin varyansları ( $S_x^2$  ve  $S_y^2$ ),

$$S_x^2 = 35311,63$$

$$S_y^2 = 47973,26$$

$$sd = 185,71$$

$$t_{hesap} = 1,444$$

$$t_{tablo} = 1,645 \text{ (Bayazıt, 1996)}$$

$$t_{hesap} < t_{tablo} \quad \longrightarrow \quad 1,444 < 1,645 \text{ çıkmıştır.}$$

*T testi sonucunda Tarlabası Caddesi ve Meclisi Mebusan Caddesi aynı ana kütleden alınmış olan örnekleri temsil ettikleri %90 güvenlilikle kabul edilmiştir. Piyalepaşa Bulvarı ise bu test sonucunda,  $t_{hesap} > t_{tablo}$  çıktığından diğer iki caddeyle benzerlik göstermemektedir. Piyalepaşa Bulvarı'nda daha öncede açıklandığı gibi, Perpa'ya gelen ve giden asıl taşıt trafiğini Darülaceze Caddesi kaldırmaktadır. Bundan sonraki bölümlerde sadece Tarlabası Caddesi ve Meclisi Mebusan Caddesi ile ilgili detaylar verilecektir.*

Kesitlerin İstanbul'u temsil ettiğini göstermek için, çalışma yapılan Tarlabası Caddesi ve Meclisi Mebusan Caddesi'nin Çarşamba Günü yapılan sayımlarıyla, Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Ulaştırma Ana Bilim Dalı tarafından 26 Ağustos Perşembe 2003 tarihinde yapılan Barbaros Bulvarı sayımlarına varyans analizi uygulanmıştır (Çizelge 4.2).

Varyans analizi uygulaması;

X : Tarlabası Caddesi'ndeki 15 dakikalık trafik sayım değerlerini gösteren rastgele değişken,

Y : Meclisi Mebusan Caddesi'ndeki 15 dakikalık trafik sayım değerlerini gösteren rastgele değişken,

Z : Barbaros Bulvarı'ndaki 15 dakikalık trafik sayım değerlerini gösteren rastgele değişken,

$\bar{x}$  : Tarlabası Caddesi'ndeki 15 dakikalık trafik sayım değerlerinin ortalaması,

$\bar{y}$  : Meclisi Mebusan Caddesi'ndeki 15 dakikalık trafik sayım değerlerinin ortalaması,

$\bar{z}$  : Barbaros Bulvarı'ndaki 15 dakikalık trafik sayım değerlerinin ortalaması,

$\bar{x}$  : Alınan örneklerin ortalamalarının ortalaması,

$\mu_x$  : X'in alındığı ana kütle ortalaması,

$\mu_y$  : Y'nin alındığı ana kütle ortalaması,

$\mu_z$  : Z'nin alındığı ana kütle ortalaması,

$$H_0 : \mu_x = \mu_y = \mu_z$$

$$H_1 : \mu_x \neq \mu_y \neq \mu_z$$

olmak üzere varyans analizi (Turanlı ve Güriş, 2000);

Ortalamaların standart hatası ( $S_{\bar{x}}$ ),

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^h (\bar{x}_i - \bar{x})^2}{h-1}} \quad (4.3)$$

$\bar{x}$  h tane örneğin ortalamalarının ( $\bar{x}_i$ ) ortalaması,

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^h \bar{x}_i}{h} = 497,66 \quad (4.4)$$

hesaplanan ortalamaların standart hatası ( $S_{\bar{x}}$ ),

$$S_{\bar{x}} = 5,54$$

Örnek birim sayısı (n) olmak üzere, gruplar arası kareler ortalaması ( $KO_{G.Arası}$ ) ve tahmin edilen ana kütle varyansı ( $S^2$ ),

$$KO_{G.Arası} = S^2 = S_{\bar{x}}^2 * n = (5,54)^2 * 16 = 491,07 \quad (4.5)$$

Gruplar içi kareler ortalaması ( $KO_{G.içi}$ ),

$$KO_{G.içi} = \frac{\sum_{i=1}^h (n_i - 1) * S_i^2}{\sum_{i=1}^h (n_i - 1)} \quad (4.6)$$

Bu üç örneğin varyansları ( $S^2$ ),

$$S_x^2 = 27542 ,$$

$$S_y^2 = 20583,02 ,$$

$$S_z^2 = 4858,76 ,$$

$$KO_{G.içi} = \frac{(n_1 - 1) * S_1^2 + (n_2 - 1) * S_2^2 + (n_3 - 1) * S_3^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1) + (n_3 - 1)} \quad (4.7)$$

$$= 17661,26$$

F dağılımı serbestlik dereceleri  $\alpha = 0,05$  güven düzeyinde,

$$SD_1 = h - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$SD_2 = n * h - h = 16 * 3 - 3 = 45$$

$$F_{\alpha, SD_1, SD_2} = F_{0,05, 2, 45} = 3,21$$

$F < F_{\alpha, SD_1, SD_2} \longrightarrow H_0$  kabul edilmektedir.

$F > F_{\alpha, SD_1, SD_2} \longrightarrow H_1$  kabul edilmektedir.

Test istatistiği,

$$F = \frac{KO_{GArası}}{KO_{Gİçi}} = \frac{491,07}{17661,26} = 0,03 \quad (4.8)$$

$F_{hesap} < F_{tablo} \longrightarrow 0,03 < 3,21$  çıkmıştır.

***Bu sonuca göre,  $H_0$  hipotezi kabul edilmiştir. Yani,  $H_0 : \mu_x = \mu_y = \mu_z$ 'dir. Her iki istatistiki değerlendirmede de hesap değerleri, verilen tablo değerlerinden küçük çıkmıştır. Çalışma için alınan kesitlerle, Barbaros Bulvarı kesitinde aynı ana kütleden alınmış örnekler olduğunu %90 güvenirlikle göstermektedir.***

Çizelge 4.2 Tarlabası Caddesi, Meclisi Mebusan Caddesi ve Barbaros Bulvarı'na ait trafik sayım değerleri

| Saat          | Tarlabası Caddesi | Meclisi Mebusan Caddesi | Barbaros Bulvarı |
|---------------|-------------------|-------------------------|------------------|
| 07:00 – 07:15 | 148               | 183                     | 419              |
| 07:15 – 07:30 | 191               | 237                     | 346              |
| 07:30 – 07:45 | 257               | 312                     | 521              |
| 07:45 – 08:00 | 353               | 379                     | 472              |
| 08:00 – 08:15 | 498               | 419                     | 565              |
| 08:15 – 08:30 | 570               | 575                     | 597              |
| 08:30 – 08:45 | 654               | 590                     | 582              |
| 08:45 – 09:00 | 603               | 606                     | 585              |
| 17:00 – 17:15 | 534               | 531                     | 516              |
| 17:15 – 17:30 | 522               | 612                     | 429              |
| 17:30 – 17:45 | 550               | 601                     | 471              |
| 17:45 – 18:00 | 626               | 645                     | 443              |
| 18:00 – 18:15 | 557               | 538                     | 499              |
| 18:15 – 18:30 | 627               | 573                     | 525              |
| 18:30 – 18:45 | 655               | 580                     | 540              |
| 18:45 – 19:00 | 605               | 507                     | 549              |

#### 4.5 İstanbul'da Merkezi Bölgelere Yönelen Ana Arterlerde Trafik Değerleri

İstatistik sonuçları sayım yapılan kesitlerin İstanbul'da merkezi bölgelere yönelen tüm ana arterleri temsil ettiğini gösterdiği için bu sayımlardan elde edilen ve İstanbul geneli için

kullanılabilir bir takım değerler elde edilmeye çalışılmıştır. Bu değerlerin hesabında kesitlerdeki sayımların ortalama değerleri ile çalışılmıştır.

#### 4.5.1 Ortalama günlük trafik

Yıllık ortama günlük trafik (YOGT), yılın her gününde yapılan sayımlardaki trafik hacimleri günlük olarak toplanıp, 365'e bölünmesiyle elde edilmektedir. YOGT değeri olmadığı zamanlarda yaklaşık olarak ortalama günlük trafik değeri kullanılmaktadır. Ortalama günlük trafik ise, bir yıldan daha az sürede belli mevsim veya haftanın belli günlerinde belirli bir kesit için yapılan günlük sayımlardaki trafik hacimlerinin toplanıp, sayım yapılan gün sayısına bölünmesiyle elde edilmektedir. Bu çalışmada, haftanın 5 günü sayım yapılmış, sayım yapılmayan Salı ve Perşembe günlerinin trafiği çarşamba günkü trafik değerinin aynısı alınmıştır. Yapılan sayımlardan, bu arterlere ait ortalama günlük trafikler bulunmuştur. Bu trafik değerleri Çizelge 4.3'de verilmektedir. Bu sayım sonuçları ile bu ana arterlerdeki ortalama günlük trafik hesabından , sayım yapılan kesitler İstanbul'u temsil ettiğinden, İstanbul'da 2x3 şeritli yollarda her iki yönde günde ortalama 63.357 taşıt geçtiği söylenebilir. Bu taşıt sayıları (L1) yönünde günde ortalama 31.875 taşıt, diğer yönde (L2) ise günde ortalama 31.482 taşıt olarak bulunmaktadır.

Çizelge 4.3'den görüldüğü üzere ortalama günlük trafik toplamda her iki yönde birbirine yakın değerler çıkmaktadır. ***Bu çalışmada, proje hesapları yapılırken kabul edilen yön dağıtma faktörü olan %50 değerini vermektedir. Dolayısıyla, yapılan kabulün hatalı olmadığını göstermektedir. Argun Tunç (2003)' e göre de kent içi yollarda yönsel değişimin az olduğunu, yani, iki yöndeki trafik hacimlerin birbirine yakın olacağını belirtmektedir.***

Çizelge 4.3 İstanbul'da üç şeritli yollar için ortalama günlük trafik değerleri

| Günler                 | L1    | L2    | % Fark | Toplam |
|------------------------|-------|-------|--------|--------|
| Pazartesi              | 34369 | 33706 | 2,0    | 68075  |
| Salı                   | 32813 | 32436 | 1,2    | 65249  |
| Çarşamba               | 32813 | 32436 | 1,2    | 65249  |
| Perşembe               | 32813 | 32436 | 1,2    | 65249  |
| Cuma                   | 34699 | 33612 | 3,2    | 68311  |
| Cumartesi              | 31630 | 31062 | 1,8    | 62692  |
| Pazar                  | 23986 | 24683 | 2,9    | 48669  |
| Ortalama Günlük Trafik | 31875 | 31482 | 0,8    | 63357  |

#### 4.5.2 Pik saat faktörü

Trafik hacmi saatlik değişiminin yanı sıra bir saat içinde de önemli değişiklikler göstermektedir. Yani, trafik hacmi 1 saat içindeki kısa zaman aralıklarında da zirve yapabilmektedir. Bir yol zirve saat trafik hacmine hizmet etmesi gerektiği gibi zirve saat içindeki maksimum trafik hacmine sahip alt saat dilimindeki zirve trafik hacmine de hizmet etmelidir. Bu çalışmada, sayım yapılan bütün günlere ait pik saat faktörleri bulunmuştur. ***Bu pik saat faktörlerinin bulunmasındaki amaç, trafik hacim hesapları için uzun süreli sayımlar yerine daha kısa süreli sayımlarla işi çözümlenebilmektir. Böylece, daha kısa süreli sayım yapılarak, hem zaman tasarrufu sağlanmış olacak hem de ekonomik olacaktır.*** Pik saat faktörü, 1 saatlik toplam trafik hacminin, bir saat içindeki 15'er dakikalık dilimlerdeki sayımlardan maksimum olanının dört ile çarpılıp elde edilen değere oranlanarak bulunur. Bu tanım formüle edilirse,

$$\text{Pik saat faktörü} = \frac{\sum_{i=1}^4 t_i}{4 * t_{\text{maksimum}}} \quad \text{şeklinde gösterilir.} \quad (4.9)$$

$t_i = i$ . 15 dakikalık sayım değeri

Çizelge 4.4 Tarlabası Caddesi pik saat faktörleri örneği

| Zaman         | Hacim Değerleri | Pik Saat Faktörleri |
|---------------|-----------------|---------------------|
| 07:30 – 07:45 | 260             | 0.6892              |
| 07:45 – 08:00 | 385             | 0.6419              |
| 08:00 – 08:15 | 538             | 0.6404              |
| 08:15 – 08:30 | 629             | 0.7205              |
| 08:30 – 08:45 | 633             | 0.8627              |
| 08:45 – 09:00 | 601             | 0.9482              |
| 09:00 – 09:15 | 583             | 0.9657              |
| 09:15 – 09:30 | 583             | 0.9477              |

Çizelge 4.4’de Tarlabası Caddesine ait Pazartesi–Cuma gününün hacim ortalama değerlerinden elde edilen pik saat faktörleri görülmektedir. Diğer pik saat faktörleri Ek 5’de verilmiştir.

*Pik saat faktörlerinin dağılımı incelendiğinde (bir örneği Çizelge 4.4’de de görüldüğü üzere), trafiğin yoğunlaşmaya başladığı saatlerde, ki bu saat aralığı her yol için gözlemlerle bulunabilir, en az bir saat sayım yapmak gerekmektedir. Trafiğin dengeye kavuştuğu saatlerde 15 dakikalık sayımların yeterli olabileceğini göstermektedir. Çünkü, trafiğin yoğunlaşmaya başladığı saatlerde 15 dakikalık değerler arasında çok fark olduğu görülmektedir. Ancak, trafiğin dengeye ulaştığı saatlerde pik saat faktörleri %90’nun üzerinde değerler almaktadır. Çünkü, trafik dengeye ulaştığında 15’er dakikalık sayım değerleri arasında büyük farklılıklar olmamaktadır.*

### 4.5.3 Hacim kapasite oranlarının belirlenmesi

Kapasite önceki bölümlerde de bahsedildiği üzere, bir kesitten normal şartlar altında ve birim zaman da geçtiği gözlemlenen en büyük taşıt sayısıdır. Highway Capacity Manual (HCM)'de kentiçi yollarda şerit sayısı ve trafik parametrelerine göre kapasite tanımlaması yapılmıştır. Bu tanımlamaya göre, bu çalışma için seçilen yolların kapasitesi 2430 taşıt/saat'tir (Ek 6). Bu verilen kapasite değeri, çalışma sonucu gözlemlerden elde edilen Tarlabası Caddesi için 2711 taşıt/saat ve Meclisi Mebusan Caddesi için 2565 taşıt/saat değerlerine yakındır. Çizelge 4.5'de, HCM'de verilen kapasite değerine (2430 taşıt/saat) göre, Meclisi Mebusan Caddesinin L1 yönü için hacim – kapasite oranları verilmektedir.

*Çizelge 4.5'de, yukarıda verilen kapasite değerine (2430 taşıt/saat) göre yapılan hacim/kapasite oranlamasından, yolun özellikle sabah ve akşam trafiğinin yoğun olduğu saatlerde kapasitesine yaklaştığı hatta kapasitesinin üzerine çıktığını göstermektedir. Yani, hacim/kapasite oranlamalarında değerin 1'e yaklaştığı ve 1'den büyük olduğu anlaşılmaktadır. Yolun kapasite değerine yaklaşması, o yolda tıkanmaların başladığını göstermektedir. Çünkü, yol bir süre sonra E hizmet düzeyinden F hizmet düzeyine geçecektir. Çizelge 4.5'de 1'den büyük değerlerin olduğu zamanlarda yol F hizmet düzeyinde yani tıkanmaya başlamıştır. Bundan dolayı, trafiği rahatlatılabilmek amacıyla, insanları toplu taşıma sistemleri kullanılmaya yöneltilmelidir. Bu çalışmanın sonuçlar bölümünde açıklanacağı üzere, toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesi ile trafikteki otomobillerin ve taksilerin azaltılması sağlanacaktır.*

*Ancak, HCM'de verilen kapasite, bir kesitten normal şartlar altında birim zaman da gözlemlenen maksimum taşıt sayısı olarak tanımlanmıştır. Gözlemlenen en büyük taşıt sayısı kapasite kabul edilerek hacim/kapasite oranlaması yapıldığında trafiğinin yoğunlaştığı saatlerde bu oranlamanın 0,8'den büyük olduğu görülecektir. Bu değerin 0,8'den büyük olması yolun E hizmet düzeyine, hatta F hizmet düzeyine ulaştığını, bu oranlamanın 1'e yaklaştığı durumda ise, yolun F hizmet düzeyinde hizmet verdiğini göstermektedir. Çizelge 4.6'da Meclisi Mebusan Caddesinde gözlemlenen en büyük taşıt sayısına (2508 taşıt/saat) göre hacim/kapasite oranlaması yapılmıştır. Gerek HCM'de tanımlanan kapasite değeri, gerekse HCM'de verilen kentiçi yolların kapasite değerlerine göre yapılan hacim/kapasite oranlamalarının sonucunda çıkan değerler birbirine yakın olmaktadır.*

Çizelge 4.5 Meclisi mebusan caddesi hacim / kapasite oranları (Kapasite 2430 taşıt/saat alınarak)

| Zaman       | Pazartesi | Çarşamba | Cuma    | Cumartesi | Pazar   |
|-------------|-----------|----------|---------|-----------|---------|
| 24.00-01.00 | 0.17798   | 0.17449  | 0.18333 | 0.23642   | 0.22222 |
| 01.00-02.00 | 0.13765   | 0.11914  | 0.13354 | 0.17263   | 0.16091 |
| 02.00-03.00 | 0.09856   | 0.08251  | 0.10885 | 0.15432   | 0.13374 |
| 03.00-04.00 | 0.06667   | 0.05514  | 0.07263 | 0.11214   | 0.10494 |
| 04.00-05.00 | 0.04671   | 0.04033  | 0.04856 | 0.07263   | 0.06914 |
| 05.00-06.00 | 0.04095   | 0.03374  | 0.04568 | 0.05576   | 0.05473 |
| 06.00-07.00 | 0.10514   | 0.10432  | 0.09383 | 0.07469   | 0.0572  |
| 07.00-08.00 | 0.50823   | 0.45679  | 0.47881 | 0.19959   | 0.11235 |
| 08.00-09.00 | 0.91852   | 0.90082  | 0.92181 | 0.52449   | 0.24856 |
| 09.00-10.00 | 0.90123   | 0.86811  | 0.87984 | 0.70391   | 0.37942 |
| 10.00-11.00 | 0.80535   | 0.74609  | 0.78827 | 0.78642   | 0.51728 |
| 11.00-12.00 | 0.87263   | 0.78539  | 0.7677  | 0.69012   | 0.58848 |
| 12.00-13.00 | 0.90823   | 0.81214  | 0.8323  | 0.74321   | 0.68354 |
| 13.00-14.00 | 0.96379   | 0.87469  | 0.88745 | 0.85165   | 0.72099 |
| 14.00-15.00 | 0.90638   | 0.77675  | 0.79897 | 0.75185   | 0.70082 |
| 15.00-16.00 | 0.85782   | 0.79198  | 0.77716 | 0.77325   | 0.66379 |
| 16.00-17.00 | 0.8644    | 0.88889  | 0.92572 | 0.89424   | 0.68148 |
| 17.00-18.00 | 1.00741   | 0.98292  | 1.0321  | 0.99568   | 0.75432 |

|             |         |         |         |         |         |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 18.00-19.00 | 0.88045 | 0.90412 | 0.96317 | 0.92058 | 0.63868 |
| 19.00-20.00 | 0.7144  | 0.72963 | 0.78724 | 0.75905 | 0.52222 |
| 20.00-21.00 | 0.55062 | 0.5642  | 0.65267 | 0.60617 | 0.4037  |
| 21.00-22.00 | 0.42305 | 0.37449 | 0.50103 | 0.4823  | 0.32757 |
| 22.00-23.00 | 0.32078 | 0.29465 | 0.35947 | 0.36008 | 0.28519 |
| 23.00-24.00 | 0.22572 | 0.20885 | 0.27346 | 0.27366 | 0.22428 |
| Kapasite    | 2430    |         |         |         |         |

Çizelge 4.6 Meclisi mebusan caddesi hacim / kapasite oranları (gözlemlenen maksimum hacme göre)

| Zaman       | Pazartesi | Çarşamba | Cuma    | Cumartesi | Pazar   |
|-------------|-----------|----------|---------|-----------|---------|
| 24.00-01.00 | 0.17245   | 0.16906  | 0.17763 | 0.22907   | 0.21531 |
| 01.00-02.00 | 0.13337   | 0.11543  | 0.12939 | 0.16726   | 0.1559  |
| 02.00-03.00 | 0.09549   | 0.07994  | 0.10546 | 0.14952   | 0.12959 |
| 03.00-04.00 | 0.06459   | 0.05343  | 0.07037 | 0.10865   | 0.10167 |
| 04.00-05.00 | 0.04526   | 0.03907  | 0.04705 | 0.07037   | 0.06699 |
| 05.00-06.00 | 0.03967   | 0.0327   | 0.04426 | 0.05403   | 0.05303 |
| 06.00-07.00 | 0.10187   | 0.10108  | 0.09091 | 0.07237   | 0.05542 |
| 07.00-08.00 | 0.49242   | 0.44258  | 0.46392 | 0.19338   | 0.10885 |
| 08.00-09.00 | 0.88995   | 0.87281  | 0.89314 | 0.50817   | 0.24083 |
| 09.00-10.00 | 0.87321   | 0.84111  | 0.85247 | 0.68202   | 0.36762 |

|             |         |         |         |         |         |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 10.00-11.00 | 0.7803  | 0.72289 | 0.76376 | 0.76196 | 0.5012  |
| 11.00-12.00 | 0.84549 | 0.76096 | 0.74382 | 0.66866 | 0.57018 |
| 12.00-13.00 | 0.87998 | 0.78688 | 0.80642 | 0.7201  | 0.66228 |
| 13.00-14.00 | 0.93381 | 0.84749 | 0.85985 | 0.82516 | 0.69856 |
| 14.00-15.00 | 0.87819 | 0.75259 | 0.77412 | 0.72847 | 0.67903 |
| 15.00-16.00 | 0.83114 | 0.76734 | 0.75299 | 0.7492  | 0.64314 |
| 16.00-17.00 | 0.83752 | 0.86124 | 0.89693 | 0.86643 | 0.66029 |
| 17.00-18.00 | 0.97608 | 0.95235 | 1       | 0.96471 | 0.73086 |
| 18.00-19.00 | 0.85307 | 0.876   | 0.93321 | 0.89195 | 0.61882 |
| 19.00-20.00 | 0.69219 | 0.70694 | 0.76276 | 0.73545 | 0.50598 |
| 20.00-21.00 | 0.53349 | 0.54665 | 0.63238 | 0.58732 | 0.39115 |
| 21.00-22.00 | 0.40989 | 0.36284 | 0.48545 | 0.4673  | 0.31738 |
| 22.00-23.00 | 0.31081 | 0.28549 | 0.34829 | 0.34888 | 0.27632 |
| 23.00-24.00 | 0.2187  | 0.20235 | 0.26495 | 0.26515 | 0.2173  |
| Kapasite    | 2508    |         |         |         |         |

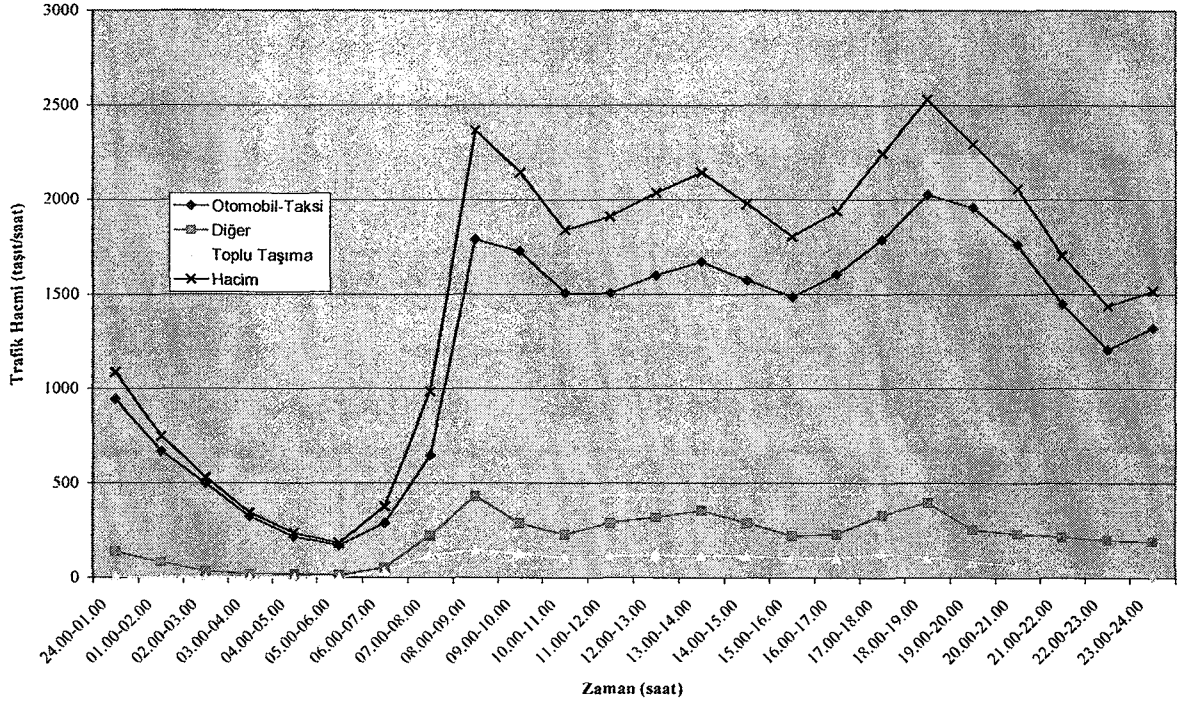
#### 4.5.4 Gün içerisindeki toplam trafik ve taşıt türlerine göre dağılımı

İstanbul trafiğinde büyük bir çoğunluğu otomobiller ve taksiler oluşturmaktadır. İstanbul için yapılan sayımlara göre özel oto ve taksi sayısının toplam trafiğin %85'i civarında olduğu görülmüştür. Otomobillerin doluluk oranları 1,8'dir. Bunlar küçük araç olduklarından dolayı yolcu taşıma kapasiteleri düşüktür. Yani, bir otobüsün taşıyabileceği yolcu için en az 20 otomobile ihtiyaç vardır. Fazla sayıda otomobilin trafikte bulunmasından dolayı hem trafik tıkanıklığı hem de çevre kirliliği meydana gelmektedir. Bütün dünya ülkeleri toplu taşımaya önem verirken, ülkemiz kentlerinde hala bireysel taşımaya önceliklidir. Bir an önce toplu taşıma sistemleri geliştirilmeli ve kullanımının artması için gerekli önlemler alınmalıdır. Eğer

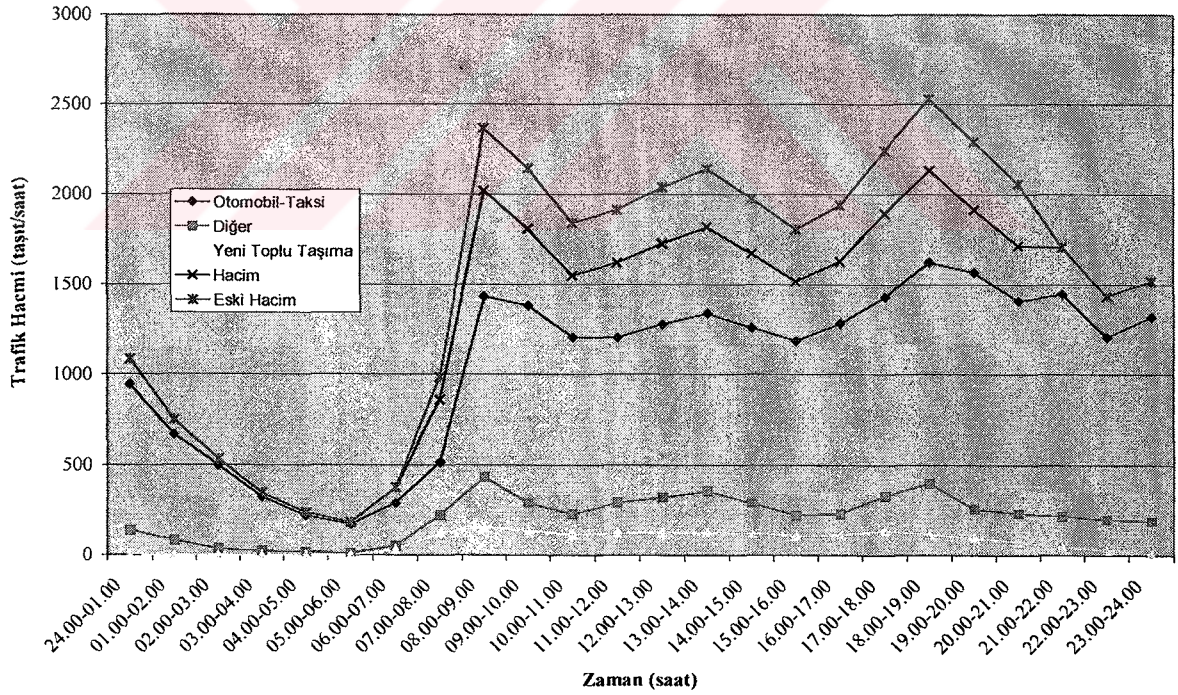
toplu taşıma cazip hale gelirse, hiç kimse iş – ev yolculuğunda otomobilini trafiğe çıkartmak istemeyecektir. Hafta içi taşıt dağılımları, Şekil 4.16’da Tarlabası Caddesi ve Şekil 4.20’de Meclisi Mebusan Caddesi için ve haftasonu (Cumartesi) taşıt dağılımları Şekil 4.18’de Tarlabası Caddesi ve Şekil 4.22’de Meclisi Mebusan Caddesi için gösterilmektedir. Toplam trafik hacminin dağılımının otomobil ve taksilerin oluşturduğu dağılıma çok yakın olduğu görülmektedir.

İstanbul trafiğinde otomobil ve taksi yüzdesinin yüksek oluşunun bir nedeni de toplu taşımacılığın yeterince gelişmemiş olmasıdır. İstanbul’da İstanbul Büyükşehir Belediyesi’nin yaptırdığı bir ankete göre toplu taşıma geliştirilirse “aracımı evde bırakırım” diyenlerin oranı %35’dir. Yapılan çalışmada, otomobil ve taksi sayısı bu anketteki %35 değeri göz önüne alınarak, otomobil ve taksilerin doluluk oranları da 1,8 kabul edilerek, toplam sayıları sabah saat 07:00 ile akşam 21:00 arasında %20 azaltılmıştır. Azaltılan otomobil ve taksilerdeki yolcuların, ortalama 40 kişi taşıyan otobüslere aktarılması ile ortaya çıkan otobüs sayıları sayımlar sonucu elde edilen otobüs sayılarına eklenmiştir. Bu sonuç, hafta içi Tarlabası Caddesi için Şekil 4.17 ve Meclisi Mebusan Caddesi için Şekil 4.21’de, haftasonu Tarlabası Caddesi için Şekil 4.19 ve Meclisi Mebusan Caddesi için Şekil 4.23’de gösterilmiştir.

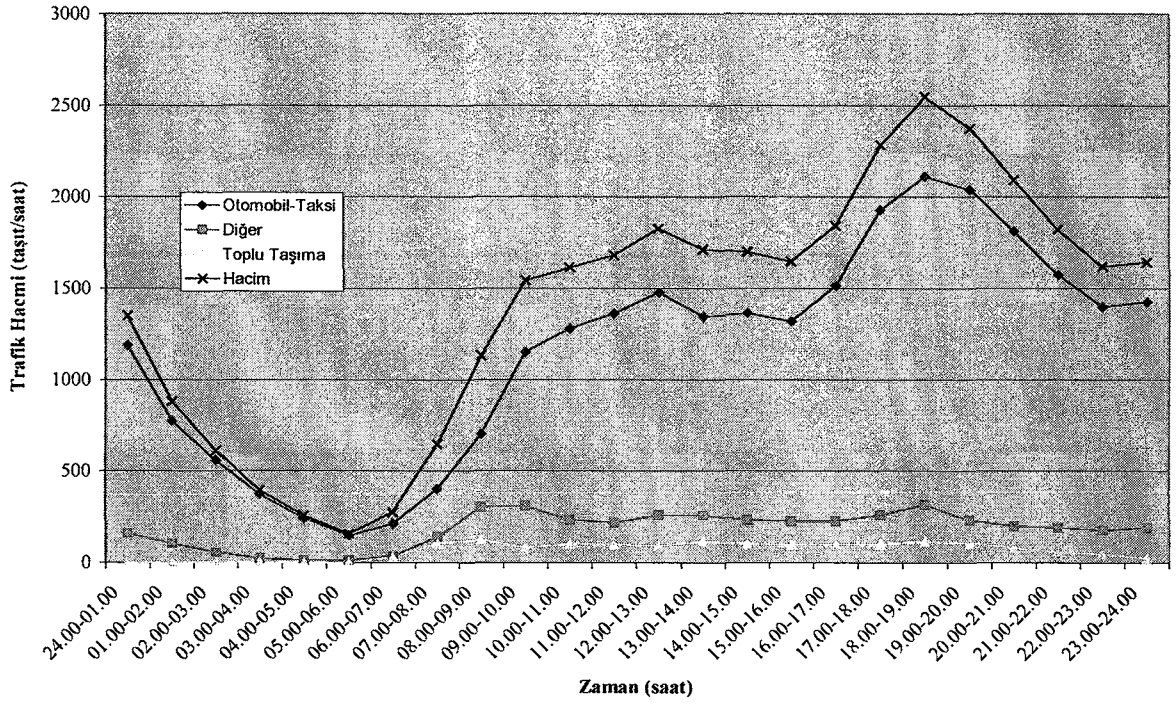
***Şekil 4.17, Şekil 4.19, Şekil 4.21 ve Şekil 4.23’deki grafiklerden görüldüğü üzere, otobüs sayısındaki artışın trafiğe bir etkisi olmamıştır. Ancak, otomobil ve taksilerin sayısının azalmasıyla, toplam trafik hacminde büyük bir azalma görülmüştür. Böylece, hem trafik rahatlamış, hem de otobüs sayısının artmasının trafik üzerinde fazla bir etkisi olmamıştır.***



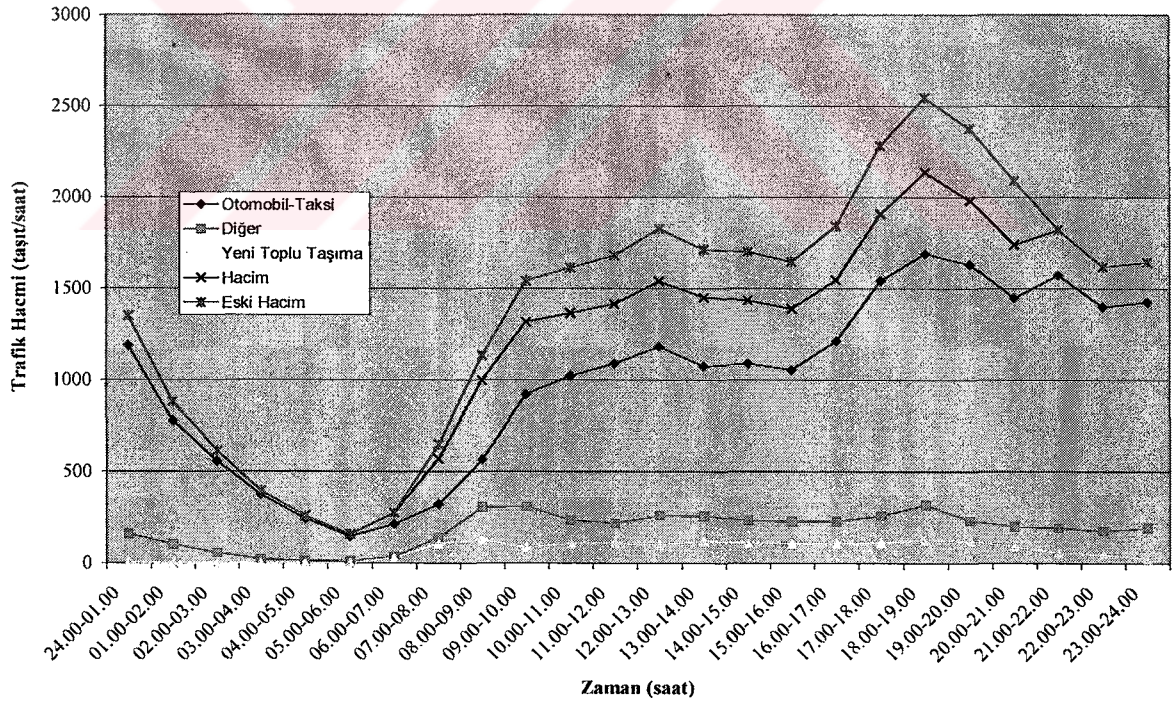
Şekil 4.16 Tarlabası caddesi hafta içi taşıt dağılımı



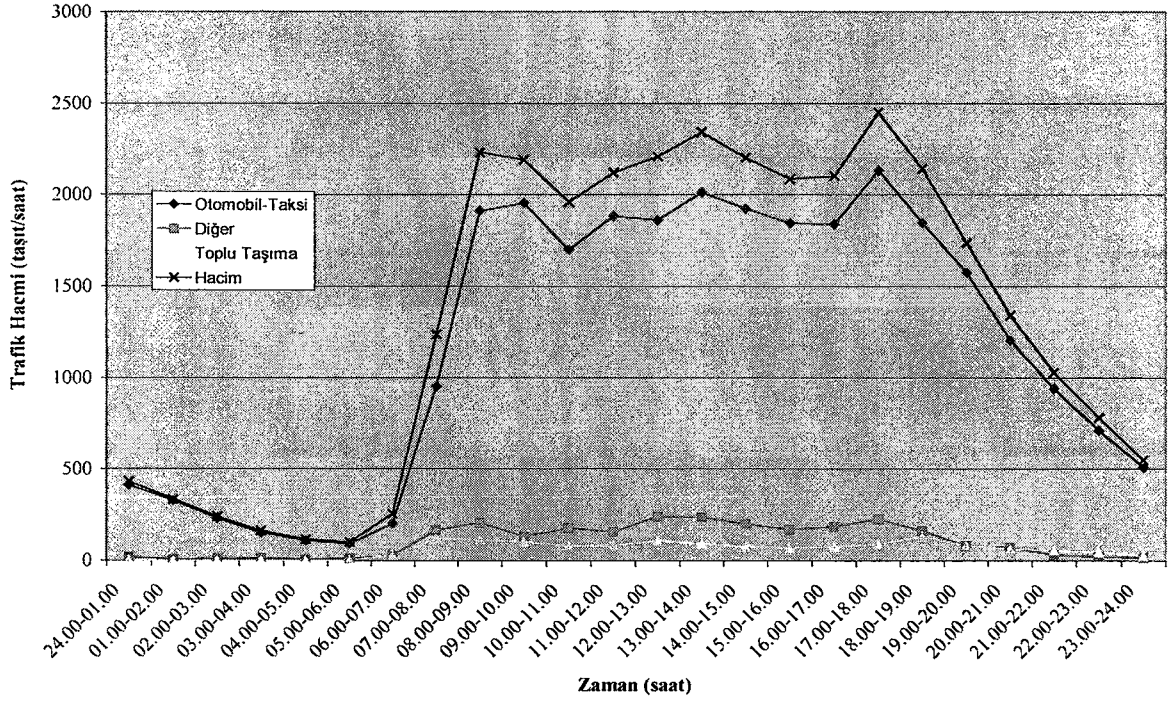
Şekil 4.17 Tarlabası Caddesi hafta içi otomobil ve taksilerin azaltıldığı taşıt dağılımı



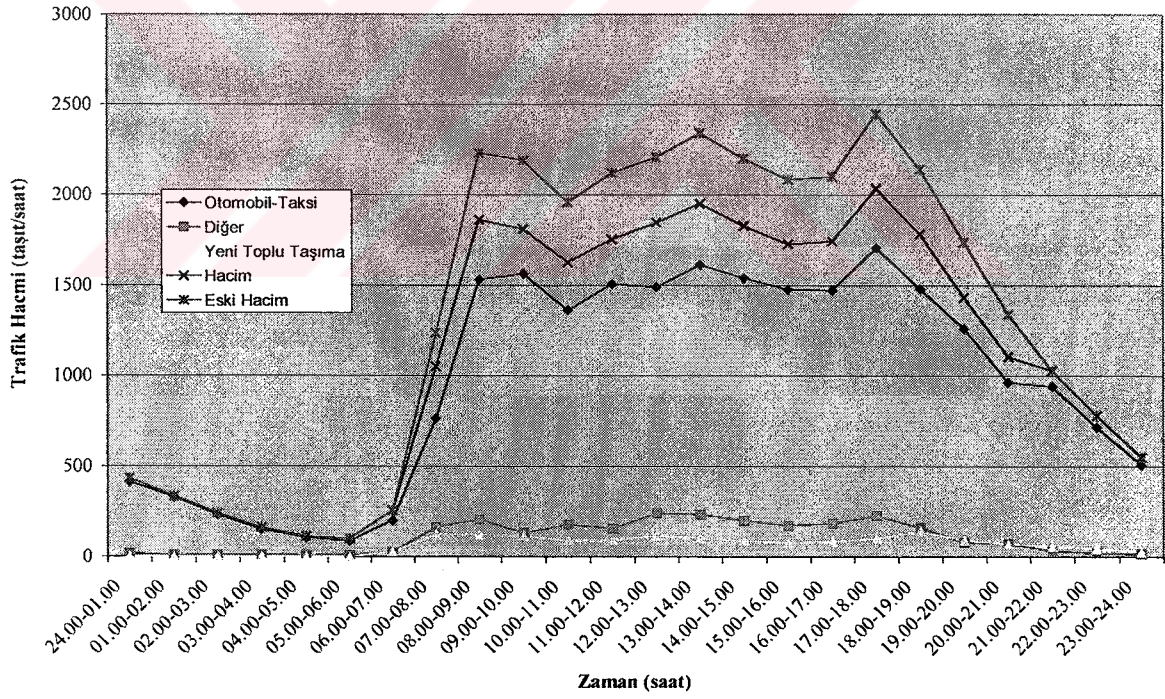
Şekil 4.18 Tarlabası caddesi haftasonu (cumartesi) taşıt dağılımı



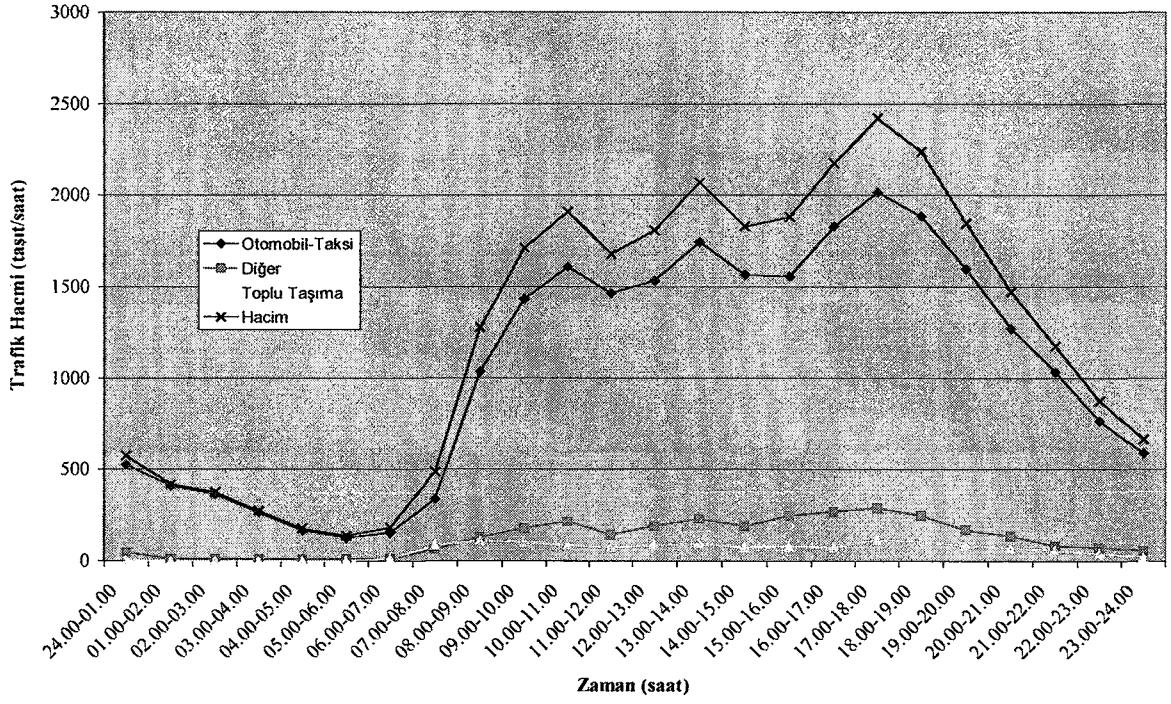
Şekil 4.19 Tarlabası caddesi haftasonu (cumartesi) otomobil ve taksilerin azaltıldığı taşıt dağılımı



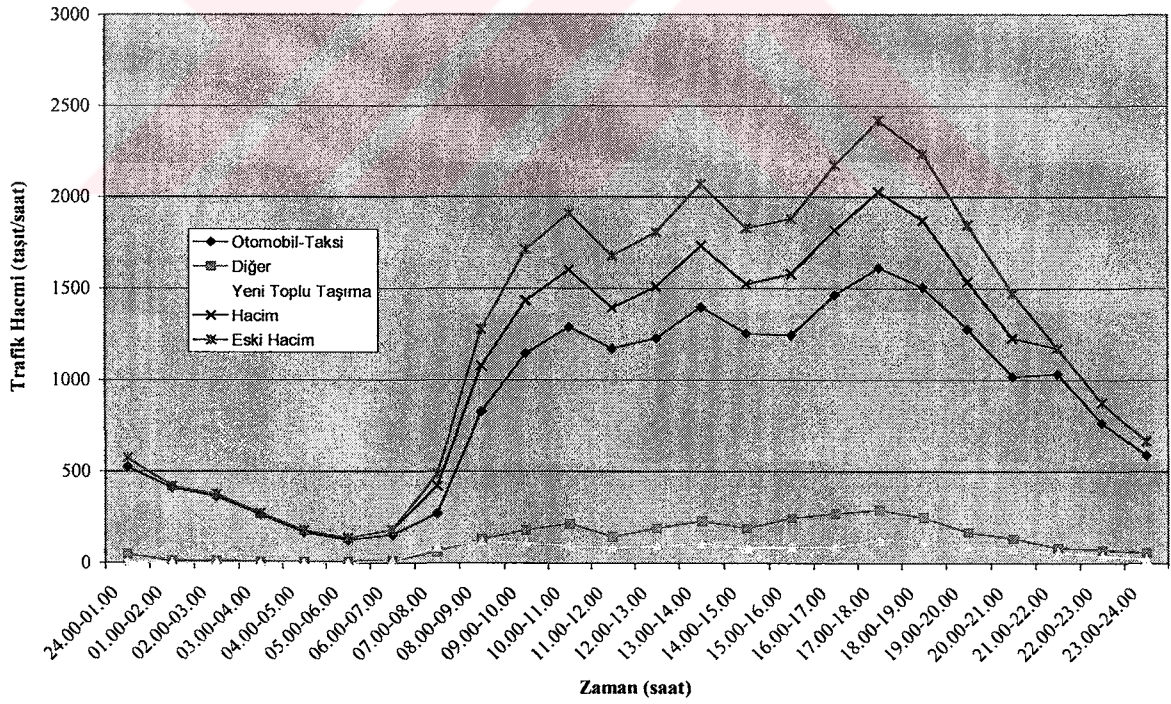
Şekil 4.20 Meclisi Mebusan Caddesi hafta içi taşıt dağılımı



Şekil 4.21 Meclisi Mebusan Caddesi hafta içi otomobil ve taksilerin azaltıldığı taşıt dağılımı



Şekil 4.22 Meclisi Mebusan caddesi haftasonu (cumartesi) taşıt dağılımı



Şekil 4.23 Meclisi Mebusan Caddesi haftasonu (cumartesi) otomobil ve taksilerin azaltıldığı taşıt dağılımı

## 5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

İstanbul'da merkezi bölgelere yaklaşan 2x3 şeritli yolların 2002 yılına ait trafik özellikleriyle ilgili bölüm 4'de yapılan çalışmalar sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Aşağıda belirtilen trafik çalışmaları ile ilgili sonuçların önem taşıdığı düşünülmektedir.

- Sayımlar sırasında elde edilen tecrübelerden, kent merkezine yaklaştıkça pik saatlerde kaymalar meydana gelmektedir. Pik saat, sabah 07:00-09:00, öğlen 12:00-14:00, akşam 17:00-19:00 olarak verilmektedir. Ancak, pik saatler gözlemlerin yapıldığı merkeze yaklaşan yol kesimlerinde, sabah 08:15-09:15, öğlen 13:00-14:00, akşam 17:30-18:30 saatlerinde olduğu görülmüştür. Kent merkezindeki yollarda bu saatlerde sayım yapıldığı takdirde daha güvenli sonuçlar elde edilecektir.
- Pik saat faktörlerinin bulunmasıyla trafik hacim hesapları için uzun süreli sayımlar yerine daha kısa süreli sayımlarla iş çözümlenebilmektir. Trafiğin yoğunlaşmaya başladığı (bu saat aralığı her yol için gözlemlerle bulunabilir) ve gece saatlerinde, en az bir saat sayım yapmak gerekmektedir. Trafiğin dengeye kavuştuğu saatlerde 15 dakikalık sayımların yeterli olabileceği görülmüştür. Trafiğin dengeye ulaştığı saatlerde pik saat faktörleri %90'nın üzerinde değerler almaktadır. Trafik dengeye ulaştığında 15'er dakikalık sayım değerleri arasında büyük farklılıklar olmamaktadır. Böylece, daha kısa süreli sayım yapılarak, hem zaman tasarrufu sağlanmış olacak hem de ekonomik olacaktır.
- Hız ve yoğunluk etüdü yapılırken, etüdün yapılacağı yerdeki iki kesit arasındaki uzaklık fazla olmamalıdır. Trafiğin durumu ve arazi durumuna göre bu mesafe değişse de, yapılan gözlemler bunun 100-150m civarında olmasının uygun olduğu görülmüştür. Uzaklık arttığı takdirde, iki kesit arasındaki haberleşme ve kesitlerin içerisindeki araç sayımı zorlaşmaktadır.
- İstanbul'da kent merkezine yönelen 2x3 şeritli yollarda her bir yön için trafik hacminin 31500 taşıt/gün civarında olduğu görülmüştür.
- Trafiğin yoğunlaştığı saatlerde taşıtların hızlarının 20km/saat civarında olduğu görülmüştür. Ancak, yoğunluk azaldığı takdirde bu hızlarda artacaktır.
- Trafik projelerinde yön dağıtma faktörü olarak %50 değeri kullanılmaktadır. Yapılan çalışma sonucunda bu faktörün değeri %50 olarak bulunmuştur.
- Çalışmada, trafik hacim sayımı için önce kamera çekimi yapılmıştır. Daha sonra

kaydedilen kasetler sayılmıştır. Ancak, bu işlem çok zaman almakta ve ekonomik olmamaktadır. Eğer, trafik hacim sayımı, ana arterlere yerleştirilen merkezi kameralarla internet sayesinde kişisel bilgisayarlardan izlenerek sayım yapıldığı takdirde hem zamandan hem de maddi yönden tasarruf sağlanmış olacaktır.

***Bu çalışma ile görülmüştür ki, trafikteki tıkanıklığın ve sıkışıklığın sebebi toplu taşımaya yeterince önem verilmemesi nedeni ile kişilerin bireysel taşımaya yönelmeleridir. Ülkemizde toplu taşımaya, diğer ülkelerde olduğu gibi yeterli önemin verilmemesi sonucunda trafik içinden çıkılmaz bir hale gelmiştir. İstanbul'da her an için bir tıkanıklık ve sıkışma olabilmektedir. Özellikle pik saatlerde insanlar, evden işe ve işten eve nasıl gideceğini düşünmektedirler. Bu çalışmayla, trafikte otomobil ve taksilerin azaltılarak, toplu taşıma sistemi geliştirilir ve insanlar bu araçlara binmeye teşvik edilirse trafikte büyük bir rahatlama olacağı görülmüştür. Bu rahatlama sayesinde, yoğunluk azalacağından taşıtların trafikte ortalama hızları artacaktır. Bu sayede, zamandan, yakıttan, maddi bakımdan, hava kirliliği ve yıpranan sınırlardan tasarruf sağlanacaktır. Ayrıca, çalışan insanların rahat trafikte ev-iş yolculuklarından dolayı verimleri de artacaktır.*** Toplu taşıma sisteminin rahatlığını gören insanlar araçlarını otoparklarından çıkartmak istemeyeceklerdir. Eğer, evinizin yakınından geçen bir metro veya hafif raylı sistem olsa ve işinize de yakın bir yerden geçse arabanızı almayı düşünürmüsünüz!

***Trafiğin rahatlama ve dolayısıyla tasarruflar için şu öneriler uygulanabilir:***

- Toplu taşıma sistemleri mutlaka geliştirilmeli, konfor ve hız bakımından cazip hale getirilerek insanlar kullanmaya teşvik edilmelidir. Ekspres otobüs seferleri ve seferlerde aktarma kolaylıkları yapılmalıdır. Toplu taşıma bazı saatlerde ücretsiz yapılabilir. Yunanistan bu sistemi sabah saat 8'den önce otobüsleri bedava yaparak uygulamıştır.
- Ev – iş yol güzergahında otomobil kullanımını caydırmaya yönelik politikalar uygulanmalıdır. Taşıtlara konulan vergiler, akaryakıt zamları, park ücretlerinin arttırılması gibi.
- Park et ve bin alanları oluşturulmalıdır. Şehir merkezi dışından gelenler trafiğe girmeden araçlarını park ederek toplu taşıma sistemi kullanmalıdır.
- Yurtdışındaki bazı büyükşehirlerde uygulandığı gibi şehir merkezine girişler ücretlendirilmelidir. Yada yoğun trafik çeken merkezlere otomobil ve taksilerin girişi

ücretlendirilmelidir. Londra bunu başarıyla sürdürmekte olup, trafikte büyük rahatlama elde etmiştir.

- Özellikle trafiğin yoğun olduğu sabah ve akşam saatlerinde kişiler paylaşımlı araç kullanmaya teşvik edilmelidir.
- Kentin planlı gelişimi sağlanmalıdır. Özellikle yoğun trafik çeken bölgelere trafiği daha da arttıracak, çekim merkezi olan spor kompleksleri, büyük alışveriş merkezleri ve büyük ticaret merkezleri yapılmasını engelleyecek tedbirler alınmalıdır.

Bu öneriler uygulanabilirse, ümit ediyorum ki İstanbul trafiğinde önemli ölçüde rahatlamalar olacaktır. Trafik insanların korkulu rüyası olmaktan çıkacaktır.



**KAYNAKLAR**

- Bayazıt, M., (1996). İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Cliffs, E., (1976), Transportation and Traffic Engineering Handbook, Prentice Hall, New Jersey.
- Demir, H.G., (2001), “Trafikte Tıkanıklık : Talep ve Arz Yönetimi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gedizlioğlu, E., (1994), Trafik Akım Kuramları Yüksek Lisans Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Gerlough, D.L. ve Huber, M.J., (1975), Traffic Flow Theory, Transportation Research Board National Research Council, Washington.
- Golias, J.C., (2003), “Examining Sensitivity of Impact of Taxi Traffic On Capacity and Delays At Urban Road Sections”, Journal of Transportation Engineering, Volume 129 – 3.
- HCM, National Academy of Sciences., (2000), Highway Capacity Manual, Transportation Research Board Publications, Washington D.C.
- İBB., (2002), İstanbul 1. Kentiçi Ulaşım Şurası Raporu, İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı, İstanbul.
- Karavaşin, M., (1998), Karayolu Ulaştırma Lisans Ders Notları, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Khisty, C.J. ve Lall, B.K., (1998), Transportation Engineering, Prentice Hall, New Jersey.
- Kutlu, K., (1993), Trafik Tekniği, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Öğüt, K.S., (2000), “Türkiye’de Otomobil Sahipliliğinin Modellenmesi”, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özge, M., (1992), “Otomobil Sahipliliğinin Modellenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sharma, S.C. ve Gulati, B.M. ve Rizak, S.N., (1996), “Statewide Traffic Volume Studies and Precision of AADT Estimates”, Journal of Transportation Engineering, Volume 122-6.
- Tunç, A., (2003), Trafik Mühendisliği ve Uygulamaları, Asil Yayın, Ankara.
- Turanlı, M. ve Güriş, S., (2000), Temel İstatistik, Der Yayınları, Ankara.
- Umar, F. ve Yayla N., (1994), Yol İnşaatı, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Umar, F., (1973), Yol İnşaatı Dersleri, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Umar, F., (1996), Yol İnşaatı, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Yayla, N., (2002), Karayolu Mühendisliği, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul.

**İNTERNET KAYNAKLARI**

[1] [www.die.gov.tr](http://www.die.gov.tr)

[2] [www.dpt.gov.tr](http://www.dpt.gov.tr)

[3] [www.egm.gov.tr](http://www.egm.gov.tr)

[4] [www.geocities.com](http://www.geocities.com)

[5] [www.ibb.gov.tr](http://www.ibb.gov.tr)

[6] [www.iETT.gov.tr](http://www.iETT.gov.tr)

[7] [www.istanbul.com.tr](http://www.istanbul.com.tr)

[8] [www.ojps.aip.org](http://www.ojps.aip.org)



**EKLER**

- Ek 1 Sayım f6y6 6rneği
- Ek 2 Sayım toplama tablosu 6rneği
- Ek 3 Piyale Paşa Bulvarı istatistik değerlendirmesi
- Ek 4 Trafik sayımları
- Ek 5 Pik saat fakt6rleri
- Ek 6 Őhirięi yollarda hizmet d6zeylerine g6re kapasite değerleri tablosu (HCM, 2000)







### Ek 3 Piyale Paşa Bulvarı istatistik değerlendirmesi

Çalışmada kullanılmayacak olan Piyalepaşa Bulvarı ile diğer kesitlerin aynı ana kütleden alınmadığı T testi ile gösterilmiştir.

T testinin uygulanması;

$x$  : Tarlabası Caddesi'ndeki 15 dakikalık trafik sayım değerlerini gösteren rastgele değişken,

$y$  : Piyale Paşa Bulvarı'ndaki 15 dakikalık trafik sayım değerlerini gösteren rastgele değişken,

$\bar{x}$  : Tarlabası Caddesi'ndeki 15 dakikalık trafik sayım değerlerinin ortalaması,

$\bar{y}$  : Meclisi Mebusan Caddesi'ndeki 15 dakikalık trafik sayım değerlerinin ortalaması,

$\mu_x$  :  $x$ 'nin alındığı ana kütle ortalaması,

$\mu_y$  :  $y$ 'nin alındığı ana kütle ortalaması,

$H_0 : \mu_x = \mu_y$ ,

$H_1 : \mu_x \neq \mu_y$ ,

olmak üzere t testi parametresi (Kaynak 1),

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{S_x^2}{n} + \frac{S_y^2}{m}}}$$

formülü ile hesaplanır. Bu parametrede  $\alpha = 0,05$  güven düzeyinde, serbestlik derecesi (Kaynak 1),

$$sd = \left( \frac{S_x^2}{n} + \frac{S_y^2}{m} \right) / \left[ \frac{(S_x^2/n)}{n-1} + \frac{(S_y^2/m)}{m-1} \right]$$

olan t dağılımı tablodan hesaplanan t değeri ile karşılaştırılır.  $t_{hesap} < t_{tablo}$  ise iki örnek aynı ana kütle temsil ediyor olarak kabul edilir.

$$\bar{x} = 383 ,$$

$$\bar{y} = 277 ,$$

Bu iki örneğin varyansları ( $S_x^2$  ve  $S_y^2$ ),

$$S_x^2 = 33895,77 ,$$

$$S_y^2 = 43501,86 ,$$

$$sd = 187,118$$

$$t_{\text{hesap}} = 3,730$$

$$t_{\text{tablo}} = 1,645$$

$$t_{\text{hesap}} > t_{\text{tablo}} \quad \longrightarrow \quad 3,730 > 1,645 \text{ çıkmıştır.}$$

## Ek 5 Pik saat faktörleri

| Tarlabaşı Caddesi L1 Yönü |                |          |           |        |
|---------------------------|----------------|----------|-----------|--------|
|                           | Pazartesi-Cuma | Çarşamba | Cumartesi | Pazar  |
| 24.45-01.00               | 0.8855         | 0.8654   | 0.8610    | 0.8833 |
| 01.00-01.15               | 0.8881         | 0.8655   | 0.8480    | 0.8896 |
| 01.15-01.30               | 0.8697         | 0.8682   | 0.8599    | 0.8648 |
| 01.30-01.45               | 0.8631         | 0.8643   | 0.8553    | 0.8562 |
| 01.45-02.00               | 0.8647         | 0.8002   | 0.8691    | 0.9106 |
| 02.00-02.15               | 0.8345         | 0.7739   | 0.8758    | 0.9167 |
| 02.15-02.30               | 0.8244         | 0.8175   | 0.8756    | 0.9150 |
| 02.30-02.45               | 0.8310         | 0.9113   | 0.8964    | 0.9250 |
| 02.45-03.00               | 0.8458         | 0.9116   | 0.8627    | 0.9126 |
| 03.00-03.15               | 0.8973         | 0.8901   | 0.8610    | 0.8583 |
| 03.15-03.30               | 0.8402         | 0.8744   | 0.8560    | 0.8198 |
| 03.30-03.45               | 0.8472         | 0.8284   | 0.8605    | 0.7708 |
| 03.45-04.00               | 0.8444         | 0.8486   | 0.8264    | 0.7826 |
| 04.00-04.15               | 0.8629         | 0.8323   | 0.8471    | 0.7431 |
| 04.15-04.30               | 0.8652         | 0.8615   | 0.8568    | 0.7334 |
| 04.30-04.45               | 0.9448         | 0.8832   | 0.8875    | 0.7786 |
| 04.45-05.00               | 0.9092         | 0.8784   | 0.8707    | 0.8670 |
| 05.00-05.15               | 0.9218         | 0.8018   | 0.7958    | 0.8441 |
| 05.15-05.30               | 0.8739         | 0.8654   | 0.8151    | 0.8983 |
| 05.30-05.45               | 0.8857         | 0.9136   | 0.8197    | 0.8567 |
| 05.45-06.00               | 0.8874         | 0.8342   | 0.9080    | 0.8878 |
| 06.00-06.15               | 0.7911         | 0.7723   | 0.8283    | 0.8529 |
| 06.15-06.30               | 0.7546         | 0.7226   | 0.8287    | 0.8316 |
| 06.30-06.45               | 0.7022         | 0.7130   | 0.7465    | 0.8528 |
| 06.45-07.00               | 0.7270         | 0.7235   | 0.6932    | 0.8333 |
| 07.00-07.15               | 0.7189         | 0.7323   | 0.7188    | 0.7776 |
| 07.15-07.30               | 0.7009         | 0.7231   | 0.7810    | 0.7986 |
| 07.30-07.45               | 0.6892         | 0.6941   | 0.7500    | 0.7392 |
| 07.45-08.00               | 0.6419         | 0.6723   | 0.7618    | 0.8168 |
| 08.00-08.15               | 0.6404         | 0.6516   | 0.7938    | 0.8637 |
| 08.15-08.30               | 0.7205         | 0.7362   | 0.8682    | 0.9363 |
| 08.30-08.45               | 0.8627         | 0.7928   | 0.8107    | 0.8457 |
| 08.45-09.00               | 0.9482         | 0.8884   | 0.8916    | 0.9058 |
| 09.00-09.15               | 0.9657         | 0.8955   | 0.8825    | 0.9095 |
| 09.15-09.30               | 0.9477         | 0.8792   | 0.8809    | 0.9153 |
| 09.30-09.45               | 0.9592         | 0.8902   | 0.8913    | 0.7287 |
| 09.45-10.00               | 0.9464         | 0.9559   | 0.9362    | 0.7469 |
| 10.00-10.15               | 0.9111         | 0.9315   | 0.9724    | 0.8224 |
| 10.15-10.30               | 0.9223         | 0.9309   | 0.9839    | 0.9130 |
| 10.30-10.45               | 0.9462         | 0.9494   | 0.9854    | 0.9607 |
| 10.45-11.00               | 0.9254         | 0.9476   | 0.9817    | 0.9651 |
| 11.00-11.15               | 0.9832         | 0.9794   | 0.9618    | 0.9637 |
| 11.15-11.30               | 0.9713         | 0.9759   | 0.9467    | 0.8868 |
| 11.30-11.45               | 0.9688         | 0.9733   | 0.9174    | 0.8868 |
| 11.45-12.00               | 0.9482         | 0.9430   | 0.9435    | 0.8960 |
| 12.00-12.15               | 0.9117         | 0.9517   | 0.8864    | 0.9183 |
| 12.15-12.30               | 0.9476         | 0.9322   | 0.9165    | 0.9550 |
| 12.30-12.45               | 0.9733         | 0.9512   | 0.9380    | 0.9738 |
| 12.45-13.00               | 0.9683         | 0.9711   | 0.9241    | 0.9689 |
| 13.00-13.15               | 0.9763         | 0.9787   | 0.8877    | 0.9553 |
| 13.15-13.30               | 0.9603         | 0.9672   | 0.8728    | 0.9452 |

|             | <b>Pazartesi-Cuma</b> | <b>Çarşamba</b> | <b>Cumartesi</b> | <b>Pazar</b> |
|-------------|-----------------------|-----------------|------------------|--------------|
| 13.30-13.45 | 0.9731                | 0.9224          | 0.8912           | 0.9545       |
| 13.45-14.00 | 0.9676                | 0.9240          | 0.9039           | 0.9443       |
| 14.00-14.15 | 0.9627                | 0.9314          | 0.9184           | 0.9283       |
| 14.15-14.30 | 0.9336                | 0.9261          | 0.8984           | 0.9659       |
| 14.30-14.45 | 0.9537                | 0.9583          | 0.8772           | 0.9695       |
| 14.45-15.00 | 0.9359                | 0.9495          | 0.8675           | 0.9447       |
| 15.00-15.15 | 0.9668                | 0.9561          | 0.8544           | 0.9701       |
| 15.15-15.30 | 0.9594                | 0.9338          | 0.8731           | 0.9662       |
| 15.30-15.45 | 0.9571                | 0.8984          | 0.9463           | 0.9522       |
| 15.45-16.00 | 0.9554                | 0.9352          | 0.9386           | 0.9691       |
| 16.00-16.15 | 0.9469                | 0.9472          | 0.9546           | 0.9593       |
| 16.15-16.30 | 0.8979                | 0.9458          | 0.8765           | 0.9524       |
| 16.30-16.45 | 0.9254                | 0.9426          | 0.8608           | 0.9534       |
| 16.45-17.00 | 0.9603                | 0.9465          | 0.9148           | 0.9771       |
| 17.00-17.15 | 0.9785                | 0.9344          | 0.9065           | 0.9831       |
| 17.15-17.30 | 0.9346                | 0.9604          | 0.9219           | 0.9716       |
| 17.30-17.45 | 0.8950                | 0.9606          | 0.9571           | 0.8750       |
| 17.45-18.00 | 0.9421                | 0.8913          | 0.8757           | 0.8773       |
| 18.00-18.15 | 0.9415                | 0.9005          | 0.8964           | 0.9216       |
| 18.15-18.30 | 0.9297                | 0.9409          | 0.9292           | 0.9347       |
| 18.30-18.45 | 0.9501                | 0.9408          | 0.9516           | 0.9266       |
| 18.45-19.00 | 0.9599                | 0.9328          | 0.9370           | 0.8819       |
| 19.00-19.15 | 0.9508                | 0.9454          | 0.9433           | 0.8534       |
| 19.15-19.30 | 0.9396                | 0.9236          | 0.9135           | 0.9611       |
| 19.30-19.45 | 0.9590                | 0.9752          | 0.9851           | 0.9404       |
| 19.45-20.00 | 0.9521                | 0.9495          | 0.9742           | 0.9431       |
| 20.00-20.15 | 0.9527                | 0.9167          | 0.9485           | 0.9504       |
| 20.15-20.30 | 0.9303                | 0.8919          | 0.9200           | 0.9311       |
| 20.30-20.45 | 0.9647                | 0.9790          | 0.9361           | 0.9304       |
| 20.45-21.00 | 0.9736                | 0.9643          | 0.9567           | 0.9331       |
| 21.00-21.15 | 0.9401                | 0.9221          | 0.9535           | 0.9844       |
| 21.15-21.30 | 0.9345                | 0.9415          | 0.9422           | 0.9518       |
| 21.30-21.45 | 0.9024                | 0.8915          | 0.9336           | 0.9411       |
| 21.45-22.00 | 0.9526                | 0.9265          | 0.9314           | 0.9225       |
| 22.00-22.15 | 0.9274                | 0.8774          | 0.9222           | 0.9267       |
| 22.15-22.30 | 0.9220                | 0.9171          | 0.9237           | 0.9627       |
| 22.30-22.45 | 0.9344                | 0.9592          | 0.9608           | 0.9645       |
| 22.45-23.00 | 0.9595                | 0.9546          | 0.9447           | 0.9561       |
| 23.00-23.15 | 0.9922                | 0.9556          | 0.9674           | 0.9638       |
| 23.15-23.30 | 0.9681                | 0.9523          | 0.9804           | 0.9546       |
| 23.30-23.45 | 0.9637                | 0.9476          | 0.9810           | 0.9637       |
| 23.45-24.00 | 0.9537                | 0.9480          | 0.9877           | 0.9799       |

| Tarlabaşı Caddesi L2 Yönü |                |          |           |        |
|---------------------------|----------------|----------|-----------|--------|
|                           | Pazartesi-Cuma | Çarşamba | Cumartesi | Pazar  |
| 24.45-01.00               | 0.8939         | 0.8654   | 0.8610    | 0.8833 |
| 01.00-01.15               | 0.8721         | 0.8655   | 0.8480    | 0.8896 |
| 01.15-01.30               | 0.8784         | 0.8682   | 0.8599    | 0.8648 |
| 01.30-01.45               | 0.8885         | 0.8643   | 0.8553    | 0.8562 |
| 01.45-02.00               | 0.8934         | 0.8002   | 0.8691    | 0.9106 |
| 02.00-02.15               | 0.9027         | 0.7739   | 0.8758    | 0.9167 |
| 02.15-02.30               | 0.8813         | 0.8175   | 0.8756    | 0.9150 |
| 02.30-02.45               | 0.8634         | 0.9113   | 0.8964    | 0.9250 |
| 02.45-03.00               | 0.9158         | 0.9116   | 0.8627    | 0.9126 |
| 03.00-03.15               | 0.9269         | 0.8901   | 0.8610    | 0.8583 |
| 03.15-03.30               | 0.8938         | 0.8744   | 0.8560    | 0.8198 |
| 03.30-03.45               | 0.8460         | 0.8284   | 0.8605    | 0.7708 |
| 03.45-04.00               | 0.8298         | 0.8486   | 0.8264    | 0.7826 |
| 04.00-04.15               | 0.8367         | 0.8323   | 0.8471    | 0.7431 |
| 04.15-04.30               | 0.8371         | 0.8615   | 0.8568    | 0.7334 |
| 04.30-04.45               | 0.8485         | 0.8832   | 0.8875    | 0.7786 |
| 04.45-05.00               | 0.8839         | 0.8784   | 0.8707    | 0.8670 |
| 05.00-05.15               | 0.8092         | 0.8018   | 0.7958    | 0.8441 |
| 05.15-05.30               | 0.8412         | 0.8654   | 0.8151    | 0.8983 |
| 05.30-05.45               | 0.8381         | 0.9136   | 0.8197    | 0.8567 |
| 05.45-06.00               | 0.9154         | 0.8342   | 0.9080    | 0.8878 |
| 06.00-06.15               | 0.8356         | 0.7723   | 0.8283    | 0.8529 |
| 06.15-06.30               | 0.7236         | 0.7226   | 0.8287    | 0.8316 |
| 06.30-06.45               | 0.6831         | 0.7130   | 0.7465    | 0.8528 |
| 06.45-07.00               | 0.6786         | 0.7235   | 0.6932    | 0.8333 |
| 07.00-07.15               | 0.7182         | 0.7323   | 0.7188    | 0.7776 |
| 07.15-07.30               | 0.7175         | 0.7231   | 0.7810    | 0.7986 |
| 07.30-07.45               | 0.7441         | 0.6941   | 0.7500    | 0.7392 |
| 07.45-08.00               | 0.7316         | 0.6723   | 0.7618    | 0.8168 |
| 08.00-08.15               | 0.6899         | 0.6516   | 0.7938    | 0.8637 |
| 08.15-08.30               | 0.7547         | 0.7362   | 0.8682    | 0.9363 |
| 08.30-08.45               | 0.7763         | 0.7928   | 0.8107    | 0.8457 |
| 08.45-09.00               | 0.8626         | 0.8884   | 0.8916    | 0.9058 |
| 09.00-09.15               | 0.8915         | 0.8955   | 0.8825    | 0.9095 |
| 09.15-09.30               | 0.8757         | 0.8792   | 0.8809    | 0.9153 |
| 09.30-09.45               | 0.9330         | 0.8902   | 0.8913    | 0.7287 |
| 09.45-10.00               | 0.9324         | 0.9559   | 0.9362    | 0.7469 |
| 10.00-10.15               | 0.9748         | 0.9315   | 0.9724    | 0.8224 |
| 10.15-10.30               | 0.9582         | 0.9309   | 0.9839    | 0.9130 |
| 10.30-10.45               | 0.9422         | 0.9494   | 0.9854    | 0.9607 |
| 10.45-11.00               | 0.9822         | 0.9476   | 0.9817    | 0.9651 |
| 11.00-11.15               | 0.9853         | 0.9794   | 0.9618    | 0.9637 |
| 11.15-11.30               | 0.9827         | 0.9759   | 0.9467    | 0.8868 |
| 11.30-11.45               | 0.9701         | 0.9733   | 0.9174    | 0.8868 |
| 11.45-12.00               | 0.9744         | 0.9430   | 0.9435    | 0.8960 |
| 12.00-12.15               | 0.9647         | 0.9517   | 0.8864    | 0.9183 |
| 12.15-12.30               | 0.9413         | 0.9322   | 0.9165    | 0.9550 |
| 12.30-12.45               | 0.9517         | 0.9512   | 0.9380    | 0.9738 |
| 12.45-13.00               | 0.9735         | 0.9711   | 0.9241    | 0.9689 |
| 13.00-13.15               | 0.9792         | 0.9787   | 0.8877    | 0.9553 |
| 13.15-13.30               | 0.9628         | 0.9672   | 0.8728    | 0.9452 |

|             | <b>Pazartesi-Cuma</b> | <b>Çarşamba</b> | <b>Cumartesi</b> | <b>Pazar</b> |
|-------------|-----------------------|-----------------|------------------|--------------|
| 13.30-13.45 | 0.9263                | 0.9224          | 0.8912           | 0.9545       |
| 13.45-14.00 | 0.9204                | 0.9240          | 0.9039           | 0.9443       |
| 14.00-14.15 | 0.9196                | 0.9314          | 0.9184           | 0.9283       |
| 14.15-14.30 | 0.8940                | 0.9261          | 0.8984           | 0.9659       |
| 14.30-14.45 | 0.9424                | 0.9583          | 0.8772           | 0.9695       |
| 14.45-15.00 | 0.9394                | 0.9495          | 0.8675           | 0.9447       |
| 15.00-15.15 | 0.9938                | 0.9561          | 0.8544           | 0.9701       |
| 15.15-15.30 | 0.9885                | 0.9338          | 0.8731           | 0.9662       |
| 15.30-15.45 | 0.9784                | 0.8984          | 0.9463           | 0.9522       |
| 15.45-16.00 | 0.9882                | 0.9352          | 0.9386           | 0.9691       |
| 16.00-16.15 | 0.9628                | 0.9472          | 0.9546           | 0.9593       |
| 16.15-16.30 | 0.9709                | 0.9458          | 0.8765           | 0.9524       |
| 16.30-16.45 | 0.9652                | 0.9426          | 0.8608           | 0.9534       |
| 16.45-17.00 | 0.9836                | 0.9465          | 0.9148           | 0.9771       |
| 17.00-17.15 | 0.9888                | 0.9344          | 0.9065           | 0.9831       |
| 17.15-17.30 | 0.9853                | 0.9604          | 0.9219           | 0.9716       |
| 17.30-17.45 | 0.9421                | 0.9606          | 0.9571           | 0.8750       |
| 17.45-18.00 | 0.9444                | 0.8913          | 0.8757           | 0.8773       |
| 18.00-18.15 | 0.9201                | 0.9005          | 0.8964           | 0.9216       |
| 18.15-18.30 | 0.9508                | 0.9409          | 0.9292           | 0.9347       |
| 18.30-18.45 | 0.9643                | 0.9408          | 0.9516           | 0.9266       |
| 18.45-19.00 | 0.9662                | 0.9328          | 0.9370           | 0.8819       |
| 19.00-19.15 | 0.9494                | 0.9454          | 0.9433           | 0.8534       |
| 19.15-19.30 | 0.9555                | 0.9236          | 0.9135           | 0.9611       |
| 19.30-19.45 | 0.9667                | 0.9752          | 0.9851           | 0.9404       |
| 19.45-20.00 | 0.9446                | 0.9495          | 0.9742           | 0.9431       |
| 20.00-20.15 | 0.9447                | 0.9167          | 0.9485           | 0.9504       |
| 20.15-20.30 | 0.9503                | 0.8919          | 0.9200           | 0.9311       |
| 20.30-20.45 | 0.9683                | 0.9790          | 0.9361           | 0.9304       |
| 20.45-21.00 | 0.9485                | 0.9643          | 0.9567           | 0.9331       |
| 21.00-21.15 | 0.9342                | 0.9221          | 0.9535           | 0.9844       |
| 21.15-21.30 | 0.9631                | 0.9415          | 0.9422           | 0.9518       |
| 21.30-21.45 | 0.9753                | 0.8915          | 0.9336           | 0.9411       |
| 21.45-22.00 | 0.9319                | 0.9265          | 0.9314           | 0.9225       |
| 22.00-22.15 | 0.8890                | 0.8774          | 0.9222           | 0.9267       |
| 22.15-22.30 | 0.9002                | 0.9171          | 0.9237           | 0.9627       |
| 22.30-22.45 | 0.9748                | 0.9592          | 0.9608           | 0.9645       |
| 22.45-23.00 | 0.9779                | 0.9546          | 0.9447           | 0.9561       |
| 23.00-23.15 | 0.9751                | 0.9556          | 0.9674           | 0.9638       |
| 23.15-23.30 | 0.9771                | 0.9523          | 0.9804           | 0.9546       |
| 23.30-23.45 | 0.9639                | 0.9476          | 0.9810           | 0.9637       |
| 23.45-24.00 | 0.9488                | 0.9480          | 0.9877           | 0.9799       |

| Meclisi Mebusan Caddesi L1 Yönü |                |          |           |        |
|---------------------------------|----------------|----------|-----------|--------|
|                                 | Pazartesi-Cuma | Çarşamba | Cumartesi | Pazar  |
| 24.45-01.00                     | 0.8923         | 0.8654   | 0.8610    | 0.8833 |
| 01.00-01.15                     | 0.9351         | 0.8655   | 0.8480    | 0.8896 |
| 01.15-01.30                     | 0.8811         | 0.8682   | 0.8599    | 0.8648 |
| 01.30-01.45                     | 0.8813         | 0.8643   | 0.8553    | 0.8562 |
| 01.45-02.00                     | 0.9077         | 0.8002   | 0.8691    | 0.9106 |
| 02.00-02.15                     | 0.9503         | 0.7739   | 0.8758    | 0.9167 |
| 02.15-02.30                     | 0.9413         | 0.8175   | 0.8756    | 0.9150 |
| 02.30-02.45                     | 0.8882         | 0.9113   | 0.8964    | 0.9250 |
| 02.45-03.00                     | 0.8750         | 0.9116   | 0.8627    | 0.9126 |
| 03.00-03.15                     | 0.8463         | 0.8901   | 0.8610    | 0.8583 |
| 03.15-03.30                     | 0.8548         | 0.8744   | 0.8560    | 0.8198 |
| 03.30-03.45                     | 0.8983         | 0.8284   | 0.8605    | 0.7708 |
| 03.45-04.00                     | 0.8724         | 0.8486   | 0.8264    | 0.7826 |
| 04.00-04.15                     | 0.8528         | 0.8323   | 0.8471    | 0.7431 |
| 04.15-04.30                     | 0.8170         | 0.8615   | 0.8568    | 0.7334 |
| 04.30-04.45                     | 0.9037         | 0.8832   | 0.8875    | 0.7786 |
| 04.45-05.00                     | 0.8836         | 0.8784   | 0.8707    | 0.8670 |
| 05.00-05.15                     | 0.9565         | 0.8018   | 0.7958    | 0.8441 |
| 05.15-05.30                     | 0.9659         | 0.8654   | 0.8151    | 0.8983 |
| 05.30-05.45                     | 0.9432         | 0.9136   | 0.8197    | 0.8567 |
| 05.45-06.00                     | 0.9073         | 0.8342   | 0.9080    | 0.8878 |
| 06.00-06.15                     | 0.8170         | 0.7723   | 0.8283    | 0.8529 |
| 06.15-06.30                     | 0.8125         | 0.7226   | 0.8287    | 0.8316 |
| 06.30-06.45                     | 0.5998         | 0.7130   | 0.7465    | 0.8528 |
| 06.45-07.00                     | 0.6362         | 0.7235   | 0.6932    | 0.8333 |
| 07.00-07.15                     | 0.5482         | 0.7323   | 0.7188    | 0.7776 |
| 07.15-07.30                     | 0.6015         | 0.7231   | 0.7810    | 0.7986 |
| 07.30-07.45                     | 0.6147         | 0.6941   | 0.7500    | 0.7392 |
| 07.45-08.00                     | 0.6952         | 0.6723   | 0.7618    | 0.8168 |
| 08.00-08.15                     | 0.7800         | 0.6516   | 0.7938    | 0.8637 |
| 08.15-08.30                     | 0.7910         | 0.7362   | 0.8682    | 0.9363 |
| 08.30-08.45                     | 0.8678         | 0.7928   | 0.8107    | 0.8457 |
| 08.45-09.00                     | 0.9209         | 0.8884   | 0.8916    | 0.9058 |
| 09.00-09.15                     | 0.9496         | 0.8955   | 0.8825    | 0.9095 |
| 09.15-09.30                     | 0.9353         | 0.8792   | 0.8809    | 0.9153 |
| 09.30-09.45                     | 0.9770         | 0.8902   | 0.8913    | 0.7287 |
| 09.45-10.00                     | 0.9774         | 0.9559   | 0.9362    | 0.7469 |
| 10.00-10.15                     | 0.9540         | 0.9315   | 0.9724    | 0.8224 |
| 10.15-10.30                     | 0.9427         | 0.9309   | 0.9839    | 0.9130 |
| 10.30-10.45                     | 0.9135         | 0.9494   | 0.9854    | 0.9607 |
| 10.45-11.00                     | 0.9363         | 0.9476   | 0.9817    | 0.9651 |
| 11.00-11.15                     | 0.9242         | 0.9794   | 0.9618    | 0.9637 |
| 11.15-11.30                     | 0.9410         | 0.9759   | 0.9467    | 0.8868 |
| 11.30-11.45                     | 0.9432         | 0.9733   | 0.9174    | 0.8868 |
| 11.45-12.00                     | 0.8905         | 0.9430   | 0.9435    | 0.8960 |
| 12.00-12.15                     | 0.9273         | 0.9517   | 0.8864    | 0.9183 |
| 12.15-12.30                     | 0.9342         | 0.9322   | 0.9165    | 0.9550 |
| 12.30-12.45                     | 0.9630         | 0.9512   | 0.9380    | 0.9738 |
| 12.45-13.00                     | 0.9674         | 0.9711   | 0.9241    | 0.9689 |
| 13.00-13.15                     | 0.9847         | 0.9787   | 0.8877    | 0.9553 |
| 13.15-13.30                     | 0.9199         | 0.9672   | 0.8728    | 0.9452 |

|             | <b>Pazartesi-Cuma</b> | <b>Çarşamba</b> | <b>Cumartesi</b> | <b>Pazar</b> |
|-------------|-----------------------|-----------------|------------------|--------------|
| 13.30-13.45 | 0.9365                | 0.9224          | 0.8912           | 0.9545       |
| 13.45-14.00 | 0.9547                | 0.9240          | 0.9039           | 0.9443       |
| 14.00-14.15 | 0.9643                | 0.9314          | 0.9184           | 0.9283       |
| 14.15-14.30 | 0.9728                | 0.9261          | 0.8984           | 0.9659       |
| 14.30-14.45 | 0.9434                | 0.9583          | 0.8772           | 0.9695       |
| 14.45-15.00 | 0.9418                | 0.9495          | 0.8675           | 0.9447       |
| 15.00-15.15 | 0.9179                | 0.9561          | 0.8544           | 0.9701       |
| 15.15-15.30 | 0.9363                | 0.9338          | 0.8731           | 0.9662       |
| 15.30-15.45 | 0.9429                | 0.8984          | 0.9463           | 0.9522       |
| 15.45-16.00 | 0.9455                | 0.9352          | 0.9386           | 0.9691       |
| 16.00-16.15 | 0.9758                | 0.9472          | 0.9546           | 0.9593       |
| 16.15-16.30 | 0.9769                | 0.9458          | 0.8765           | 0.9524       |
| 16.30-16.45 | 0.9492                | 0.9426          | 0.8608           | 0.9534       |
| 16.45-17.00 | 0.9598                | 0.9465          | 0.9148           | 0.9771       |
| 17.00-17.15 | 0.9495                | 0.9344          | 0.9065           | 0.9831       |
| 17.15-17.30 | 0.9640                | 0.9604          | 0.9219           | 0.9716       |
| 17.30-17.45 | 0.9413                | 0.9606          | 0.9571           | 0.8750       |
| 17.45-18.00 | 0.9520                | 0.8913          | 0.8757           | 0.8773       |
| 18.00-18.15 | 0.9505                | 0.9005          | 0.8964           | 0.9216       |
| 18.15-18.30 | 0.9352                | 0.9409          | 0.9292           | 0.9347       |
| 18.30-18.45 | 0.9114                | 0.9408          | 0.9516           | 0.9266       |
| 18.45-19.00 | 0.9548                | 0.9328          | 0.9370           | 0.8819       |
| 19.00-19.15 | 0.9314                | 0.9454          | 0.9433           | 0.8534       |
| 19.15-19.30 | 0.8955                | 0.9236          | 0.9135           | 0.9611       |
| 19.30-19.45 | 0.9317                | 0.9752          | 0.9851           | 0.9404       |
| 19.45-20.00 | 0.9424                | 0.9495          | 0.9742           | 0.9431       |
| 20.00-20.15 | 0.9046                | 0.9167          | 0.9485           | 0.9504       |
| 20.15-20.30 | 0.9082                | 0.8919          | 0.9200           | 0.9311       |
| 20.30-20.45 | 0.9408                | 0.9790          | 0.9361           | 0.9304       |
| 20.45-21.00 | 0.9306                | 0.9643          | 0.9567           | 0.9331       |
| 21.00-21.15 | 0.9030                | 0.9221          | 0.9535           | 0.9844       |
| 21.15-21.30 | 0.9022                | 0.9415          | 0.9422           | 0.9518       |
| 21.30-21.45 | 0.9188                | 0.8915          | 0.9336           | 0.9411       |
| 21.45-22.00 | 0.8911                | 0.9265          | 0.9314           | 0.9225       |
| 22.00-22.15 | 0.8833                | 0.8774          | 0.9222           | 0.9267       |
| 22.15-22.30 | 0.9008                | 0.9171          | 0.9237           | 0.9627       |
| 22.30-22.45 | 0.8962                | 0.9592          | 0.9608           | 0.9645       |
| 22.45-23.00 | 0.8878                | 0.9546          | 0.9447           | 0.9561       |
| 23.00-23.15 | 0.9130                | 0.9556          | 0.9674           | 0.9638       |
| 23.15-23.30 | 0.8936                | 0.9523          | 0.9804           | 0.9546       |
| 23.30-23.45 | 0.8865                | 0.9476          | 0.9810           | 0.9637       |
| 23.45-24.00 | 0.8803                | 0.9480          | 0.9877           | 0.9799       |

| Meclisi Mebusan Caddesi L2 Yönü |                |          |           |        |
|---------------------------------|----------------|----------|-----------|--------|
|                                 | Pazartesi-Cuma | Çarşamba | Cumartesi | Pazar  |
| 24.45-01.00                     | 0.9115         | 0.8654   | 0.8610    | 0.8833 |
| 01.00-01.15                     | 0.9269         | 0.8655   | 0.8480    | 0.8896 |
| 01.15-01.30                     | 0.9507         | 0.8682   | 0.8599    | 0.8648 |
| 01.30-01.45                     | 0.9381         | 0.8643   | 0.8553    | 0.8562 |
| 01.45-02.00                     | 0.8799         | 0.8002   | 0.8691    | 0.9106 |
| 02.00-02.15                     | 0.8605         | 0.7739   | 0.8758    | 0.9167 |
| 02.15-02.30                     | 0.8452         | 0.8175   | 0.8756    | 0.9150 |
| 02.30-02.45                     | 0.8529         | 0.9113   | 0.8964    | 0.9250 |
| 02.45-03.00                     | 0.8315         | 0.9116   | 0.8627    | 0.9126 |
| 03.00-03.15                     | 0.7863         | 0.8901   | 0.8610    | 0.8583 |
| 03.15-03.30                     | 0.8689         | 0.8744   | 0.8560    | 0.8198 |
| 03.30-03.45                     | 0.8316         | 0.8284   | 0.8605    | 0.7708 |
| 03.45-04.00                     | 0.8061         | 0.8486   | 0.8264    | 0.7826 |
| 04.00-04.15                     | 0.9026         | 0.8323   | 0.8471    | 0.7431 |
| 04.15-04.30                     | 0.8979         | 0.8615   | 0.8568    | 0.7334 |
| 04.30-04.45                     | 0.8357         | 0.8832   | 0.8875    | 0.7786 |
| 04.45-05.00                     | 0.8529         | 0.8784   | 0.8707    | 0.8670 |
| 05.00-05.15                     | 0.8713         | 0.8018   | 0.7958    | 0.8441 |
| 05.15-05.30                     | 0.8493         | 0.8654   | 0.8151    | 0.8983 |
| 05.30-05.45                     | 0.8235         | 0.9136   | 0.8197    | 0.8567 |
| 05.45-06.00                     | 0.7962         | 0.8342   | 0.9080    | 0.8878 |
| 06.00-06.15                     | 0.9074         | 0.7723   | 0.8283    | 0.8529 |
| 06.15-06.30                     | 0.7711         | 0.7226   | 0.8287    | 0.8316 |
| 06.30-06.45                     | 0.6229         | 0.7130   | 0.7465    | 0.8528 |
| 06.45-07.00                     | 0.5407         | 0.7235   | 0.6932    | 0.8333 |
| 07.00-07.15                     | 0.5506         | 0.7323   | 0.7188    | 0.7776 |
| 07.15-07.30                     | 0.5406         | 0.7231   | 0.7810    | 0.7986 |
| 07.30-07.45                     | 0.6114         | 0.6941   | 0.7500    | 0.7392 |
| 07.45-08.00                     | 0.7007         | 0.6723   | 0.7618    | 0.8168 |
| 08.00-08.15                     | 0.7725         | 0.6516   | 0.7938    | 0.8637 |
| 08.15-08.30                     | 0.8052         | 0.7362   | 0.8682    | 0.9363 |
| 08.30-08.45                     | 0.8320         | 0.7928   | 0.8107    | 0.8457 |
| 08.45-09.00                     | 0.9119         | 0.8884   | 0.8916    | 0.9058 |
| 09.00-09.15                     | 0.9515         | 0.8955   | 0.8825    | 0.9095 |
| 09.15-09.30                     | 0.9557         | 0.8792   | 0.8809    | 0.9153 |
| 09.30-09.45                     | 0.9182         | 0.8902   | 0.8913    | 0.7287 |
| 09.45-10.00                     | 0.8804         | 0.9559   | 0.9362    | 0.7469 |
| 10.00-10.15                     | 0.8962         | 0.9315   | 0.9724    | 0.8224 |
| 10.15-10.30                     | 0.9318         | 0.9309   | 0.9839    | 0.9130 |
| 10.30-10.45                     | 0.9392         | 0.9494   | 0.9854    | 0.9607 |
| 10.45-11.00                     | 0.9381         | 0.9476   | 0.9817    | 0.9651 |
| 11.00-11.15                     | 0.9390         | 0.9794   | 0.9618    | 0.9637 |
| 11.15-11.30                     | 0.9293         | 0.9759   | 0.9467    | 0.8868 |
| 11.30-11.45                     | 0.9385         | 0.9733   | 0.9174    | 0.8868 |
| 11.45-12.00                     | 0.9124         | 0.9430   | 0.9435    | 0.8960 |
| 12.00-12.15                     | 0.9270         | 0.9517   | 0.8864    | 0.9183 |
| 12.15-12.30                     | 0.8967         | 0.9322   | 0.9165    | 0.9550 |
| 12.30-12.45                     | 0.9376         | 0.9512   | 0.9380    | 0.9738 |
| 12.45-13.00                     | 0.9787         | 0.9711   | 0.9241    | 0.9689 |
| 13.00-13.15                     | 0.9877         | 0.9787   | 0.8877    | 0.9553 |
| 13.15-13.30                     | 0.9093         | 0.9672   | 0.8728    | 0.9452 |

|             | <b>Pazartesi-Cuma</b> | <b>Çarşamba</b> | <b>Cumartesi</b> | <b>Pazar</b> |
|-------------|-----------------------|-----------------|------------------|--------------|
| 13.30-13.45 | 0.9144                | 0.9224          | 0.8912           | 0.9545       |
| 13.45-14.00 | 0.9332                | 0.9240          | 0.9039           | 0.9443       |
| 14.00-14.15 | 0.9199                | 0.9314          | 0.9184           | 0.9283       |
| 14.15-14.30 | 0.8915                | 0.9261          | 0.8984           | 0.9659       |
| 14.30-14.45 | 0.8610                | 0.9583          | 0.8772           | 0.9695       |
| 14.45-15.00 | 0.9666                | 0.9495          | 0.8675           | 0.9447       |
| 15.00-15.15 | 0.9604                | 0.9561          | 0.8544           | 0.9701       |
| 15.15-15.30 | 0.9511                | 0.9338          | 0.8731           | 0.9662       |
| 15.30-15.45 | 0.9711                | 0.8984          | 0.9463           | 0.9522       |
| 15.45-16.00 | 0.9839                | 0.9352          | 0.9386           | 0.9691       |
| 16.00-16.15 | 0.9841                | 0.9472          | 0.9546           | 0.9593       |
| 16.15-16.30 | 0.9874                | 0.9458          | 0.8765           | 0.9524       |
| 16.30-16.45 | 0.8586                | 0.9426          | 0.8608           | 0.9534       |
| 16.45-17.00 | 0.8954                | 0.9465          | 0.9148           | 0.9771       |
| 17.00-17.15 | 0.9257                | 0.9344          | 0.9065           | 0.9831       |
| 17.15-17.30 | 0.9394                | 0.9604          | 0.9219           | 0.9716       |
| 17.30-17.45 | 0.9137                | 0.9606          | 0.9571           | 0.8750       |
| 17.45-18.00 | 0.9321                | 0.8913          | 0.8757           | 0.8773       |
| 18.00-18.15 | 0.9003                | 0.9005          | 0.8964           | 0.9216       |
| 18.15-18.30 | 0.9005                | 0.9409          | 0.9292           | 0.9347       |
| 18.30-18.45 | 0.8599                | 0.9408          | 0.9516           | 0.9266       |
| 18.45-19.00 | 0.8172                | 0.9328          | 0.9370           | 0.8819       |
| 19.00-19.15 | 0.8545                | 0.9454          | 0.9433           | 0.8534       |
| 19.15-19.30 | 0.9030                | 0.9236          | 0.9135           | 0.9611       |
| 19.30-19.45 | 0.9334                | 0.9752          | 0.9851           | 0.9404       |
| 19.45-20.00 | 0.8956                | 0.9495          | 0.9742           | 0.9431       |
| 20.00-20.15 | 0.9144                | 0.9167          | 0.9485           | 0.9504       |
| 20.15-20.30 | 0.9277                | 0.8919          | 0.9200           | 0.9311       |
| 20.30-20.45 | 0.8986                | 0.9790          | 0.9361           | 0.9304       |
| 20.45-21.00 | 0.9268                | 0.9643          | 0.9567           | 0.9331       |
| 21.00-21.15 | 0.8974                | 0.9221          | 0.9535           | 0.9844       |
| 21.15-21.30 | 0.8861                | 0.9415          | 0.9422           | 0.9518       |
| 21.30-21.45 | 0.9093                | 0.8915          | 0.9336           | 0.9411       |
| 21.45-22.00 | 0.9571                | 0.9265          | 0.9314           | 0.9225       |
| 22.00-22.15 | 0.9105                | 0.8774          | 0.9222           | 0.9267       |
| 22.15-22.30 | 0.8934                | 0.9171          | 0.9237           | 0.9627       |
| 22.30-22.45 | 0.8854                | 0.9592          | 0.9608           | 0.9645       |
| 22.45-23.00 | 0.8982                | 0.9546          | 0.9447           | 0.9561       |
| 23.00-23.15 | 0.9262                | 0.9556          | 0.9674           | 0.9638       |
| 23.15-23.30 | 0.9208                | 0.9523          | 0.9804           | 0.9546       |
| 23.30-23.45 | 0.8916                | 0.9476          | 0.9810           | 0.9637       |
| 23.45-24.00 | 0.9253                | 0.9480          | 0.9877           | 0.9799       |

**Ek 6 Şehirçi yollarda hizmet düzeylerine göre kapasite değerleri tablosu  
(HCM, 2000)**

**EXHIBIT 10-7: EXAMPLE SERVICE VOLUMES FOR URBAN STREETS  
(SEE FOOTNOTES FOR ASSUMED VALUES)**

| Lanes     | Service Volumes (veh/h) |      |      |      |      |
|-----------|-------------------------|------|------|------|------|
|           | A                       | B    | C    | D    | E    |
| Class I   |                         |      |      |      |      |
| 1         | N/A                     | 860  | 930  | 1020 | 1140 |
| 2         | N/A                     | 1720 | 1860 | 2030 | 2280 |
| 3         | N/A                     | 2580 | 2780 | 3050 | 3430 |
| 4         | N/A                     | 3450 | 3710 | 4060 | 4570 |
| Class II  |                         |      |      |      |      |
| 1         | N/A                     | N/A  | 670  | 850  | 890  |
| 2         | N/A                     | N/A  | 1470 | 1700 | 1780 |
| 3         | N/A                     | N/A  | 2280 | 2550 | 2670 |
| 4         | N/A                     | N/A  | 3090 | 3400 | 3560 |
| Class III |                         |      |      |      |      |
| 1         | N/A                     | N/A  | 480  | 780  | 850  |
| 2         | N/A                     | N/A  | 1030 | 1600 | 1690 |
| 3         | N/A                     | N/A  | 1560 | 2410 | 2540 |
| 4         | N/A                     | N/A  | 2140 | 3220 | 3390 |
| Class IV  |                         |      |      |      |      |
| 1         | N/A                     | N/A  | 540  | 780  | 800  |
| 2         | N/A                     | N/A  | 1200 | 1570 | 1620 |
| 3         | N/A                     | N/A  | 1900 | 2370 | 2430 |
| 4         | N/A                     | N/A  | 2610 | 3180 | 3250 |

**Notes**

N/A - not achievable given assumptions below.

This table was derived from the conditions listed in the following table.

|                         | Class  |      |      |      |
|-------------------------|--|------|------|------|
|                         | I  | II   | III  | IV   |
| Signal density (sig/mi) | 0.8  | 3    | 5    | 10   |
| Free-flow speed (mi/h)  | 50   | 40   | 35   | 30   |
| Cycle length (s)        | 110  | 90   | 80   | 70   |
| Effective green ratio   | 0.45   | 0.45 | 0.45 | 0.45 |
| Adj. sat. flow rate     | 1850   | 1800 | 1750 | 1700 |
| Arrival type            | 3  | 4    | 4    | 5    |
| Unit extension (s)      | 3  | 3    | 3    | 3    |
| Initial queue           | 0  | 0    | 0    | 0    |
| Other delay             | 0  | 0    | 0    | 0    |
| Peak-hour factor        | 0.92   | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| % lefts, % rights       | 10   | 10   | 10   | 10   |
| Left-turn bay           | Yes  | Yes  | Yes  | Yes  |
| Lane utilization factor | According to Exhibit 10-23, Default Lane Utilization Factors |      |      |      |