

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KARMA TRAFİK AKIM HIZININ MODELLENMESİ:
KONYA ÖRNEĞİ**

143103

DOKTORA TEZİ
Y. Müh. Şafak HENGİRMEN TERCAN
(501952030)

143103

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 14 Kasım 2002
Tezin Savunulduğu Tarih : 20 Şubat 2003

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Ergun GEDİZLİOĞLU
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Nadir YAYLA (İ.T.Ü.)

Prof.Dr. Haluk GERÇEK (İ.T.Ü.)

Prof.Dr. Zerrin BAYRAKDAR (Y.T.Ü.)

Yrd.Doç.Dr. İsmail ŞAHİN (Y.T.Ü.)

YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

ŞUBAT 2003

ÖNSÖZ

Bu çalışma sırasında, zaman içinde kaybolduğum ve bir adım ötesini göremediğim anlarda bana kılavuzluk eden sevgili Hocam Prof. Dr. Ergun Gedizlioğlu'na; Konya Kent İçi ve Yakın Çevre Ulaşım Master Planı çalışmasında engin bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan sevgili Y.Mimar Erhan Öncü, Y. Şehir Plancısı Orhan Demir, Şehir Plancısı Cengiz Çakan ve tüm Ulaşım-Art Şirketi çalışanlarına, Konya'daki arazi çalışmaları sırasında ellerinden gelen her türlü kolaylığı sağlayan Konya Büyükşehir Belediyesi APK Daire Başkanı Sayın Osman Köseoğlu ve çalışma arkadaşlarına, doktora programında her konuda bana yardımcı olan arkadaşım Araş.Gör. Sebahat Gök'e, gücümün tükendiği bir zamanda bana yeniden çalışma isteği aşılayan Doç.Dr.İbrahim Güzelbey'e, sevgili arkadaşım ekonometrist Tuba Direkçi'ye, her zaman iyiye ve doğruya yönlendirmeyi isteyen sevgili anne-baba-ağabeyim Emel-Asım-Mehmet Oğuz Hengirmen'e ve bu çalışmadaki tüm sancılı zamanları benimle birlikte göğüsleyerek tüm varlığıyla beni destekleyen sevgili eşim Olgun Tercan'a teşekkürlerimi belirtmek isterim.

Şubat 2003

ŞAFAK HENGİRMEN TERCAN

3.4.2.2. Minibüs Hatları	79
3.4.2.3. Özel Otomobil Güzergahları	79
3.4.3. Bilgi Toplama Formları	79
3.4.4. Toplanan Bilgilerin Değerlendirilmesi	80
3.4.5. Hız Etüdü Sonuçları	80
3.4.5.1. Otobüs Hızları	80
3.4.5.2. Minibüs Hızları	80
3.4.5.3. Özel Otomobil Hızları	81
4. DOĞRUSAL REGRESYON ANALİZİ.....	82
4.1. Korelasyon	83
4.2. Sıradan En Küçük Kareler Yöntemi	83
4.3. Sıradan En Küçük Kareler (SEKK) Tahmin Edicilerinin Özellikleri.....	85
4.3.1. Gauss-Markov Teoremi.....	85
4.3.2. Determinasyon Katsayısının (R^2) Belirlenmesi	86
4.3.3. Normallik Varsayımları.....	87
4.4. Doğrusal Regresyon Modelinin Temel Varsayımları	88
4.5. Hipotez Testleri.....	89
4.5.1. Regresyon Katsayıları İçin t-Anlamlılık Testi	90
4.5.2. Varyans Analizi.....	90
4.6. Çoklu Doğrusallık	91
4.6.1. Çoklu Doğrusallığın Nedenleri	92
4.6.2. Çoklu Doğrusallığın Sonuçları.....	92
4.6.3. Çoklu Doğrusallığın Ortaya Çıkarılması.....	93
4.6.4. Çoklu Doğrusallığı Düzeltici Önlemler	93
4.7. Farklı Varyans.....	94
4.8. Farklı Varyans Sınamaları	96
4.8.1. Grafik Metodu	96
4.8.2. Genel White Testi.....	96
4.9. Farklı Varyans Altında SEKK Metodunun Uygulanması; GEKK Metodu- White Düzeltmesi	98
5. KENT İÇİ TRAFİK AKIM HIZININ MODELLENMESİ.....	100
5.1. Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelinde Kullanılan Veriler	100
5.2. Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelinde Kullanılan Sınıflandırma Türleri	101
5.2.1. Güzergah ve Bölge Olarak Sınıflandırma	102
5.2.2. Yol Bağı ve Yol Tipi Olarak Sınıflandırma	103
5.3. Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelinde Kullanılan Değişkenlerinin Tanımlanması	104
5.4. Kent İçi Trafik Akım Hızı Model Verilerinde Çoklu Doğrusallık Araştırması: Korelasyon Matrisleri	107
5.4.1. Zirve Saat Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelleri.....	107
5.4.1.1. Zirve Saat Kent İçi Özel Otomobil Hızı Modeli.....	107
5.4.1.2. Zirve Saat Kent İçi Karma trafik Akım Hızı Modelleri.....	111
5.4.2. Tüm Gün Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelleri.....	115
5.5. Kent İçi Trafik Akım Hızı Model Verilerinde Farklı Varyans Araştırması: Genel White Testi.....	118
5.5.1. Zirve Saat Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelleri.....	119
5.5.1.1. Zirve Saat Kent İçi Özel Otomobil Hızı Modeli.....	119

5.5.1.2. Zirve Saat Kent İçi Karma Trafik Akım Hızı Modelleri.....	124
5.5.2. Tüm Gün Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelleri.....	130
5.6. Çoklu Doğrusallık ve Genel White Testi Sonuçlarının Değerlendirilmesi..	133
5.7. Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelleri: Genelleştirilmiş En Küçük Kareler (GEKK) Yöntemi - White Düzeltmesi	134
5.7.1. Zirve Saat Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelleri.....	134
5.7.1.1. Zirve Saat Kent İçi zel Otomobil Hızı Modeli.....	134
5.7.1.2. Zirve Saat Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelleri	137
5.7.2. Tüm Gün Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelleri.....	142
6. DEğERLENDİRME	145
6.1. Zirve Saat zel Otomobil Hızı Modelleri.....	148
6.2. Zirve Saat Karma Trafik Akım Hızı Modelleri	151
6.3. Tüm Gün Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelleri	151
6.4. Trafik Akım Hızı Modellerinden Elde Edilen Sonuçlar	153
7. SONUÇLAR	161
KAYNAKLAR	162
EKLER.....	170
ZGEMİş.....	213



KISALTMALAR

BO	:Birim otomobil
q/c	:Trafik hacminin BO cinsinden yolun kapasitesine oranı
B	:BO eşdeğer bisiklet sayısı
Tic.	:BO eşdeğer ticari taşıt sayısı
Pi	:Yolboyu park yoğunluğu indeksi
Yi	:Yolu dik kesen yaya yoğunluğu indeksi
Tyi	:Yol boyu ticari yoğunluk indeksi
KS/km	:Kilometreye düşen sinyalli veya sinyalsiz önemli kavşak sayısı
TAH	:Trafik akım hızı



TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1. Arter Sınıflandırması.....	7
Tablo 2.2. Fonksiyon ve tasarım kategorilerine bağlı yol sınıflandırması	7
Tablo 2.3. 1 mil için sürüş süresi.....	8
Tablo 2.4. Hindistan'ın Kanapur kentinde motorsuz araçların da bulunduğu 7m. genişliğindeki bir yolda hizmet seviyeleri.....	11
Tablo 2.5. Hiperbollerin dönüştürme işlemi yapıldıktan sonra SATURN isimli paket programdan çeşitli yol tipleri ve standartları için elde edilen hız-akım eğrileri değerleri.	19
Tablo 2.6. Çalışmanın modelinin karşılaştırma sonuçları.	23
Tablo 2.7. Pan ve Kherali'nin Çin için yapmış olduğu çalışmada elde edilen regresyon sonuçları [42].	31
Tablo 2.8. Simulasyon ve gözlem sonuçları karşılaştırılması. Parantez içindeki değerler simulasyon değerleridir [43].	33
Tablo 3.1. Nüfus İstihdam ve Öğrenci Sayıları [55].	43
Tablo 3.2. Trafik Sayım Noktalarının Yerleri.....	49
Tablo 3.3. Taşıt Türlerine Göre Trafik Hacim(BO) ve Yolcu Oranları % (Merkeze) [56].	55
Tablo 3.4. Taşıt Türlerine Göre Trafik Hacim(BO) ve Yolcu Oranları % (Çevreye) [56].	56
Tablo 3.5. Trafik Sayım Noktalarında Otobüs Sayıları [56].	59
Tablo 3.6. Trafik Sayım Noktalarında Otobüslerin Trafik Hacmi İçindeki Oranı (%) [56].	60
Tablo 3.7. Konut Anketlerine Göre Yolculukların Ulaşım Türlerine Dağılımı % [56].	61
Tablo 3.8. Konut Anketlerine Göre Yolculukların Ulaşım Türlerine Dağılımı % [56].	61
Tablo 3.9. Trafik Sayım Noktalarında Minibüs Sayıları [56].	63
Tablo 3.10. Trafik sayım noktalarında minibüslerin trafik hacim oranı (%) [56].	64
Tablo 3.11. Trafik Sayım Noktalarında Özel Otomobil Sayısı [56].	66
Tablo 3.12. Trafik Sayım Noktalarında Özel Otomobil Oranı (%) [56].	67
Tablo 4.1. İki Değişkenli Regresyon Modelinin Varyans Analizi [61].	91
Tablo 5.1. Park yoğunluğu için niteliksel değerler.....	105
Tablo 5.2. Yaya yoğunluğu için niteliksel değerler.....	106
Tablo 5.3. 1.+2.Bölge için korelasyon matrisi.	108
Tablo 5.4. 3.Bölge için korelasyon matrisi.....	108
Tablo 5.5. Tüm Bölgeler için korelasyon matrisi.	109
Tablo 5.6. Bölünmemiş Yollar için korelasyon matrisi.....	109
Tablo 5.7. Bölünmüş Yollar için korelasyon matrisi.....	110
Tablo 5.8. Tüm yollar için korelasyon matrisi.	111
Tablo 5.9. Bölünmemiş yollar için zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli;Bisiklet ve ticari taşıt hacim oranları bağımsız değişken olarak oluşturulan modelin değişkenlerinin korelasyon matrisi.....	112

Tablo 5.10. Bölünmüş yollar için zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli;Bisiklet ve ticari taşıt hacim oranları bağımsız değişken olarak oluşturulan modelin değişkenlerinin korelasyon matrisi.....	112
Tablo 5.11. Tüm yollar için zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli;Bisiklet ve ticari taşıt hacim oranları bağımsız değişken olarak oluşturulan modelin değişkenlerinin korelasyon matrisi.....	112
Tablo 5.12. Bölünmemiş yollar için zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli;Bisiklet hızı=15km/sa, Ticari taşıt hızı=40km/sa. kabul edilerek oluşturulan modelin değişkenlerinin korelasyon matrisi....	113
Tablo 5.13. Bölünmüş yollar için zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli;Bisiklet hızı=15km/sa, Ticari taşıt hızı=40km/sa. kabul edilerek oluşturulan modelin değişkenlerinin korelasyon matrisi....	113
Tablo 5.14. Tüm yollar için zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli;Bisiklet hızı=15km/sa, Ticari taşıt hızı=40km/sa. kabul edilerek oluşturulan modelin değişkenlerinin korelasyon matrisi....	113
Tablo 5.15. Bölünmemiş yollar için zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli;Bisiklet hızı=15km/sa, Ticari taşıt hızı=Özel otomobil hızı kabul edilerek oluşturulan modelin değişkenlerinin korelasyon matrisi.	114
Tablo 5.16. Bölünmüş yollar için zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli;Bisiklet hızı=15km/sa, Ticari taşıt hızı=Özel otomobil hızı kabul edilerek oluşturulan modelin değişkenlerinin korelasyon matrisi.	114
Tablo 5.17. Tüm yollar için zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli;Bisiklet hızı=15km/sa, Ticari taşıt hızı= Özel otomobil hızı kabul edilerek oluşturulan modelin değişkenlerinin korelasyon matrisi.	115
Tablo 5.18. Tüm gün kent içi karma trafik akım hızı modeli;Bisiklet hızı=15km/sa, Ticari taşıt hızı=40km/sa. kabul edilerek oluşturulan modelin gözlem verileri ve korelasyon matrisi.	116
Tablo 5.19. Tüm gün kent içi özel otomobil hızı modelinin gözlem verileri ve korelasyon matrisi.	117
Tablo 5.20. Tüm gün kent içi trafik akım hızı; bisiklet sayısı bağımsız değişken olarak modelinin gözlem verileri ve korelasyon matrisi.	118
Tablo 5.21. Bölge ve güzergah sınıflandırmasına göre zirve saat kent içi özel otomobil hızı modeli için SEKK yöntemi ile regresyon analizi sonuçları.	121
Tablo 5.22. Bölge ve güzergah sınıflandırmasına göre zirve saat kent içi özel otomobil hızı modelinde Genel White testi için hesaplanan yan regresyon sonuçları ve farklı varyans araştırması.	121
Tablo 5.23. Yol bağı ve yol tipi sınıflandırmasına göre zirve saat kent içi özel otomobil hızı modeli için SEKK yöntemi ile regresyon analizi sonuçları.	123
Tablo 5.24. Yol bağı ve yol tipi sınıflandırmasına göre zirve saat kent içi özel otomobil hızı modelinde Genel White testi için hesaplanan yan regresyon sonuçları ve farklı varyans araştırması.	123
Tablo 5.25. Zirve saat kent içi trafik akım hızı modeli;Bisiklet ve ticari taşıt hacim oranları bağımsız değişken olarak oluşturulan model için SEKK yöntemi ile regresyon analizi sonuçları.....	125
Tablo 5.26. Zirve saat kent içi trafik akım hızı modeli;Bisiklet ve ticari taşıt hacim	

oranları bağımsız değişken olarak oluşturulan modelinde Genel White testi için hesaplanan yan regresyon sonuçları ve farklı varyans araştırması.	125
Tablo 5.27. Zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli;Bisiklet hızı=15km/sa, Ticari taşıt hızı=40km/sa. kabul edilerek oluşturulan modelin SEKK yöntemi ile regresyon analizi sonuçları.	127
Tablo 5.28. Zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli;Bisiklet hızı=15km/sa, Ticari taşıt hızı=40km/sa. kabul edilerek oluşturulan modelde Genel White testi için hesaplanan yan regresyon sonuçları ve farklı varyans araştırması.	127
Tablo 5.29. Zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli;Bisiklet hızı=15km/sa, Ticari taşıt hızı=Özel otomobil hızı kabul edilerek oluşturulan modelin SEKK yöntemi ile regresyon analizi sonuçları.	129
Tablo 5.30. Zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli; Bisiklet hızı=15km/sa, Ticari taşıt hızı=Özel otomobil hızı kabul edilerek oluşturulan modelde Genel White testi için hesaplanan yan regresyon sonuçları ve farklı varyans araştırması.	129
Tablo 5.31. Tüm gün kent içi karma trafik akım hızı modeli için SEKK yöntemi ile regresyon analizi sonuçları.	132
Tablo 5.32. Tüm gün kent içi karma trafik akım hızı modellerinde Genel White testi için hesaplanan yan regresyon sonuçları ve farklı varyans araştırması.	132
Tablo 5.33. Zirve saat kent içi özel otomobil hızı için güzergah ve bölge olarak sınıflandırılmış GEKK modelleri regresyon analizi sonuçları.	136
Tablo 5.34. Zirve saat kent içi özel otomobil hızı için yol bağı ve yol tipi olarak sınıflandırılmış GEKK modelleri regresyon analizi sonuçları.	136
Tablo 5.35. Zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli; bisiklet ve ticari taşıt hacim oranları bağımsız değişken olarak geliştirilen GEKK yöntemi regresyon analizi sonuçları.	139
Tablo 5.36. Zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli; bisiklet hızı=15km/s ve ticari taşıt hızı=40km/s olarak geliştirilen GEKK yöntemi regresyon analizi sonuçları.	139
Tablo 5.37. Zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli; bisiklet hızı=15km/s ve ticari taşıt hızı=özel otomobil hızı, olarak geliştirilen GEKK yöntemi regresyon analizi sonuçları.	143
Tablo 5.38. Tüm gün kent içi karma trafik akım hızı modelleri için geliştirilen GEKK yöntemi regresyon analizi sonuçları.	143
Tablo 6.1. Güzergah ve bölge sınıflandırmasına göre özel otomobil için elde edilen bağıntılar ve istatistiksel analiz sonuçları.	149
Tablo 6.2. Yol bağı ve yol tipi sınıflandırmasına göre özel otomobil için elde edilen bağıntılar ve istatistiksel analiz sonuçları.	150
Tablo 6.3. Zirve saat karma trafik akım hızı modellerinden elde edilen bağıntılar ve istatistiksel analiz sonuçları.	152
Tablo 6.4. Tüm gün kent içi trafik akım hızı modellerinden elde edilen bağıntılar ve istatistiksel analiz sonuçları.	153
Tablo A-1. YOL ENVANTERİ DÖKÜMLERİ (BÖLÜNMEMİŞ YOLLAR).	171
Tablo A-2. YOL ENVANTERİ DÖKÜMLERİ (BÖLÜNMEŞ YOLLAR).	181
Tablo B-1. Otomobil, Taksi, Motosiklet, Bisiklet, Kamyon-kamyonet,	

Şehirlerarası Otobüs ve diğer gruplarındaki araçlar için trafik sayım formu.	183
Tablo B-2. Belediye otobüsü, Servis araçları ve Hatlı Minibüsler için doluluklu trafik sayım formu.	184
Tablo C-1. Hız Etüdü Örnek Form (Otomobil)	185
Tablo D-1. Trafik sayım noktalarındaki trafik hacim verileri. (Merkeze 08.00 - 09.00 Taşıt).....	186
Tablo D-2. Trafik sayım noktalarındaki trafik hacim verileri. (Çevreye 08.00 - 09.00 Taşıt).....	188
Tablo E-1. 1.+2.Bölgede güzergah sınıflandırmasına göre kurulan model için kullanılan veriler.....	190
Tablo E-2. 3.Bölgede güzergah sınıflandırmasına göre kurulan model için kullanılan veriler.....	191
Tablo E-3. Tüm Yollar Gözlem Verileri.....	192



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Hız, yoğunluk ve akım arasındaki temel bağıntılar.	4
Şekil 2.2. Hindistan'ın Kanapur kentindeki 7m. genişliğindeki bir yolda artan trafik akımına (BO) göre otomobil/panel van/jip, tempo, motosiklet, bisiklet, pedallı araç ve tüm araçlar için ortalama yolculuk hızındaki değişim (m/sn.).....	12
Şekil 2.3. İki şeritli bir yolda otobüsün 1 şeridi kapsayacak şekilde 10-40sn. durakta durmasının trafik yoğunluğuna olan etkisi.	13
Şekil 2.4. Serbest akım hızı (S_0), kırılma noktasındaki akım hızı (S_F) ve kapasitedeki akım hızı (S_C) tanımlanarak, elde edilen standart bir hız-akım eğrisi.	18
Şekil 2.5. İki hiperbolün altındaki alanın eşitliği korunarak tek bir eksponansiyel eğriye dönüştürülen hiperboller	18
Şekil 2.6. 1 numaralı güzergah için, hesaplanan ortalama yolculuk süreleri gözlem yapılan saatlerde (07:30-09:00, 9:00-11:00, 11:00-13:00, 13:00-17:00, 17:00-19:00) ayrı ayrı gözlem değerleri ile karşılaştırılması. Burada düz çizgiler gözlem değerlerini, kesikli çizgiler tahmin değerlerini göstermektedir.	22
Şekil 2.7. Modelden elde edilen y-tahmin değerleri ile x-gözlem değerlerinin grafik olarak karşılaştırılması.....	32
Şekil 3.1. Konya'da bulunan ulaşım bölgeleri.....	46
Şekil 3.2. Sayım Noktalarının Yerleri	51
Şekil 3.3 Perde hatları.	52
Şekil 3.4. Kordon Hatları	53
Şekil 3.5. Taşıt Türlerinin Trafikteki Oranları (Merkeze)	55
Şekil 3.6. Taşıt Türlerine Göre Trafik Oranları (Çevreye)	56
Şekil 3.7. Konya'da Yolculukların Türlerine Dağılımı (Konut Anketleri 2000)	69
Şekil 3.8. Balık Hali'nde Aktarmalı Yolculuklar İçin Park Edilmiş Bisikletler.....	70
Şekil 3.9. Mümtaz Kuru İlköğretim Okulu Çevresinde Park Edilen Bisikletler.	70
Şekil 3.10. Sanayi Tramvay Durağında (Koyuncu Petrol) Park Edilmiş Bisikletler.	70
Şekil 3.11. Konya'da Bayanların Bisiklet Yolculukları.	71
Şekil 3.12. Bisiklet Kullanıcılarının Çalışma Durumlarına Göre Dağılımı.....	71
Şekil 3.13. Merkeze Bisikletle Erişim Süreleri.....	73
Şekil 3.14. Sanayi Alanlarına Bisikletle Erişim Süreleri.....	74
Şekil 3.15. Konut Anketlerine Göre Türel Dağılım.....	75
Şekil 3.16. Yaya Yolculuklarının Yolculuk Amaçlarına Dağılımı.....	75
Şekil 3.17. Yaya Yolculuklarının Gelir Gruplarına Dağılımı.....	75
Şekil 4.1. Farklı ve aynı varyansın gösterimi.	95
Şekil 4.2. Grafik metodu ile farklı varyans araştırması.	97
Şekil 6.1 Geliştirilen Modellerin Sınıflandırması.....	147
Şekil 6.2 Konya'da bölünmemiş yollar için, gözlenen hız değerlerinin ve modelden elde edilen hız değerlerinin q/c oranlarına göre grafiği.....	156
Şekil 6.3 Konya'da bölünmüş yollar için, gözlenen hız değerlerinin ve modelden elde edilen hız değerlerinin q/c oranlarına göre grafiği.....	158
Şekil 6.4 38 numaralı sayım noktasındaki trafik hacmi gözlem değerleri.....	160
Şekil 6.5 38 numaralı sayım noktası trafik hacmi gözlem verileri kullanılarak, kent içi karma trafik hızı modeli ile elde edilen hız değerleri.....	160

Ek G:	Sayım Noktaları Trafik Hacimleri ve Modelden Elde Edilen Trafik Akım Hızları (Merkeze ve Çevreye).	197
--------------	--	------------



KARMA TRAFİK AKIM HIZININ MODELLENMESİ: KONYA ÖRNEĞİ

ÖZET

Hız etüdü çalışmaları bir bölgedeki trafik akımının karakteristik özellikleri ile ilgili bir çok bilgi içermektedir. Yolculuk süresi veya tersi olan yolculuk hızı, trafik yol ağının işletme verimliliğini ölçmede, trafik yönetim stratejilerinin performansını değerlendirmede, gerçek zamanlı güzergah rehberliği sistemlerinin gelişmesinde ve trafik atama modellerinde önemli bir parametredir. Bu sebeple, hız etüdü sonuçları trafik planlaması projelerinde kullanılan temel veri kaynaklarından birisidir. Ancak hız etüdü çalışmaları çok pahalı, zaman alıcı ve bu konuda özel olarak eğitilen elemanlarla yapılan işlerdir. Bu çalışmada, trafik planlaması projelerinde zaman ve para tasarrufu sağlaması için, küçük ölçekli kentlerde trafik akım hızını güvenilir şekilde tahmin edebilecek, matematik bir model önerilmiştir. Gelişmekte olan ülkelerdeki, motorlu ve motorsuz trafiğin aynı platformu paylaştığı karma trafik şartları göz önüne alınarak, araziden gözlemlenen kent içi trafik akım hızları, yol tipi ve belirlenmiş bir güzergah boyunca olmak üzere iki farklı şekilde sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmadan sonra, zirve saatte veya gün içindeki trafik akım hızları modellenmiştir. Trafik akım hızını etkileyen bağımsız değişkenler olarak, birim otomobil cinsinden (BO) trafik hacminin kapasiteye oranı, birim otomobil cinsinden trafik hacmi içindeki bisiklet sayısı (BO), yol üzerindeki ticari yoğunluk oranı (yolu dikine kesen yaya yoğunluğu ile yol boyu park yoğunluğu) ve güzergah üzerinde bulunan sinyalli ve sinyalsiz önemli kavşak sayısı alınmıştır. Böylece, test aracı tekniği ile araziden elde edilen hız etüdü verileri ve kesit sayımlarından elde edilen trafik sayım verileri değerlendirilmiş ve kent içi trafik akım hızı , genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemi kullanılarak modellenmiştir.

MODELLING FLOW SPEED OF MIXED TRAFFIC A CASE STUDY: KONYA

SUMMARY

Speed-delay studies include the main characteristic information of the traffic flow in a region. Travel speed, or its inverse travel time, is an important parameter for evaluating the operating efficiency of traffic networks, assessing the performance of traffic management strategies, developing real-time vehicle route guidance systems and traffic assignment models. So, the results of the speed-delay studies are the basic data of the traffic planning projects. Unfortunately, these studies are very expensive, consuming too much time and requiring qualified experts. In this study, some travel speed estimation models are presented to predict the average travel speed for developing countries to save money and time. Mixed traffic conditions in developing countries, comprising of both motorised and non-motorised vehicles on the same right-of-way, are significantly different from those in developed countries. Considering this, the data collected from the speed-delay studies for passenger car, bus and minibus by floating car technique in Konya, a city of Turkey, is used for modelling the traffic flow speed. The measured speeds are classified as road type of links and through a specified arterial route. It has been found that the average traffic flow speed is very much dependent on the rate of traffic flow in passenger car unit (PCU), number of bicycle (PCU) in the flow, proportion of the pedestrians crossing the street, on-street parking quantity and the number of both signalized and non-signalized intersections. Some mathematical equations are estimated by using the generalized least squares method, in order to be able to estimate the average traffic flow speeds from the influencing variables.

1. GİRİŞ

Gelişmekte olan ülkelerde, kent içi yollardaki trafik akımının özellikleri, yapısal olarak, gelişmiş ülkelerdekinden farklılıklar göstermektedir. Gelişmekte olan ülkelerde, motorlu ve motorsuz trafik türlerinin, ayrılmış ve tanımlanmış farklı yollara sahip olmamasından dolayı genellikle, motorlu ve motorsuz trafik akımı, aynı yol yüzeyini (platformunu) kullanmaktadır. Bu sebeple, trafik akımının karakteristik özellikleri de gelişmiş ülkelerdeki şerit bazlı motorlu trafik akımı özelliklerinden farklı olmaktadır [1]. Aynı zamanda, gelişmekte olan ülkelerde, trafik kurallarına uyumda ve sürücü davranışlarında da gelişmiş ülkeler seviyesine ulaşamamaktadır. Sürücüler, öndeki aracı takip ederken, genellikle şerit disiplinine uymamakta ve yol yüzeyinin herhangi bir bölgesini seçebilmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde, kent içi yolların bir çoğunda şerit çizgileri genellikle tam ve düzgün değildir. Dolayısıyla gelişmiş ülkelerde yaygın olarak görülen şerit kullanma disiplini gelişmekte olan ülkelerde pek görülmemektedir. Genellikle gelişmekte olan ülkelerde rastlanan, bu özelliklere sahip trafik akımına “karma trafik akımı” denilmektedir.

Gelişmiş ülkelerde, trafik tasarımı ve analizlerinde, trafik akımı içinde en büyük orana sahip olduğu için trafik birimi olarak özel otomobil birimi alınmıştır (birim otomobil eşdeğeri, BO) ve diğer araç türleri bu birim cinsinden ifade edilmiştir. Bir çok araştırmanın sonucunda, genellikle kabul edilen özel otomobil eşdeğerleri hesaplanmıştır. Ancak, gelişmekte olan ülkelerde, karma trafikte, araçlar şerit disiplinine uymadığı için, bazen bir bisiklet bir otobüse eşdeğer olabilmektedir. Diğer taraftan eğer, bisiklet sürücüsü deneyimli ise, bisikletin birim otomobil eşdeğeri, genellikle kabul edilen 0,5 BO değerinin altına da düşebilmektedir.

Türkiye, henüz gelişmekte olan ülkeler sınıfında olduğu için, ülkemizdeki kent içi yollarda genellikle karma trafik akımı bulunmaktadır. Bu çalışmada, karma trafik akımında, kent içi trafik akım hızının nasıl etkilendiği araştırılmıştır. Araştırma verileri olarak, “Konya Kent İçi ve Yakın Çevre Ulaşım Master Planı Çalışması”nda, elde edilen veriler kullanılmıştır. Karma trafik akımını oluşturan, motorlu ve motorsuz araçların, kent içi yollarda, ortalama yolculuk hızına etkisi incelenmiş ve

bu etki matematiksel model olarak ifade edilmiştir. Çalışma alanı, Konya Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde kalan kısımdır. Konya yakın çevre ve yerleşmeleri bu çalışmanın alanı dışında bırakılmıştır.

Karma trafik akımının özelliklerini analiz edebilmek için, 60 sayım noktasında yapılan trafik sayımları kullanılmıştır. Sayım noktaları, yolculuk çekim alanları olan kent merkezini çevreleyerek bu alana giriş ve çıkışların saptanmasını sağlayacak kordon hatları ile fiziksel eşiklerden yararlanılarak belirli kesitlerdeki iki yönlü geçişlerin belirlenmesini sağlayacak perde hatları üzerinde bulunmaktadır.

Mevcut hızların analizi için ise, toplam 89 ayrı güzergahta yapılan özel otomobil, otobüs ve minibüs hız etüdü sonuçları kullanılmıştır. Hız etüdü güzergahları belirlenirken Konya'daki ana yollar ile bir kısım ikinci derece yollar seçilmiştir.

Konya'yı ziyaret eden herkesin dikkatini ilk çekecek nokta, kentteki bisiklet kullanım oranının yüksekliğidir. Konya'da uygulanan konut anketi sonuçlarından elde edilen değerlere göre, yapılan yolculukların türel ayrımına bakıldığında, kentteki bisiklet kullanım oranı %3,4'dür. Kentin topoğrafik olarak çok düz oluşu sebebiyle, ülkemizdeki diğer kentlerin aksine, bisiklet Konya'da gerçekten bir ulaşım aracı olarak kullanılmaktadır. Ancak, bu yüksek talebe karşın şehirde özel bisiklet yolları inşa edilmemiştir. Bu sebeple, bisikletler karma trafik içinde ve güvenli olmayan koşullarda kullanılmaktadır.

Ayrıca, Konya'da yolculuk mesafeleri çok uzun olmadığından ve kent topoğrafik olarak uygun olduğundan, gün içi yolculukların bir çoğu yaya olarak yapılmaktadır. Konya'da uygulanan konut anketi sonuçlarından elde edilen değerlere göre, yapılan yolculukların türel ayrımına bakıldığında, %34,87 ile en büyük payın yaya yolculukları olduğu görülmüştür.

Konya'da toplu taşıma kullanımı da çok yüksektir. Mesire yerlerine bile, belediye otobüsü veya minibüs çalışmaktadır. Bu sebeple, yine konut anketi sonuçlarına göre, türel ayrımında ikinci en büyük payı da %23,54 ile toplu taşıma almaktadır.

Konya'da yapılan trafik sayımları, hız etütleri ve konut anketi çalışmalarının ışığında, karma trafiğin kent içi trafik akım hızına etkisinin nasıl olduğu araştırılmıştır. Veriler kesit verileri olduğu için regresyon yöntemi kullanılmıştır. Verilerin analizi sırasında karşılaşılabilecek istatistiksel sorunlar, sıradan en küçük kareler yönteminin çeşitli uygulamaları kullanılarak çözülmüştür.

2. HIZ TAHMİN MODELLERİ

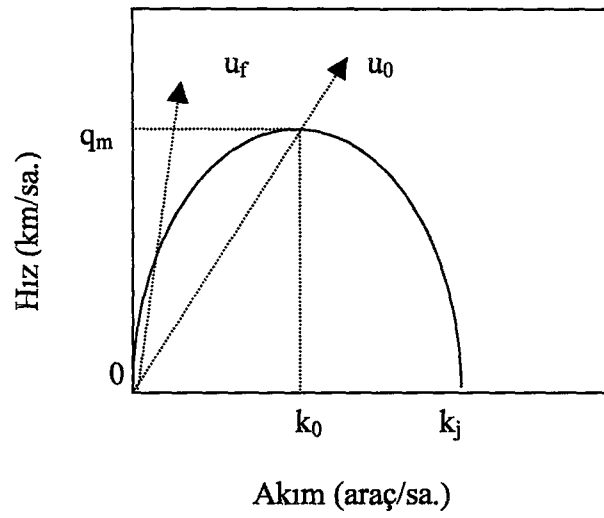
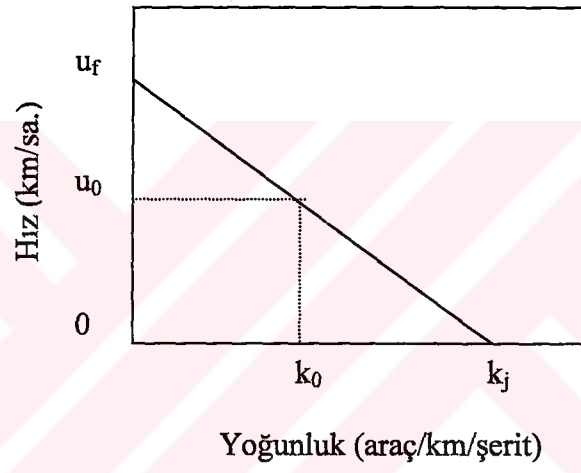
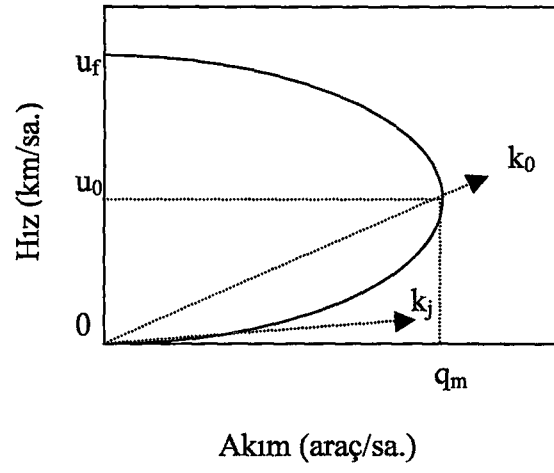
Hız veya yolculuk süresi, mevcut yol sisteminin performansının ölçülmesinde temel kriterlerdir. Özellikle hız, yeni yatırımların veya düzenlemelerin yapılmasında anahtar rolü üstlenmektedir. Bir çok analitik ve simulasyon trafik modelleri, yol sisteminin tasarım, talep ve kontrolünün değerlendirilmesinde hız veya yolculuk süresi tahmini için kullanılmaktadır. Daha geniş çaplı modeller, yakıt tüketimi, araç emisyonu ve trafik gürültüsünü ölçmek için de hızı veya yolculuk süresini temel veri olarak kullanmaktadır. Hız, ayrıca, hizmet seviyesinin tanımlanması, kaza analizi ve ekonomik değerlendirmeler gibi birçok trafik mühendisliği çalışmalarında kullanılmaktadır.

2.1. Temel Bağlılıklar

Bir trafik akımını tanımlarken kullanılan değişkenler akım, hız ve yoğunluktur. Akım (q), bir yol şeridindeki belirli bir noktadan veya belirli bir kesitten, belirli bir zaman diliminde geçen birim otomobil sayısıdır ve birimi araç/sa'tir. Akımın bir temel değişkeni maksimum akım (q_m) veya kapasite'dir. Hız (u), belirli bir noktadan veya yol kesitinden, belirli bir zaman diliminde geçen araçların hızlarıdır ve birimi km/sa veya m/sn'dir. Hızın iki temel değişkeni vardır; serbest akım hızı ve optimum hız. Serbest akım hızı (u_f) yoldaki akımın sıfıra yakın olduğu andaki taşıt veya akım hızı, optimum hız (u_o) da akımın maksimuma yakın olduğu andaki akım hızıdır. Yoğunluk (k), bir şeritte, belirli bir yol kesitinde bulunan araç sayısıdır ve birimi araç/km/şerit'tir. Yoğunluğun da iki temel değeri vardır; tıkanıklık yoğunluğu ve optimum yoğunluk. Tıkanıklık yoğunluğu (k_j) , akımın ve hızın ikisinin de sıfıra yaklaştığı noktadaki yoğunluk değeridir. Optimum yoğunluk (k_o) ise, maksimum akım şartlarındaki yoğunluktur. Bu değerler arasında aşağıdaki ilişki bulunmaktadır:

$$q=uk \quad (2.1)$$

Hız-yoğunluk ($u-k$) arasında doğrusal bir ilişki vardır. Yukarıdaki bağıntı kullanılarak akım-yoğunluk ($q-k$) ve hız-akım ($u-q$) arasındaki ilişki de Şekil 2.1'de verilmiştir.



Şekil 2.1. Hız, yoğunluk ve akım arasındaki temel bağıntılar.

2.2. Kullanılan Hız veya Yolculuk Süresi Tahmin Modelleri

Yolculuk hızı veya yolculuk süresi trafik mühendisliği konularının temel verilerinden olduğu için doğru olarak ölçülmesi ve tahmin edilmesi gerekmektedir. Yolculuk hızı ölçümleri için geliştirilmiş birçok yöntem bulunmaktadır. Bunların başlıcaları, test aracı tekniği, hava fotoğrafları, video kamera ile çekilmiş görüntüler ve lup dedektör yöntemleridir. Bu yöntemlerle toplanılan hız ölçüm değerleri, trafik yolağının işletme verimliliğini ölçmede, trafik yönetim stratejilerinin performansını değerlendirmede, gerçek zamanlı güzergah rehberliği sistemlerinin gelişmesinde ve trafik atama modellerinde önemli bir parametredir. İleri yolcu bilgilendirme sistemlerinin ve ileri trafik yönetim sistemlerinin çalışma tarzının test edilmesinde de tüm yolağı bazında güvenilir yolculuk süresi veya yolculuk hızı verileri gerekmektedir. Ancak yolculuk hızı veya yolculuk süresi verilerinin toplanılması çok maliyetli, zaman alıcı ve bu konuda eğitimli elemanlarla yapılması gereken işlemlerdir. Bu sebeple, Türkiye’de ve dünyada her trafik mühendisliği projesinde yeniden yolculuk hızı veya yolculuk süresi çalışması yapılmamakta, daha önce yapılan çalışmalar kalibre edilerek kullanılmaktadır. Ender de olsa arazide yapılan yolculuk hızı veya yolculuk süresi çalışmaları veya simulasyon verileri ile elde edilen hız verileri kullanılarak yolculuk hızı veya yolculuk süresi tahmin modelleri geliştirilmektedir. Bu modellerden, güvenilirliği kabul görmüş ve yaygın olarak kullanılanlar aşağıda sıralanmıştır.

1- 1962’de Smock’un Detroit çalışmasında geliştirdiği yolculuk süresi modeli

$$t = t_0 \exp(V / Q_s), \quad (2.2)$$

biçimindedir. Burada t , birim uzunluk yolculuk süresi; t_0 , serbest akım şartlarındaki birim uzunluk yolculuk süresi; v , trafik hacmi ve Q_s , durağan durum kapasitesidir.

2- 1967’de Overgaard’ın geliştirdiği yolculuk süresi modeli de şu şekildedir.

$$t = t_0 \alpha^{\beta(V/Q_p)}, \quad (2.3)$$

Burada da t , birim uzunluk yolculuk süresi; t_0 , serbest akım şartlarındaki birim uzunluk yolculuk süresi; v , trafik hacmidir. Ancak Q_p yol bağının pratik kapasitesi ve α ile β kalibrasyon parametreleridir.

3- 1964’de Bureau of Public Roads’un (BPR) Amerika’da önerdiği model de şu şekildedir.

$$t = t_0 [1 + \alpha(V / Q_p)^\beta], \quad (2.4)$$

Burada da t , birim uzunluk yolculuk süresi; t_0 , serbest akım şartlarındaki birim uzunluk yolculuk süresi; v , trafik hacmi; Q_p , yol bağının pratik kapasitesi ve α ile β kalibrasyon parametreleridir.

4- İngiltere’de Ulaştırma Bölümünün kullandığı 1985’te geliştirilen model ise, kent içi, banliyö ve merkez olarak yol tiplerine göre ayrılmaktadır.

$$s(V) = \begin{cases} S_0 & V < F_1 \\ S_0 - \frac{S_0 - S_1}{F_2 - F_1}(V - F_1) & F_1 \leq V \leq F_2 \\ S_1 / (1 + (S_1 / 8d)(V / F_2 - 1)) & V > F_2 \end{cases} \quad (2.5)$$

Burada, S_0 , serbest akım hızı; S_1 , kapasite akımı F_2 ’deki hız; F_1 , serbest akım şartlarının değişmeğe başladığı maksimum akım; ve d , yol bağının uzunluğudur.

5- Amerika’da geliştirilen ve 1994’te Yolların Kapasitesi Elkitabında (Highway Capacity Manual, HCM) yayınlanan yolculuk hızı modeli ise şöyledir.

$$ART SPD = \frac{3600 * L}{[(RT/km) * L + (\sum ITD)]} \quad (2.6)$$

Burada ART SPD, arter veya güzergah ortalama yolculuk hızı; L , arter veya güzergah uzunluğu; RT/km , arterdeki veya güzergahtaki tüm yol parçalarındaki 1 mil için toplam sürüş süresi; ITD , arterdeki veya güzergahtaki tüm sinyalize kavşaklarda ve yol boyunca oluşan gecikmelerin toplamı.

HCM yöntemindeki en önemli parametre, 1 mil için sürüş süresidir. Bu parametre, arterlerin sınıflandırılmasına göre değişmektedir. Arterleri sınıflandırmak için ise, arterin şehir merkezine yakın olup olmadığı, arterin tipi ve şerit sayısı, yol boyu parklanma durumu, ayrılmış sol dönüş şeritlerinin varlığı, 1 milde bulunan sinyalize kavşak sayısı, arterde uygulanan hız limitleri, yaya yoğunluğu ve yol kenarı arazi durumu gibi veriler kullanılmaktadır. HCM’de verilen bu tablolar Tablo 2.1’de ve Tablo 2.2’de verilmiştir. Bu tablolar kullanılarak arterlerin sınıflandırılması yapıldıktan sonra Tablo 2.3’deki değerlerden uygun olan 1 mil için sürüş süresi seçilecek ve toplam gecikmelerle birlikte arter veya güzergahtaki ortalama yolculuk hızı belirlenecektir.

Dünya çapındaki trafik mühendisliği çalışmalarında yukarıda anlatılan yolculuk süresi veya yolculuk hızı modellerinden herhangi biri kullanılmaktadır. Ancak, bu modeller, genellikle gelişmiş ülkelerdeki trafik şartlarında geliştirilmiş olduğundan gelişmekte olan ülkelerdeki trafik şartlarında uygun ve güvenilir tahminler

yapamamaktadırlar. Bu sebeple, değişik ülkelerdeki değişik trafik şartlarına uyabilecek yeni model arayışlarına gidilmektedir.

Tablo 2.1. Arter Sınıflandırması

	Fonksiyon Kategorisi		
Kriter	Ana Yollar	Tali Yollar	
Hareketlilik Fonksiyonu	Çok önemli	Önemli	
Giriş Fonksiyonu	Az	Çok	
Birleşme Noktaları	Serbest hız yolları, önemli aktivite merkezleri, trafik üreten ana bölgeler.	Ana arterler.	
Önemli Yolculuklar için Hizmet Seviyesi	Noktalar arasında ve giriş, çıkış ve transit yolculuklar arasındaki uzun yolculuklar.	Küçük alanlardaki kısa yolculuklar.	
	Tasarım Kategorisi		
Kriter	Gelişmekte olan yerleşim merkezleri	Orta ölçekte gelişmiş yerleşim merkezleri	Şehir merkezi
Yola giriş yoğunluğu	Düşük	Orta	Yüksek
Arter tipi	Bölünmüş çok şeritli, bölünmemiş veya banketli iki şeritli	Bölünmüş veya bölünmemiş çok şeritli, tek yönlü, iki yönlü.	Bölünmemiş tek yönlü, iki yönlü, iki veya çok şeritli.
Yol boyu parklanma	Az	Orta	Çok
Ayrılmış sol dönüş şeritleri	Var	Genellikle	Az
1 mildeki sinyalizasyon kavşak sayısı	1-5	4-10	6-12
Hız limitleri	40-45mph	30-40mph	25-35mph
Yaya yoğunluğu	Az	Orta	Çok
Yol kenarı arazi durumu	Düşük yoğunluklu	Orta yoğunluklu	Yüksek yoğunluklu

Tablo 2.2. Fonksiyon ve tasarım kategorilerine bağlı yol sınıflandırması

Tasarım Kategorisi	Fonksiyon Kategorisi	
	Ana Yollar	Tali Yollar
Gelişmekte olan yerleşim merkezleri	I	II
Orta ölçekte gelişmiş yerleşim merkezleri	II	II veya III
Şehir merkezi	II veya III	III

Tablo 2.3. 1 mil için sürüş süresi.

Arter Sınıflandırması	I			II		III		
Serbest Akım Hızı (mil/sa)	45	40	35	35	30	35	30	25
Ortalama yol uzunluğu (mil)	1 mil için sürüş süresi (sn/mil)							
0,05							227	265
0,10				145	155	165	180	220
0,15				135	141	140	150	180
0,20	109	115	125	128	134	130	150	165
0,25	104	110	119	120	127	122	132	153
0,30	99	102	110					
0,40	94	96	105					
0,50	88	93	103					
1,00	80	90	103					

2.3. Diğer Hız ve Yolculuk Süresi Modelleri

Karma trafik akımı ortamında kent içi yollarda yolculuk hızının modellenmesi ile ilgili dünya çapında bilim adamlarının yapmış olduğu çalışmalar incelenmiştir. İncelenen çalışmalar 3 ana grupta toplanmıştır.

- 1- Karma trafik akımının özelliklerinin belirlenmesi konusundaki çalışmalar [1-10].
- 2- Yolculuk süresi veya yolculuk hızının modellenmesi konusundaki çalışmalar:
 - a- Kent içi yollarda [11-35].
 - b- Şehir dışı yollarda veya otoyollarda [36-41].
- 3- Karma trafik akımının modellenmesi ve motorlu trafik akımına etkileri konusundaki çalışmalar [42-52].

Bundan sonraki bölümlerde konuyla ilgili araştırılan makaleler mümkün olduğunca geniş şekilde anlatılacaktır.

2.4. Karma Trafik Akımının Özelliklerinin Belirlenmesi Konusundaki Çalışmalar

Karma trafik akımı özellikleri, bilim adamları arasında ilgi gören bir çalışma alanıdır ve bu konuda çalışan bilim adamları genellikle, karma trafik akımı ortamına sahip ülkelerdendir (Bangladeş, Hindistan, Çin veya Japonya). İngiltere’de Leeds ve Southampton Üniversitelerinde de karma trafik akımı ortamının özellikleri

konusunda doktora tezlerinin yoğun olduğu dikkat çekmektedir. Yapılan çalışmalar genellikle, karma trafik ortamında kavşak ve yol kapasitesinin tahmini, hizmet seviyesinin ve araçların özel araç eşdeğerlerinin belirlenmesi hakkındadır.

Hossain[1], Rathi ve Santiago'nun 1990'da geliştirdikleri yol ağı benzetim programı NETSIM'i (network simulation program), Bangladeş'te karma trafik ortamından elde ettiği verilere uyarlayarak MIXNETSIM modelini geliştirmiş ve kalibre etmiştir. Daha sonra bu programı kullanarak, Bangladeş'te gözlemlediği bir sinyalize kavşaktan elde ettiği verilerle, seyahat süresi, doymun akım, kuyruk uzunluğu gibi bazı trafik parametrelerini incelemiştir. Ayrıca, modelden elde edilen simulasyon çıktıları ile, araçların birim otomobil eşdeğerlerini ve karma trafikte sinyalize bir kavşağın doymun akım değerini tahmin etmiştir. Tahmin modelleri için çok sayıda gözlem gerektiğinden simulasyon verilerini kullanmıştır. Ancak, asenkronize çoklu regresyon analizini kullanarak bulmuş olduğu birim otomobil eşdeğer sonuçları yeterince başarılı olmamış ve bu yüzden doymun akım tahmin modeli için saatlik araç birimini almıştır. Doymun akım (Q_s) bağımlı değişkeninin tahmini için normal regresyon analizi yapmıştır. Modele dahil ettiği bağımsız değişkenler, kavşak kolunun genişliği (W), trafik akımı içindeki motorsuz taşıt oranı (NMV), trafik akımı içindeki ağır taşıt oranı (HV), trafik akımının sola (LT) ve sağa (RT) dönüş oranları olmak üzere 5 tanedir. Sinyalize bir kavşaktaki doymun akımı incelediği için, trafik akımı içindeki yaya oranını bağımsız değişken olarak almamıştır. Elde ettiği trafik akımı tahmin modeli aşağıdaki şekildedir:

$$Q_s = 1500 + 430W + 10,5NMV - 30HV - 2LT - 10RT \quad (2.7)$$

Bangladeş'te, trafik, İngiltere'deki gibi soldan akmaktadır. Bu sebeple, kavşaktaki sağ dönüşlerin doymun akıma negatif etkisi daha büyüktür. Bağımsız değişkenlerin t-testi değerleri sırasıyla, 2.57, 9.92, 1.22, 1.83, 1.07 ve 1.21'dir. %95 güvenilirlik derecesinde, $R^2=0.92$, serbestlik derecesi=106 ve standart hata=270 olarak hesaplanmıştır. Analizin F-testi değerleri makalede verilmemiştir. Ancak, t-testi değerleri incelendiğinde, yalnızca sabit değer ve kavşak kolu genişliğinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir.

Moazzem Hossain [2], başka bir çalışmada ise yine mikro-simulasyon tekniğini kullanarak, dönel kavşaklarda karma trafik şartlarında kapasite tahmini için bir model geliştirmiştir. Bu amaçla, Bangladeş Dakar'da 1995 yılının Nisan ve Mayıs ayları boyunca video kamera ile veri toplanmıştır. Mikro-simulasyon teknikte, dönel kavşaklardaki araçların konumlarını modellemek için koordinat yaklaşımı

kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda, bir dönel kavşağa yaklaşan yolun kavşağa giriş kapasitesinin, dönel kavşaktaki mevcut akıma (Q_c), yolun genişliğine (W_d), dönel kavşak çapına (D_i) ve trafik kompozisyonundaki motorsuz taşıt (P_{nmv}) ve ağır taşıt (P_{hv}) oranına bağlı olduğu ortaya çıkmıştır. Simulasyon sonuçları kullanılarak, yolun kavşağa giriş kapasitesi (Q_e) için yukarıdaki değişkenlerle aşağıdaki regresyon denklemi oluşturulmuştur.

$$Q_e = -0,82Q_c + 300W_d + 4,7D_i + 3,8P_{nmv} - 1,96P_{hv} \quad (2.8)$$

Yine Hindistan'da yapılan başka bir çalışmada [3], kırsal kesim ve şehir dışı yollar için modifiye yoğunluk yöntemi ile karma trafikte özel araç eşdeğerleri hesaplanmıştır. 34 farklı yoldan toplanan verilerden Hindistan'da mevcut yol yüzeyinin % 85'inin kullanıldığı belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, tek şeritli ve banketsiz bir kırsal yoldaki karma trafikte seyreden özel otomobil, aynı şartlardaki homojen trafikte seyreden 2 özel otomobile eşdeğer bulunmuştur. Ancak, 1,5 şeritli kırsal yollar ve 4 şeritli bölünmüş kırsal yollarda karma trafik ve homojen trafiğin benzer performansa sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmada, ağır taşıt, hafif taşıt, traktör, tarım araçları, özel araç, motor, moped, scooter, jip, panel-van, üç tekerlekli araçlar, bisiklet, at arabası ve yaya trafik türleri için Hindistan'da geçerli olacak özel araç eşdeğerleri bulunmuştur. Ayrıca yol tiplerine göre karma trafiği homojen trafiğe çevirmek için farklı katsayılar da hesaplanmıştır.

Hindistan'daki başka bir çalışmada [4], Yeni Delhi ve Baroda kentlerindeki 3 kavşakta yapılan 30'ar dakikalık periyotlarla 3 saatlik sabah zirve saati video çekimleri kullanılarak, karma trafikteki araçların kavşağı terk etme özellikleri incelenmiştir. Gözlemlenen karma trafik içindeki araç türleri motorlu iki tekerlekli, motorsuz üç tekerlekli, özel araç ve otobüstür. Videodan alınan görüntüler ekran koordinatlarından yol koordinatlarına çevrilmiş ve araçların hızları belirlenmiştir. Araştırma sonucuna göre, karma trafik içindeki aracın kavşağı geçiş hızı, araç türüne göre önemli derecede değişmemektedir. Kavşakta bulunan kuyruğun grup halinde kavşaktan geçiş yaptığı ve düşük hızlı araçların yüksek hızlı araçları engellediği sonucuna varılmıştır [4].

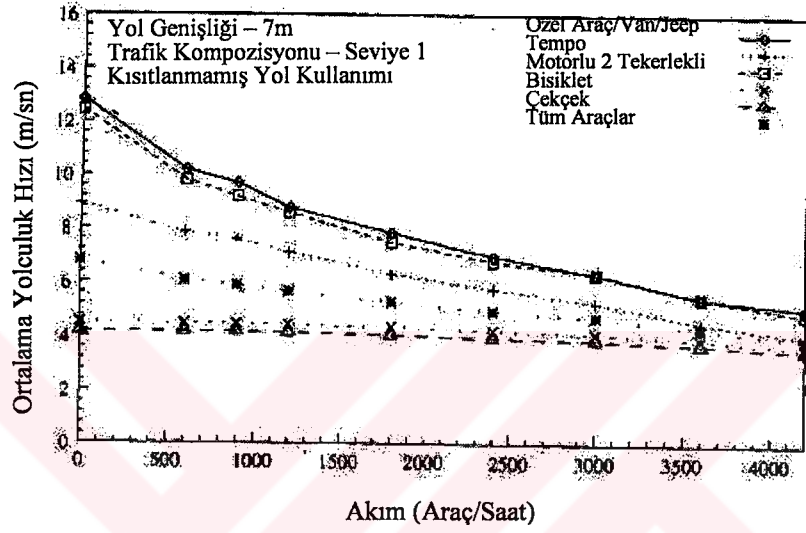
Kanapur kentinde, kent içi karma trafik ortamında hizmet seviyesinin sınıflandırılması için yapılan bir çalışmada [5] ise, kent içi karma trafik akımı simulasyonu için bir model geliştirilmiş ve bu model şehirden toplanılan verilerle

kalibre edilmiştir. Geliştirilen model kullanılarak çift şeritli 7m genişliğinde ve 500m uzunluğundaki bir yolda bulunan karma trafik akımı simule edilmiştir. Simulasyonun başlangıç noktası olarak, daha önce gözlemlenen % 35'i motorsuz, % 65'i motorlu taşıttan oluşan bir karma trafik akımı alınmıştır. Trafik akımı düzensiz hale gelinceye kadar, trafik hacmi seviyeli olarak artırılmış ve her bir simulasyonda 1600 araç kullanılmıştır. Geçiş durumunun etkisini kaldırmak için ilk 100 araç istatistik değerlendirme dışında bırakılmıştır. Hizmet seviyesini belirlemek için, özel araçların yolculuk hızı, iki tekerlekli motorların yolculuk hızı, konsantrasyon ve yol işgali gibi işletme özellikleri değerlendirilmiştir. Elde edilen 4 hizmet seviyesi için sonuçlar Tablo 2.4'de verilmiştir. Ayrıca ortalama yolculuk hızındaki değişimi veren bir grafik de Şekil 2.2'de gösterilmiştir. Grafikten çıkarılmış olan sonuçlar şunlardır; Özel otomobil gibi yüksek hızlı araçların ortalama yolculuk hızları trafik akımı arttıkça düşmektedir. Motorsuz araçların ortalama yolculuk hızları trafik akımından çok az etkilenmektedir. Bu tarz yavaş hareket eden araçlar, hızlı araçların hızını etkilemekte ancak kendileri neredeyse bu araçlara özgü serbest akım hızı seviyesinde hareket etmeye devam etmektedirler. Yüksek trafik akımlarında, motorlu ve motorsuz araçlar grup halinde hareket etmekte ve trafiğin akım hızı, motorsuz araçlar tarafından belirlenmektedir. Çalışmanın sonuçlarında ele alınmayan ancak Tablo 2.4 incelenirken dikkati çeken başka bir nokta da özel otomobil hızları ile iki tekerlekli motorların yolculuk hızlarının birbirlerine olan yakınlığıdır [5].

Tablo 2.4. Hindistan'ın Kanapur kentinde motorsuz araçların da bulunduğu 7m. genişliğindeki bir yolda hizmet seviyeleri.

Hizmet Seviyesi	I	II	III	IV
Maximum Akım(arac/sa)	600	1800	3000	4200
Özel Otomobil				
Serbest Hız (km/sa)	46,37			
Yolculuk Hızı (km/sa)	37	28	23	19
Yolculuk hızının serbest hıza oranı (%)	≥ 80	≥ 60	≥ 50	≥ 40
Motorlu İki Tekerlekli				
Serbest Hız (km/sa)	44,82			
Yolculuk Hızı (km/sa)	36	27	22	18
Yolculuk hızının serbest hıza oranı (%)	≥ 80	≥ 60	≥ 50	≥ 40
Yoğunluk (araç/km)	≤ 30	≤ 100	≤ 180	≤ 320
Yol işgali oranı (%)	≤ 1.0	≤ 3.5	≤ 6.5	≤ 12.0

Başka bir çalışmada, Chandra ve Sikdar[6], kent içi yollarda karma trafik ortamında özel araç eşdeğerlerini etkileyen faktörleri araştırmışlar ve araç türlerini özel araç eşdeğerlerine çevirmek için etkili değişkenlerden oluşan bir formül elde etmişlerdir. Ayrıca özel araç eşdeğerlerinin trafik ve geometrik şartlara göre değişimi de grafik olarak gösterilmiştir. Son olarak, verilen bir trafik kompozisyonu ve şerit genişliğine düşen trafik hacmine göre araç türlerinin özel araç eşdeğerlerini tahmin eden bir bilgisayar programı sunulmuştur [6].

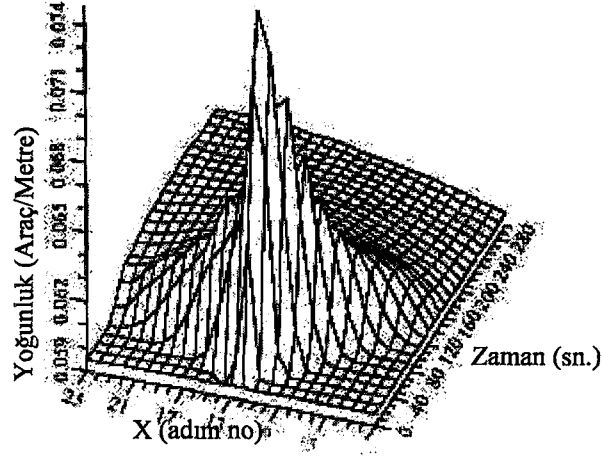


Şekil 2.2. Hindistan'ın Kanapur kentindeki 7m. genişliğindeki bir yolda artan trafik akımına (BO) göre otomobil/panel van/jip, tempo, motosiklet, bisiklet, pedallı araç ve tüm araçlar için ortalama yolculuk hızındaki değişim (m/sn.).

Feng Suwei [7], yapmış olduğu çalışmada trafik akımını akışkanlar mekaniği yöntemi ile simule etmiştir. Bilinen süreklilik ve momentum formüllerini kullanan Suwei, iki şeritli bir yolda otobüsün 1 şeridi kapsayacak şekilde 10-40sn. durakta durmasının trafik yoğunluğuna olan etkisini, geliştirdiği simülasyonla incelemiştir. Elde edilen grafik Şekil 2.3'de gösterilmiştir. Burada, trafik yoğunluğunun otobüsün durduğu noktaya yaklaştıkça yükseldiği ve en yüksek trafik yoğunluğunun park alanının hemen önünde olduğu görülmüştür.

Duerr'in [8] yapmış olduğu çalışma ise, karma trafik ortamındaki transit yolcu araçlarının maruz kaldığı gecikmelerin optimizasyonu ile ilgilidir. Duerr, bu araçların transit duraklardaki duraklama sürelerinden dolayı genel trafiğe uygulanan yeşil

dalga sisteminden yararlanamadıklarından önemli gecikmelerle karşı karşıya kaldıklarını söylemektedir.



Şekil 2.3. İki şeritli bir yolda otobüsün 1 şeridi kapsayacak şekilde 10-40sn. durakta durmasının trafik yoğunluğuna olan etkisi.

Duerr, bu sorun için dinamik yol düşüncesini kullanarak bir koridor kontrol sistemi geliştirmiştir. Geliştirilen bu sistemi, hesaplama ve optimizasyon için bütünleştirilmiş bir model kullanmakta ve transit yolcu araçları ile genel trafiğin ihtiyaçlarına cevap verebilmektedir. Kontrol sisteminin özellikleri şunlardır:

- Tüm yol ağındaki giriş-çıkış akımlarını dinamik olarak kontrol edip, ulaştırma türleri arasındaki kritik girişim hareketlerini azaltmak.
- Herhangi bir transit yolcu aracı herhangi bir kavşağa yaklaştığında onun için yeşil sinyal yakmak.
- Tüm sinyal koordinasyonunu yeniden düzenleyerek genel trafik karmaşasını minimize etmek.

Sonuç olarak, Duerr, bir yapay sinir ağından elde ettiği eş zamanlı ölçümler ve sinyal düzenleme fonksiyonlarını kullanarak bu kontrol sistemini uygulayan ve uyumlu hale getiren bir yöntem sunmuştur [8].

Hossain ve Hasan [9], Hossain'ın [1] 1996'da geliştirdiği MIXNETSIM modelinin halihazırda otobüs hareketlerini simule edemediğini belirterek, bu modeli otobüs duruş/kalkış hareketleri, otobüs şeridi ve otobüs önceliği gibi işletme özelliklerini de simule edebilecek şekilde geliştirmeye karar vermişlerdir. Geliştirilen model, Dakar

gibi gelişmekte olan ÷lkelerdeki karma trafik ortamında otob÷s işletme şekilleri için kullanılabilecektir.

Taylor da yaptığı çalışmada [10], bisiklet ve otomobilin bulunduğu karma trafik ortamında, sinyalli kavşak geçiş s÷resini analiz etmiştir. Sonuçlara g÷re bisikletlerin kavşağı geçiş s÷releri otomobillerden daha uzun çıkmıştır.

2.5. Yolculuk S÷resi veya Yolculuk Hızının Modellenmesi Konusundaki alışmalar

Yolculuk s÷resi veya tersi olan yolculuk hızı, trafik yol ağının işletme verimliliğini ÷lmede, trafik y÷netim stratejilerinin performansını değerlendirmede, gerçek zamanlı g÷zergah rehberliği sistemlerinin gelişmesinde ve trafik atama modellerinde ÷nemli bir parametredir [11]. İleri yolcu bilgilendirme sistemlerinin ve ileri trafik y÷netim sistemlerinin çalışma tarzının test edilmesinde, t÷m yol ağı bazında g÷venilir yolculuk s÷resi veya yolculuk hızı verileri gerekmektedir. Yolculuk s÷resi verilerinin toplanması için birçok y÷ntem bulunmaktadır. Bu y÷ntemler genel olarak;

- a) doğrudan ÷l÷m: otomatik araç tanımlama, otomatik araç konumlandırma ve video g÷r÷nt÷s÷ işlemleri gibi, tam donanımlı test araçları veya ileri dedekt÷r teknolojileri,
- b) doğrudan olmayan ÷l÷m: ind÷ksiyon lup dedekt÷rleri gibi bilinen dedekt÷r teknolojileri,

olmak ÷zere ikiye ayrılmaktadır [11].

Gelişmekte olan ÷lkeler için her iki y÷ntem de çok b÷y÷k maliyetler gerektirmektedir. Ancak, gelişmiş ÷lkelerin yol ağlarında mevcut çok sayıda ind÷ksiyon lup dedekt÷r bulunmaktadır. Bu sebeple, yolculuk s÷resi veya yolculuk hızı modelleme çalışmaları genellikle ind÷ksiyon lup dedekt÷r verilerinin kullanıldığı y÷ntemler olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca bu çalışmalar, gelişmiş ÷lkelerde yapıldığı için genellikle homojen ve şerit bazlı trafik ortamları için modeller geliştirilmiştir. Gelişmekte olan ÷lkelerdeki karma trafik ortamı için yolculuk s÷resi ve yolculuk hızı modelleme çalışmaları ise çok sınırlıdır. Yolculuk s÷resi veya yolculuk hızı çalışmaları a) kent içi yollarda ve b) şehir dışı yollarda veya otoyollarda olmak ÷zere iki grupta incelenecektir.

2.5.1. Kent İçi Yollarda Yolculuk Süresi veya Yolculuk Hızının Modellenmesi Konusundaki Çalışmalar

Zhang [11], otoyollarda yolculuk süresi veya hızını tahmin etmek için güvenilir yöntemler geliştirildiğini ancak kent içi yollar için böyle tahmin modellerinin bulunmadığını söylemektedir. Bu sebeple, çalışmasında kent içi bir bağ üzerindeki yolculuk hızının tahmini için basit bir lineer regresyon modeli sunmuştur. Modelde kullanılan yolculuk süre verileri, Minnesota eyaletinde, 3 kavşak ve 4 bağdan oluşan kent içi bir anayoldan test aracı tekniği ile 10 gün boyunca sabah 6:30-9:30 ve öğleden sonra 3:30-6:30 saatlerinde toplanmıştır. Ayrıca, yerel kontrol merkezinden 5'er dakikalık hacim ve yol işgali değerlerini kapsayan dedektör verileri ile kavşaklardaki sinyal planları ve kontrol şekilleri bilgisayara aktarılmıştır. Model iki hız tahminini birleştirmektedir. Birincisi kritik hacim/kapasite (v/c) oranına bağlı olan hız ($\bar{u}_{v/c}$), ikincisi ise dedektörle ölçülen hacim ve yol işgali çıktılarından elde edilen hızdır ($\bar{u}_{q/c}$).

$$\bar{u}_c = \gamma \bar{u}_{v/c} + (1 - \gamma) \bar{u}_{q/c}, \quad 0 \leq \gamma \leq 1 \quad (\gamma, \text{trafik yoğunluğuna bağlı ağırlık oranı}) \quad (2.9)$$

$$\bar{u}_{v/c} = u_f - \alpha \exp\left\{\beta \frac{V}{C}\right\}, \quad (\bar{u}_f, \alpha \text{ ve } \beta \text{ model parametreleri}) \quad (2.10)$$

$$\bar{u}_{q/c} = 0,379 \frac{\sum_i q_i}{\sum_i o_i} \quad (2.11)$$

0,379; yol işgali, konsantrasyon ve ortalama araç boyu alınarak lup dedektör için hesaplanan katsayıdır. Ancak modelde, trafiğin tıkanıklık rejimine veya tıkanık olmayan rejime geçiş bölgelerinde (v/c oranının %100'e yakın olduğu bölgelerde), çok yüksek tahmin hataları oluşmuştur. Bu sebeple yazar, modelin bu bölgeler dışında geçerli olduğunu, bu bölgelerde de güvenilir tahminler yapabilmesi için üzerinde çalışılması gerektiğini belirtmiştir. Model ayrıca iki farklı kent içi yolculuk süresi modeliyle karşılaştırılmış ve diğer modellerden daha küçük tahmin hataları elde edilmiştir [11].

Helali ve Hutchinson [12], hava kirliliği modelleri için yolculuk hızı tahminlerini iyileştirecek bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu yöntem, trafik atama işleminden sonra uygulanmakta, kent içi ve otoyol için iki farklı bölüm içermektedir. Yöntem, Toronto bölgesine uygulanmış ve kent içi bölümü için bölgeden gözlemlenen hızlar

kullanılmıştır. Model, ulaşım planlama modeli ile kıyaslandığında kent içi için daha iyi ortalama hız tahminleri vermiştir [12].

Taylor'un yapmış olduğu çalışmada [13], kent içi düşük hız limitlerinin etkileri incelenmiştir. Düşük hız limitleri, güvenliği önemli derecede arttırmaktadır. Ancak düşük hız limitlerinin verimli olduğunu söylemek için yolculuk süresi, hareketlilik, yakıt tüketimi ve emisyon oranı üzerindeki etkilerine de bakılması gerekmektedir. Taylor çalışmasında, 'TrafikPlan' trafik yolağı analiz modelini kullanarak bu etkileri incelemiştir. Model, hafif trafik hacminden, doymun akım üstüne kadar değişen 4 farklı trafik seviyesini ve 2 farklı trafik dizayn standardını içermektedir. Her dizayn standardı ve trafik tıkanıklık seviyesi kombinasyonu için 60-50-40 km/sa hız limitleri uygulanmıştır. Sonuçlar şöyledir:

- a) Test edilen yol ağlarında yolculuk hızları, belirtilen hızlardan önemli derecede düşüktür.
- b) Genel yolculuk süreleri ve yolculuk hızları farkları, belirtilen hız limitleri farklarından çok düşüktür.
- c) Sinyal koordinasyonu, tıkanıklığın yoğun olduğu durumlar dışında, gecikmeler ve trafik düzenlemesi için önemli avantajlar öngörmektedir.
- d) Düşük hız limitlerinin toplum tarafından kabul edilmesi için trafiğin düzenlenmesi ve kalitesindeki iyileşme gerekçe gösterilebilir [13].

Courage ve diğ.'nin [14] yapmış olduğu çalışma ise, ölçülen ve Yolların Kapasitesi Elkitabı yöntemi (Highway Capacity Manual, HCM) ile tahmin edilen kent içi yollardaki yolculuk süresi farklarının azaltılması ile ilgilidir. Bu çalışmada, Florida'da toplam 161 km'lik ve 316 sinyalizasyon kavşak içeren çeşitli kent içi güzergahlar boyunca 656 kez test aracı ile gözlem yapılmıştır. Sinyallerdeki yeşil/devre oranları araziden gözlemlenmiş veya doğrudan sinyal sürelerinden elde edilmiştir. Tüm güzergahlarda aynı anda 15'er dakikalık trafik hacim sayımları yapılmıştır. Bu verilerle, 1984 ve 1995 HCM yöntemleri kullanılarak yolculuk süreleri tahmin edilmiştir. İlk tahminde tüm veriler kullanılmış ve tahmin yolculuk süreleri gözlem yolculuk sürelerinden % 3000 daha yüksek çıkmıştır. Daha sonra dBase ve SAS işlemleri ile veriler azaltılmış ve 1994 HCM yöntemi tekrar kullanılmıştır. Bu kez de, tahminler gözlemlerden % 974 daha yüksek çıkmıştır. Veriler tekrar incelenmiş ve HCM yönteminin 1,2 hacim/kapasite (v/c) oranından

yüksek trafik hacimlerinde tıkanıklık sürelerini uzatması sebebiyle, 1,2 v/c'den düşük hacimli gözlemler sınıflandırılarak kullanılmıştır. Böylece tahmin değerleri, 1985 HCM yönteminde % 43, 1994 HCM yönteminde % 37 daha yüksek çıkmıştır. Veriler tekrar incelenerek kavşaklar arası uzunluklar 0,81 km. olan güzergahlar 1.sınıf, 0,4 km. olan güzergahlar 2.sınıf olarak ayrılmış ve bunları belirleyecek bir “gecikmeyi azaltıcı faktör” tanımlanarak uygulanmıştır. Bu uygulama ile de, tahmin değerleri %27 daha yüksek olmuştur. Son olarak bir “test aracı ayar faktörü” uygulanmış ve bu faktörle tahmin yolculuk süresi değerleri ile gözlem yolculuk süresi değerleri arasındaki fark göz ardı edilebilecek kadar düşmüştür [14]. Ancak yayında göz ardı edilen değerin % oranı belirtilmemiştir.

Gao. ve Si [15], kendi ülkelerinin kent içi trafik şartlarını göz önüne alarak karma trafik yol ağı için bir denge ataması yöntemi geliştirmişlerdir. Yöntemde, otomobil, bisiklet ve transit araç türleri için türel ayırım yapılmış ve ilgili basit bir sayısal örnek verilmiştir.

Diğer bir çalışma, Yanaguya [16] tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada Yanaguya, “hız tahmininde kullanılan denklemler, yolun fiziksel özellikleri, çevredeki yerleşim yoğunluğu oranı, kavşak sayısı, akım seviyesi ve ağır taşıt oranı fonksiyonu ile ifade edilebilir” demektedir. Karayollarında ise, araç hızları yol özelliklerine ve trafik akımına bağlıdır. Şehir merkezlerine yaklaştıkça, hız, yerleşim yoğunluğu ve büyük-küçük kavşakların sayılarına bağlı duruma gelir. Bu çalışmada değinilen, Morton ve Jackson’ın bölünmüş kırsal kesim yolları için geliştirdikleri model aşağıdaki şekildedir.

Hafif taşıtlar için;

$$S_L = DS - 0,10B - 0,28H - 0,006V_L - 0,027V_L^*, DS = 108 \text{ km/s.} \quad (2.12)$$

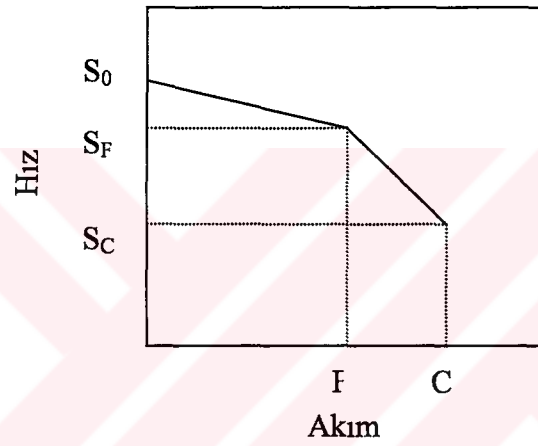
Ağır taşıtlar için;

$$S_H = DS - 0,10B - 0,50H - 0,012V_L^*, DS = 86 \text{ km/s.} \quad (2.13)$$

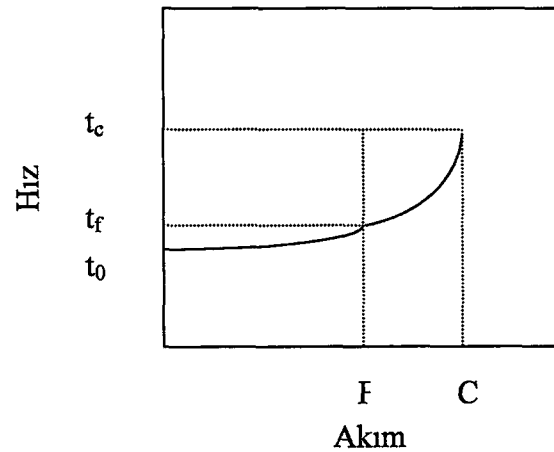
Burada S_L ve S_H ortalama hız (km/s), DS sabit terim (km/s), B yolun yatay kurba açısı (derece/km), H yolun boyuna eğimi (m/km), V_L 1200 araç/s.’den az olan trafik akımı (araç/s), V_L^* 1200 araç/s.’den fazla olan trafik akımıdır (araç/s).

Bu modeldeki regresyondan bulunan sabit terim DS , “isteğe bağlı hız” olarak adlandırılmıştır. İsteğe bağlı hız ile serbest akım hızı arasındaki farklılık da, serbest

akım hızının sıfır akım altında yolun geometrik özelliklerinden bağımsız olması olarak açıklanmıştır. Daha sonra serbest akım hızı, kırılma noktasındaki akım hızı ve kapasitedeki akım hızı tanımlanarak, standart bir hız-akım eğrisi elde edilmiştir (Şekil 2.4). Elde edilen hız-akım eğrisi kullanılarak, iki parçalı hiperbolden oluşan bir yolculuk süresi-akım eğrisi oluşturulmuştur. Daha sonra da bu iki hiperbolün altındaki alanın eşitliği korunarak hiperboller tek bir eksponansiyel eğriye dönüştürülmüştür (Şekil 2.5). Bu dönüştürme işlemi yapıldıktan sonra SATURN isimli paket programdan çeşitli yol tipleri ve standartları için hız-akım eğrileri elde edilmiştir. Bu değerler Tablo 2.5’de görülmektedir. Tablo 2.5’de karayolları sınıflandırmasında geçen kısaltma isimli yol tiplerinin açıklamaları yapılmadığı için Türkiye’deki karşılıkları tanımlanamamıştır.



Şekil 2.4. Serbest akım hızı (S_0), kırılma noktasındaki akım hızı (S_F) ve kapasitedeki akım hızı (S_C) tanımlanarak, elde edilen standart bir hız-akım eğrisi.



Şekil 2.5. İki hiperbolün altındaki alanın eşitliği korunarak tek bir eksponansiyel eğriye dönüştürülen hiperboller .

Tablo 2.5. Hiperbollerin dönüştürme işlemi yapıldıktan sonra SATURN isimli paket programdan çeşitli yol tipleri ve standartları için elde edilen hız-akım eğrileri değerleri.

Yol Tipi	Yol Sınıfı	Yol Standardı	S ₀ km/s	S _F km/s	F araç/s	S _C km/h	C araç/s	n (eks. fonks. üs değeri)
KARAYOLU	D3/4M	Normal	110,5	104,0	1200	45,0	2420	3,82
	D2M	Normal	104,5	98,0	1200	45,0	2310	3,83
	D3AP	Normal	107,0	101,5	1080	45,0	2240	3,71
	D2AP	Normal	100,0	94,5	1080	45,0	2100	3,76
	S10metre	İyi	91,0	71,5	1100	45,0	1860	2,24
	S10metre	Normal	84,0	64,5	1100	45,0	1660	2,13
	S7.3metre	İyi	87,0	71,5	880	45,0	1640	2,16
	S7.0metre	Normal	78,0	63,5	850	45,0	1380	2,07
	S6.5metre	Kötü	67,0	53,5	770	45,0	1010	1,79
BANLIYÖ	Bölünmüş	Az gelişmiş	78,0	66,0	1050	35,0	1730	3,29
	Bölünmüş	Orta gelişmiş	71,0	45,0	1050	35,0	1270	2,04
	Bölünmüş	Çok gelişmiş	58,0	-	-	35,0	500	1,40
	Bölünmemiş	Az gelişmiş	68,0	56,0	1050	25,0	1730	3,74
	Bölünmemiş	Orta gelişmiş	61,0	35,0	1050	25,0	1270	2,32
	Bölünmemiş	Çok gelişmiş	48,0	-	-	25,0	500	1,54
ŞEHİR İÇİ	Merkez-dışı	%50gelişmiş	54,0	-	-	25,0	980	1,67
	Merkez-dışı	%80gelişmiş	48,5	-	-	25,0	780	1,56
	Merkez-dışı	%100gelişmiş	44,5	-	-	25,0	650	1,47
	Merkez	INT=2	37,0	-	-	15,0	740	1,83
	Merkez	INT=4,5	34,0	-	-	15,0	630	1,73
	Merkez	INT=9	28,5	-	-	15,0	450	1,54
KASABA	%35gelişmiş	%100 40mil/s	65,5	57,0	700	30,0	1300	3,01
	%60gelişmiş	%50 40mil/s	56,5	48,0	700	30,0	1000	3,39
	%90gelişmiş	%100 30mil/s	46,5	38,0	700	30,0	880	2,45

Not: Tüm değerler, standart şerit genişliği 3,65m içindir.

Yapılan araştırmada yol ağı trafik atamalarında, yolların geometrik özelliklerinin göz önünde bulundurulduğu hız-akım eğrilerinin kullanılmasının daha doğru sonuçlar vereceği söylenmektedir. Daha önce “isteğe bağlı hız” olarak tanımlanan hız ise, yolun yatay kurba açısı ve boyuna eğimlerinin de katıldığı yeni bir serbest akım hızı olarak tanımlanmaktadır. Bu serbest akım hızının, yol şartlarının göz önünde bulundurulmadığı serbest akım hızından daha düşük olacağı kabul edilmiştir. Ayrıca,

kırılma noktasından sonra trafik hacminin artmasından dolayı, yol şartlarının hız üzerinde çok önemli bir etkisinin kalmayacağı da varsayılmıştır. Bu varsayımlarla, $B=50$ derece/km, $H= 20\text{m/km}$ olan bir karayolu bağı için daha önce denklem (2.12)'den 108km/s olarak hesaplanan isteğe bağlı hız, 97 km/s'e düşmektedir. Hesaplanan bu hızlar, alternatif bir yol olarak, yol üzerinden seçilecek rasgele araçların plakalarının kaydedilmesi yöntemi ile de gözlemlenebilir [16].

Güzergah rehberlik sistemi için Zhu [17] tarafından yapılan bir yolculuk süresi modeli çalışmasında ise; birbirini takip eden haftaların aynı günlerindeki yolculuk süreleri için isoparametrik bir oran bulunmuş ve bu oran Kalman Filtreleri yöntemi ile modellenmiştir. Modelde, kent içi bir yol bağında ölçülen trafik hacmine göre yolculuk süresi tahmin edilmektedir. Ayrıca model, Changchun şehrinden elde edilen dedektör verileri ile denenmiştir.

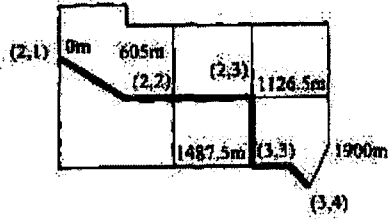
Dowling ve Cheng'in [18] yapmış olduğu çalışmada, 3 farklı hız ölçüm tekniği (test aracı, lup dedektör ve hava fotoğrafı) ve 2 farklı ortalama yolculuk hızı tahmin yöntemi (Yolların Kapasitesi Elkitabının kent içi yollar için ve Transyt-7F yönteminin sinyalizasyon kent içi yollar için olan bölümleri) karşılaştırılmıştır. Veriler Los Angeles'ta $13\text{km.}'lik$ bir bulvardan 4 saatlik gözlem sonucu elde edilmiştir. Test aracı ve hava fotoğrafı tekniklerine göre ortalama hız gözlemleri birbirlerinden % 6 oranında farklıdır. Lup dedektör verileri ise test aracı tekniğinden % 22 daha yüksektir. Transyt-7F'in ortalama yolculuk hızı tahminleri, test aracı tekniği gözlemlerinden % 3, hava fotoğrafı gözlemlerinden % 5 farklı çıkmıştır. Yolların Kapasitesi Elkitabı tahminleri, test aracı gözlemlerinden % 18 daha düşüktür. Bu farkı biraz azaltmak için yöntemde bazı düzeltmeler yapılmış ve bu kez de düzeltilmiş yöntem, test aracı gözlemlerinden % 9 daha yüksek tahminler vermiştir [18].

Hız-yoğunluk ilişkisini dinamik olarak modelleyen Tavana'nın [19] araştırmasında ise, simulasyon uygulamalarında ve sürekli trafik akımı modellerinde, hız-yoğunluk ilişkisinin durağan kabul edildiği 1. dereceden modeller veya bu durağanlıktan sapmalarla türetilen yüksek dereceli modeller kullanılmıştır. Daha önceki çalışmalarda, hız-yoğunluk ilişkisini kalibre ederken kullanılan zaman serilerindeki sıralı korelasyon ve diğer dinamik etkiler göz ardı edilmiştir. Bu çalışmada ise, ileri trafik yönetimi sistemi kontrol merkezindeki dedektörle elde edilen veriler kullanılarak, transfer fonksiyon yöntemi ile dinamik hız-yoğunluk ilişkisi

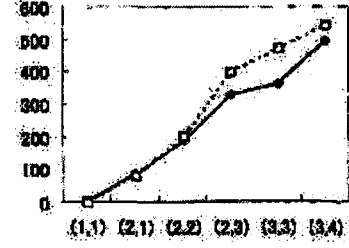
tanımlanmış ve tahmin edilmiştir. Önce, hızın denge durumundan sapması tahmin edilmiş, daha sonra yöntem herhangi bir denge durumu tanımlanmadan doğrudan hızı tahmin edecek şekilde genişletilmiştir. Ele alınan tüm şartlarda yöntem iyi performans göstermiştir. Ayrıca, yöntem eş zamanlı bilgiye dayandığı için, parametrelerini eş zamanlı olarak uyarlayabilmektedir [19].

Kent içi yol ağı için ortalama yolculuk süresini analiz eden Shimizu ve diğ. [20,24], sinyalizasyon kavşaklarındaki kuyruk uzunluğunu, trafik hacmine bağlı lineer olmayan kesikli dinamik bir sistemle tanımlamaktadırlar. Kent içi yol ağlarında, ortalama yolculuk süresi, trafik akımı kompozisyonuna, kavşağın kontrollü veya kontrolsüz oluşuna ve bir sonraki sinyalizasyon kavşağındaki hareket yönüne bağlı olarak analiz edilmiştir. Herhangi bir başlangıç-son için ortalama yolculuk süresi, o güzergahtaki bağların ortalama yolculuk sürelerinin toplamı ile bulunmuştur. Ortalama bağ yolculuk süreleri, trafik akımının ortalama hızı ile ölçülmüştür. Bu tekniğin, test aracı tekniğinden farkı, sürücünün kendisini sollayan araç kadar araç sollaması kuralının uygulanmaması olarak açıklanmıştır. Ayrıca güzergah boyunca belirlenen kontrol noktalarındaki gecikme süreleri ile gecikmelerin yerleri ve sebepleri de kaydedilmiştir. Fukuyama'da 3 güzergah için bağ ve başlangıç-son ortalama yolculuk süreleri hesaplanmıştır. Yalnızca 1 numaralı güzergah için, hesaplanan ortalama yolculuk süreleri gözlem yapılan saatlerde (07:30-09:00, 9:00-11:00, 11:00-13:00, 13:00-17:00, 17:00-19:00) ayrı ayrı gözlem değerleri ile karşılaştırılmıştır. (Şekil 2.6) Bu grafikler incelendiğinde, 1 numaralı güzergahta bulunan 6 kontrol noktasının 3 tanesinde, gözlem değerleri ile hesaplanan değerlerin birbirine yaklaştığı, ancak diğer 3 tanesinde uzaklaştığı görülmektedir. Uygulanan model için herhangi bir istatistik değerlendirme yapılmadığı için eğrilerin yaklaşımları sadece grafiklerin incelenmesi ile yapılabilmektedir.

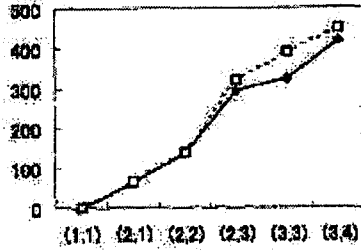
“En kısa süreli yolu tahmin eden algoritmalar, genellikle yolculuk bağ süresini statik olarak hesaplamakta ve gerçek trafik durumunun dinamikliğini göz ardı etmektedir. Böylece, tahmini yolculuk süresi doğru hesaplanamamaktadır.” diyen Kim, Hojung ve diğ. [21], simulasyon verisi kullanarak statik veya dinamik trafik yol ağlarında planlanan en kısa yolculuk süresini doğru olarak hesaplamak istemiş ve dönüş hareketlerinin yolculuk süresinde oluşturduğu gecikmelerin etkisini hesaplamaya çalışmışlardır.



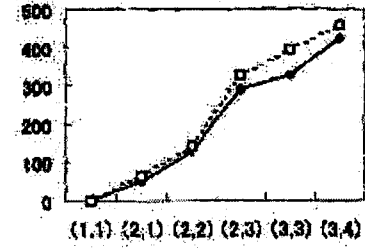
1 Numaralı Güzergah



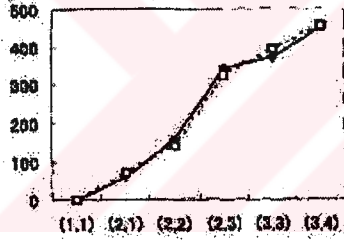
11:00-13:00



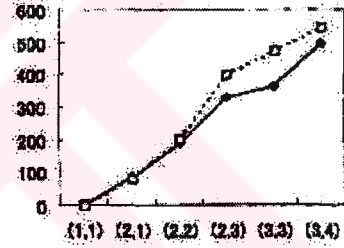
07:30-09:00



13:00-17:00



9:00-11:00



17:00-19:00

Şekil 2.6. 1 numaralı güzergah için, hesaplanan ortalama yolculuk süreleri gözlem yapılan saatlerde (07:30-09:00, 9:00-11:00, 11:00-13:00, 13:00-17:00, 17:00-19:00) ayrı ayrı gözlem değerleri ile karşılaştırılması. Burada düz çizgiler gözlem değerlerini, kesikli çizgiler tahmin değerlerini göstermektedir.

Sun'ın [22] çalışması ise, özellikle istatistiksel test teknikleri açısından bu çalışma ile benzerlikler göstermektedir. Araştırmada, tekil lup indüktif dalga formlarını kullanarak araç hızlarını hesaplayan bir model geliştirmiştir. Modelin kalibrasyonu ve testi için Kaliforniya'dan toplanan veriler kullanılmıştır. Model bağımlı değişken

olarak araç hızını ve bağımsız değişken olarak da lupun dönme oranını kullanan bir doğrusal regresyondur.

$$\text{Hız} = 3,59 + 1,74 \text{ lupun dönme oranı} \quad (2.14)$$

R^2 0,8273 ve değişkenlerin t-testi sonuçları sırasıyla 7.79, 37.78 olarak elde edilmiştir. Standart hata 1,903 m/s.'dir. Değişen varyans için kullanılan White testi sonucu anlamsız çıkmıştır. Ardışık bağımlılık testi için uygulanan Darbin-Watson sonucunda bağımlılık düşük çıkmış ve göz ardı edilmiştir. Model iki farklı yöntemle karşılaştırılmış ve en küçük ortalama hata ve hataların en küçük standart sapmasına sahip olduğu görülmüştür. Bu modeller ile çalışmanın modelinin karşılaştırma sonuçları Tablo 2.6'da verilmiştir. Ayrıca model, farklı trafik şartlarında da güvenli sonuçlar vermiştir. Bu sebeple, tekrar kalibre etmeden farklı bölgelerde kullanılabilir [22].

Tablo 2.6. Çalışmanın modelinin karşılaştırma sonuçları.

Model Türü	Çalışmanın Modeli	Model I	Model II
Ortalama hata	6,7	7,24	37,1
Hataların standart sapması	5,7	11,73	15,9

Durum uzay modelini ve oto-regresif (AR) modeli kullanan Shao ve diğ.'nin [23] uyguladığı yöntem ise, trafik akımını tahmin ve gelecekteki güzergah yolculuk süresi hizmeti için uygulanmıştır. Gözlemlenen trafik akımı ve güzergah yolculuk süresi zaman serileri, dinamik olarak gerçek zamanlı tahmin edilebilecektir. İlk olarak durum uzay modeli ve AR modeli kent içi çevreyolu yol ağından gözlemlenen trafik akımı ile kurulmuştur. Daha sonra, modeller kent içi çevreyolu yol ağındaki trafik akımını ve güzergah yolculuk süresini tahmin etmek için kullanılmıştır [23].

Dowling ve diğ.'lerinin [25] yaptığı çalışmada, daha önceden ulaşım talep modellerinde kullanılan hız tahminleri için BPR'ın otoyollar ve sinyalli kent içi yollar eğrileri iyileştirilmiş ve bu eğrilerin doğruluk derecesi ve performansı araştırılmıştır. Araştırmaya göre; "Yüksek dereceli fonksiyonları kullanan bu güncelleştirilmiş eğriler, talebin kapasiteyi aşmadığı trafik hacimlerinde daha az duyarlılık göstermektedir. Talep kapasiteyi aştığında tahmin edilen hız birdenbire çok düşmektedir. Tıkanıklığın olmadığı ve kuyruklanmanın olduğu durumlarda bu eğriler daha doğru araç hızı tahminleri yapabilmektedir. Ancak, bu eğrilerin yolculuk

talep modelinin performansına olan etkisi daha önceki çalışmalarda fark edilmemiştir. Uygulayıcılar, artık bu hız-akım eğrilerinin etkilerini merak etmektedir. Yüksek dereceli fonksiyonların kullanımı hesaplarda güçlük yaratmakta ve birdenbire değişiklik gösteren hız-akım eğrileri de trafik atama işlemindeki denge yakınsamasını ters yönde etkilemektedir.” Bu çalışma, güncelleştirilen bu hız-akım eğrilerinin, ulaşım talep modeline olan etkilerini incelemekte ve trafik atama işlemi sırasında daha iyi yakınsama sağlayacak alternatif bir hız-akım eşitliği sunmaktadır.

Kachroo ve diğ. ise [26], otoyollarda yolculuk süresi tahmini için makroskobik model kullanmışlardır. Ancak, bu çalışmada ortalama yolculuk süresi veya statik değerler yerine gerçek zamanlı yolculuk süresi tahmin edilmek istenmiş ve bunun için tahmin fonksiyonları ve algoritmalar geliştirilmiştir.

Kwon ve diğ.’nin [27] yapmış olduğu çalışmada, otoyollarda yolculuk zamanının günden güne değişimi incelenmiş ve tekil lup dedektörden elde edilen akım ve yol işgali verileri ve geçmiş yolculuk zamanı bilgileri ile gelecek yolculuk zamanı için bir tahmin yaklaşımı sunulmuştur. Lineer regresyon ve tree-based yöntemleri kullanılarak birkaç dakikadan bir saate kadar tahminler yapılmıştır. 20 dakikaya kadar yapılan tahminler için mevcut trafik durumu etkili olurken, daha uzun süreli tahminler için geçmiş veriler etkili olmuştur. Bu çalışmada, daha önceki çalışmalarda genellikle kullanılan simulasyon verisi yerine tam teçhizatlı araçlarla ölçülen gerçek trafik verileri kullanılmıştır. Tahmin yönteminde, göz önünde bulundurulanan yolculuk zamanlarının günlük değişimi için bir ölçüm geliştirilmiştir. Bu ölçüm, hem tahmin yöntemi için girdi oluşturmuş hem de trafik ve planlama modellerinin kalibre edilmesinde kullanılmıştır.

Turner ve diğ. [28] yaptıkları çalışmada ise, trafik tekniği ile ilgili olmayan kişilerin de yollardaki tıkanıklık seviyelerini ölçebilmeleri ve tahmin edebilmeleri için çeşitli işlemler önermişleridir. Yolculuk zamanı gözlemleri ve yol parçası verileri ile önceki tıkanıklık çalışmaları da kullanılarak, bu işlemler, mevcut trafik sayımları ve yol envanteri verilerini kullanabilecek şekilde geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemin, doğrudan veri toplamanın mümkün olmadığı zamanlarda ilgili makamlara yol göstereceği söylenmektedir [28].

Sisiopiku ve diğ.’nin [29] yapmış olduğu çalışmada, lup dedektörlerden elde edilen akım ve yol işgali verileri ile simulasyon teknikleri kullanılarak yolculuk zamanı ve

akım/yol işgali ilişkileri belirlenmiştir. Her iki yöntemle de şu sonuçlar elde edilmiştir:

- a) Düşük trafik akımlarında yolculuk zamanı, akım ve yol işgaline bağlı değildir.
- b) Belirli oranlardaki yol işgali değerlerine göre yolculuk zamanı ve dedektör verileri ilişkilerini modellemek için genelleştirilmiş regresyon denklemi uygun çıkmaktadır.

Sisiopiku ve Roupail'in [30] yapmış olduğu literatür araştırmasında ise, çok yaygın olarak kullanılan dedektör verileri ile kent içi yollarda yolculuk zamanı tahmin yöntemleri anlatılmakta ve bunlar arasında karşılaştırma yapılmaktadır.

Prassas [31], Florida'da araştırmacıların ortalama yolculuk hızlarını gerçekte olduğundan 10 km/sa. daha düşük tahmin ettiklerini söylemektedir. Bu sebeple, Yolların Kapasitesi Elkitabındaki yöntem yerine daha detaylı simulasyon analizi yapabilen NETSIM'i kullanarak şu sonuçları elde etmiştir:

- 1- Simulasyonla yapılan ortalama yolculuk hızı tahminleri, Yolların Kapasitesi Elkitabı yöntemi ile yapılanlardan en az 10km/sa. daha yüksektir.
- 2- Sinyal yoğunluğu arttıkça, yolculuk hızları Yolların Kapasitesi Elkitabı yöntemindeki gibi keskin bir şekilde düşmemektedir.
- 3- Yolların Kapasitesi Elkitabı yönteminin aksine, simulasyon tahminleri, artan talebe karşı duyarlıdır.

Fambro ve Roupail de çalışmalarında [32], sinyalize kavşaklardaki hizmet seviyesini belirlemek için ortalama gecikmeyi ölçmek istemişlerdir. Yazarlar, ortalama gecikmenin en önemli parçalarından birinin ortalama yolculuk hızı olduğunu belirtmiş ve gecikmeyi tahmin eden modellerle ilgili literatür araştırması yapmışlardır. Daha sonra kendi gecikme modellerini geliştiren yazarlar, bu modelin Yolların Kapasitesi Elkitabında yer almasını tavsiye etmektedirler.

Fu. ve diğ.'nin [33] yapmış olduğu çalışmada, kent içi yollarda sinyalli bir kavşağa yaklaşan anayoldaki uzun kuyruklardaki tıkanıklığı ölçmek için bağ yolculuk süresi ve ortalama yolculuk hızı modellenmiştir. Model, sinyalize kavşak yaklaşımına konulan lup dedektör verileri ile geliştirilmiş ve geleneksel bir mikroskobik simulasyon modeli verisi ile denenmiştir.

Maloney ve Boyle [34], Amerika’da, Glendale isimli bir şehirde otobüslere ve acil yardım araçlarına sinyallerde yeşil yakan bir trafik önceliği sisteminin fizibilitesi ile ilgilenmişlerdir. Bu çalışmada, her bir otobüs seferi için, otobüslerin duraklardaki duraklama süreleri, yolculuk süreleri, sinyallerden dolayı gecikme süreleri, genel trafikten dolayı gecikme süreleri belirlenmiştir. Çalışmada sinyallerden dolayı gecikme süreleri ile gün ortasındaki sefer sayısında azaltma yapıldığı takdirde önemli kazançlar sağlanabileceği sonucuna varılmıştır [34].

Tam donanımlı test araçları yöntemi, ileri trafik yönetimi ve bilgilendirme sistemleri için gerekli olan gerçek zamanlı trafik verilerini toplamak için uygun bir yöntem olarak kabul edilmektedir [35]. Bu sebeple, Sirinivasan ve Jovanis [35], kent içi yollarda yolculuk süresini ölçmek için gerekli tam donanımlı test araçlarının sayısını belirlemeye çalışmışlardır. Anlattıkları algoritma, yolculuk zamanını 5-10-15 dakika gibi kabaca tahmin edebilmekte, her ölçüm periyodu için belirli bir yol bağında istenen yolculuk zamanı tekrar sayısını, geçilmesi gerekli yol bağı oranını ve zirve periyodunun uzunluğunu belirleyebilmektedir. Elde edilen algoritma, 170 mil²’lik Sacramento yolağı simulasyonunda sabah zirvesi için uygulanmıştır. Sonuçlara göre geçilmek istenen yol bağı oranı arttıkça, tam donanımlı test aracı sayısı artmakta ancak doğrusal olarak artmamaktadır. Kısa periyotlu ölçümler için daha çok sayıda araç gerekmektedir. Belirli bir sayıdaki tam donanımlı test aracı ile kent içi ana cadde oranından daha fazla otoyol bağı oranı kat edilebilmektedir. Tam donanımlı kent içi test araçları yoğun trafik ve yüksek hızlı otoyol ve ana caddelerde zirve saatlerde gerçek zamanlı trafik bilgileri toplanması için uygun bir yöntem olarak belirlenmiştir. Ancak, tali yollar veya sokaklar için ve zirve saat dışında kullanımı tavsiye edilmemektedir [35].

2.5.2. Şehir Dışı Yollarda ve Otoyollarda Yolculuk Süresi veya Yolculuk Hızının Modellenmesi Konusundaki Çalışmalar

Otoyollarda, yolculuk süresi veya yolculuk hızının modellenmesi için bu güne kadar yapılan çalışmaların bir çoğunda çeşitli lup dedektörler kullanılmıştır. Karl F. Petty ve diğ.’ne göre [36] tekil lup dedektörlerden toplanan verilerle, yolculuk süresinin doğru olarak tahmini için yapılan çalışmalar genel olarak ikiye ayrılır:

- a- birinci gruptaki çalışmalar, tek dedektörle ölçülen bilgileri kullanarak hızı hesaplamakta ve daha sonra bağdaki yolculuk süresini bulmaktadır.

- b- İkinci gruptaki çalışmalar, iki dedektörle yapılmaktadır. Bağın başına ve sonuna yerleştirilen bu dedektörlerle bağdaki yolculuk süresi doğrudan tahmin edilmektedir.

Birinci gruptaki çalışmalar, tekil lup dedektörlerden ölçülen akımı ve yol işgali bilgilerini kullanarak hızı hesaplarlar.

$$\text{Hız} = \text{akım} / (\text{yol işgali} \times g) \quad (2.15)$$

Burada kullanılan $1/g$, ortalama efektif araç uzunluğudur ve toplam araç uzunluğunun tekil dedektörün genişliğine bölünmesiyle bulunur. Basit olarak, g faktörü yol işgali oranını yoğunluğa çevirmektedir. Bu bağıntıyı Hall ve Persaud (1989) ve Pushkar ve diğ. (1994)'de bulmuş ve birçok problemi çözebilmişlerdi. Ayrıca bu denklemin doğruluğunun durum ve hava şartları gibi birçok faktörü de kapsayan bir fonksiyon olduğunu ispatlamışlardı.

1997'de Dailey, Kalman Filtresi kullanarak tekil lup dedektörden daha önce geçen araçların hızlarını gözlemleyip bir aracın gerçek hızını tahmin etmektedir. 1989'da Luk, bir bağdaki yolculuk hızını sadece ölçülen akım işlemine bağlı olarak tahmin eden bir yöntem kullanmıştır. 1996'da Nam ve Drew, bir bağın iki ucunda bulunan lup dedektörlerden geçen toplam akımı ölçerek o bağdaki yolculuk süresini hesaplayan bir yöntem kullanmışlardır. Dailey 1993'de yaptığı başka bir çalışmada, yukarı akım ve aşağı akım dedektörlerindeki akımın çapraz korelasyonunu kullanarak birbirlerinden 0,5 mil uzaklıkta yerleştirdiği iki tekil lup dedektör arasındaki yolculuk süresini tahmin etmiştir. Ancak bu yöntem modifikasyon yapılmadan tıkanıklık şartları için uygun değildir.

Petty ve diğ. [36], 1998'de yaptıkları çalışmada, çok şeritli bir otoyolda, tıkanıklık durumunda bile doğru sonuçlar verebilen ve tekil lup dedektörlerden elde edilen akım ve yol işgali değerlerini kullanan bir regresyon yöntemi sunmuşlardır. Yöntemin doğruluğunu tam donanımlı araçlarla toplanılan verilerle sağlamışlardır [36].

Karl ve diğ. [37], tarafından yapılan başka bir çalışmada, indüksiyon lup verisi kullanarak yolculuk süresini hesaplayan ve tahmin eden yöntemlerden birkaçı, Fransa, İtalya ve Hollanda'daki 3 test bölgesinde uygulanmıştır. İndüksiyon lup dedektörle gözlemlenen yolculuk hızları ile geliştirilen model tıkanık olmayan veya az tıkanık olan bölgelerde uygulandığında standart sapma % 10-15 arasında

değişiklik göstermiştir. Yüksek tıkanıklık seviyelerinde ise modelde önemli sapmalar oluşmuştur [37].

Gerçek zamanlı trafik bilgileri toplamak için tam donanımlı test araçlarının kullanımı uygulamada tercih edilen faydalı bir yöntemdir. Bu yüzden Chen ve Chien [38], otoyol bağlarındaki yolculuk sürelerini doğru tahmin edebilmek için ne kadar tam donanımlı test aracına ihtiyaç duyulduğunu hesaplayabilmek için bir çalışma yapmışlardır. Simulasyon sonuçlarına göre yol bağı yolculuk süresinin normal dağıldığı kabul edilse de bazen bu doğru olmamaktadır. Bu sebeple, tam donanımlı test araçlarının minimum sayısını belirleyecek bir yöntem geliştirilmiştir. Ayrıca çalışmada, trafik hacminin gerekli tam donanımlı test aracı sayısına etkisi de tartışılmıştır [38].

Kuwahara ve diğ.'lerinin [39] yaptığı çalışma, tıkanık olmayan şehirlerarası otoyollarda, ağır taşıtların trafik akımına etkilerini analiz etmektedir. İlk olarak, 43 noktadaki dedektör verileri ile hız seviyelerine göre özel araç eşdeğerleri tahmin edilmiştir. Daha sonra, ağır taşıtların etkisini hesaplayabilmek için, yolun bir fonksiyonu olarak akım, hız ve ağır taşıt oranının 3 boyutlu regresyonu yapılmıştır.

Texas'ta, otoyolun 26 miline kurulan bir sensör sisteminden elde edilen verileri analiz için Transguide adı verilen bir ileri trafik yönetim sistemi bulunmaktadır. Otoyolun, genellikle şehir merkezi kısımları ve en dış çevreyoluna bile ulaşmayan bölgeleri ile ilgilenilen bu çalışmanın [40] amacı, sensörlerden ve coğrafik bilgi sisteminden (GPS) toplanılan bilgileri kullanarak, Texas'taki otoyolda gerçek zamanlı yolculuk süresini tahmin etmek için bir model oluşturmaktır. İlk olarak, modüler sinir ağının hız, yol işgali ve hacim gibi trafik mühendisliği konularındaki çeşitli periyotlardaki tahminleri test edilmiş, daha sonra hali hazırda uygulanan yöntemlerle tahmin edilen bu değerlere bağlı olarak beklenen yolculuk süresi hesaplanmıştır. İkinci olarak, çeşitli periyotlardaki yolculuk süreleri lup verileri ve modüler sinir ağı ile doğrudan tahmin edilmiştir. Modeller Texas'taki otoyoldan GPS ile toplanan verilerle test edilmiş ve eğitilmiştir. Daha sonra iki modelin sonuçları birbirleri ile ve diğer yolculuk süresi tahmin modellerinin sonuçları ile karşılaştırılmıştır [40].

Suzuki ve diğ. [41], uzun bir otoyol koridorunda başlangıç-son (B-S) yolculuk süresini ve trafik akımını, yapay sinirsel Kalman filtresi ve dinamik olarak tahmin

edebilmek için bir model geliştirmişler. Model, yol bağı, trafik hacmi, anlık hız ve çıkış kolu hacmi gibi dedektör verilerini kullanarak B-S yolculuk zamanını ve B-S akımını aynı anda tahmin etmektedir.

2.6. Karma Trafik Akımının Modellenmesi ve Motorlu Trafik Akımına Etkileri Konusundaki Çalışmalar

Karma trafik akımının modellenmesi ve motorlu trafik akımına etkileri konusundaki çalışmalar, kent içi yollarda veya otoyollarda yapılan yolculuk süresi veya yolculuk hızı modellemesi çalışmaları kadar yaygın olmamakla birlikte gelişmekte olan ülkelerde üzerinde araştırılma yapılan bir konudur. Bu bölümde elde edilen makaleler kısaca özetlenecektir.

Pan ve Kherali'nin [42] yapmış olduğu çalışma, Çin'de araziden gözlemlenen araç hızlarını inceleyerek motorsuz taşıt trafiğinin motorlu taşıt trafiğine olan etkisini araştırmıştır. Çalışmada, Hindistan ve Endonezya'da kullanılan 3 yöntemden bahsedilmiştir. Bu yöntemlerden ilki, Hindistan'da uygulanan özel araç eşdeğerlikleridir. İkinci yöntem, Endonezya'daki bir çalışmadan aktarılmıştır. Bu yöntemde göre, motorsuz araç trafiği, yol kaplamasında işgal ettiği genişlik oranı kadar motorlu araç trafiğini azaltmaktadır. Üçüncü yöntem, Endonezya Yolların Kapasitesi Elkitabında kullanılan yöntemdir. Bu yöntemde, bir yol kenarı sürtünme katsayısı kullanılmıştır. Motorsuz araç trafiği, yayalar ve durak sayısı, yol kenarı sürtünme katsayısını oluşturan faktörlerdir. Ancak yazarlar, bu yöntemlerin Çin için uygulanması durumunda yol kenarı sürtünme katsayısının yol genişliği ve motorlu araç trafiğine bağlı olarak değiştiğini ve bu yüzden sabit bir yol kenarı sürtünme katsayısının çok geniş ve çok dar yollarda yanlış tahminler yapacağından uygun olmayacağını söylemektedirler. Bu sebeple yazarlar, daha güvenilir ve daha kolay bir yöntem geliştirmeye çalışmışlardır. Bu yöntem için az sayıda giriş ve çıkışı olan 5 farklı homojen yol kesiminden veri toplanılmıştır. Veri toplanılan yol kesimleri, yoğun, zirve saatlerde tıkanan ve motorsuz araçları da kapsayan trafik akımına sahiptirler. Şehir merkezindeki motorsuz araç trafiği etkisini azaltmak ve motorlu araç trafiğini izole etmek için, yol kesimleri şehir merkezlerinden uzak seçilmişlerdir. Genişlikleri 7 m-18 m arasında değişen bu yolların ortak özellikleri banketlerinin olmamasıdır. Bu sayede motorlu ve motorsuz trafik aynı yol yüzeyini

paylaşabilmektedir. Geniş yollarda motorsuz trafiği ayırmak için beyaz şerit çizgileri bulunmakta bu yüzden motorsuz araçların etkilerinin önemsiz olduğu söylenmektedir. Bu sebeple de, geniş yollar çalışma dışında bırakılmıştır. Seçilen yollarda, 1994 Ekim-Kasım aylarında trafik akımları ve hızlar gözlenmiştir. 1995 Mart'ında da ek gözlemler yapılmıştır. Ancak bu ek gözlemlerin ne amaçla yapıldığı açıklanmamıştır. Motorsuz ve motorlu araçların hızları kronometre ile ölçülmüştür. Çin'deki trafik akımlarında bisikletin en büyük orana sahip araç olmasından dolayı, çalışmada özel araç eşdeğerleri yerine bisiklet eşdeğerleri (BCE) kullanılmıştır. Makalede, gözlenen motorlu araç hızları motorsuz araç akımına göre grafik olarak çizildiğinde, motorlu araç hızlarının motorsuz araç akım miktarı arttıkça, azaldığı söylenmiş ancak bununla ilgili bir şekil verilmemiştir. Model yöntemi olarak lineer regresyon yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen model;

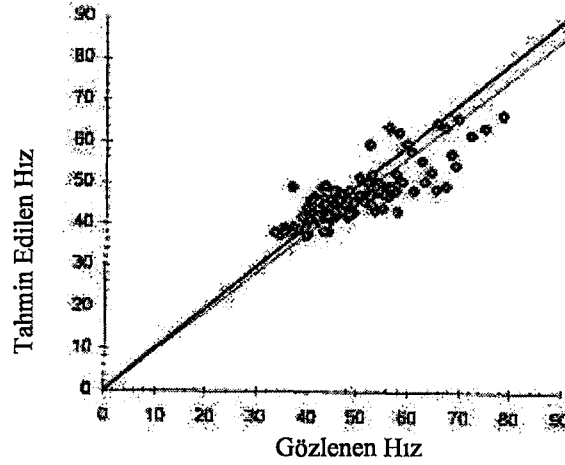
$$V_{pf} = V_{qh} - a_{pf} * Q_{nf} \text{ tir.} \quad (2.16)$$

Burada V_{pf} , tahmin edilen motorlu araç hızı (km/sa.), V_{qh} , regresyon tarafından hesaplanan serbest akım hızı (km/sa.) değeri, a_{pf} , hız-akım eğimi olarak adlandırılan regresyon parametresi ve Q_{nf} , motorsuz trafik akımını (BCE/sa.) göstermektedir.

Bu model kullanılarak hesaplanan araç hızları Tablo 2.7'de verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında R^2 değerlerinin çok yüksek olmadığı görülür. Kesişim değerleri motorsuz trafiğin 0 olduğu andaki hızı, eğimler de motorsuz trafiğin motorlu araç hızını etkileme oranını temsil etmektedir. Ayrıca yol genişlikleri azaldıkça, kesişim değerleri de azalmaktadır. Çalışmadan elde edilen model, daha sonra otoyol genişletme ve yönetiminde kullanılan üç bölge (HDM-III) yönteme benzetilmeye çalışılarak genel bir model haline getirilmek istenmiştir. Ancak çalışmada kullanılan veriler arasında serbest akım hızı ve kapasite akım hızı gözlenemediğinden bu bölgeler için model geliştirilememiş, sadece 2. bölgedeki geçiş akımı modellenmiştir. Modelden elde edilen tahmin değerleri ile gözlem değerleri grafik olarak karşılaştırılmıştır (Şekil 2.7) [42].

Tablo 2.7. Pan ve Kherali'nin Çin için yapmış olduğu çalışmada elde edilen regresyon sonuçları [42].

Yol (genişlik)	Regresyon Katsayıları	Otomobil	Hafif kamyon	Orta kamyon	Ağır kamyon	Otobüs
(11.0m.) Q(BO)=500-750	Sabit	76,9	59,6	59,7	57,7	57,9
	Eğim	-0,0164	-0,0121	-0,0123	-0,0107	-0,0118
	R ²	0,61	0,45	0,58	0,49	0,71
	Örnek büyüklüğü	25	25	25	25	25
	Standart hata	6,12	6,21	4,90	5,15	3,45
(9.0m.) Q(BO)=0-200	Sabit	82,6	59,2	61,8	57,4	59,8
	Eğim	-0,0229	-0,0128	-0,0139	-0,0091	-0,0111
	R ²	0,77	0,71	0,68	0,50	0,61
	Örnek büyüklüğü	12	12	12	12	12
	Standart hata	5,70	3,77	4,48	4,30	4,06
(9.0m.) Q(BO)=900-1100	Sabit	69,2	51,2	49,2	46,1	49,6
	Eğim	-0,0260	-0,0157	-0,0148	-0,0111	-0,0156
	R ²	0,71	0,71	0,64	0,52	0,58
	Örnek büyüklüğü	33	33	33	33	33
	Standart hata	5,28	3,30	3,56	3,42	4,25
(7.0m.) Q(BO)=300-500	Sabit	60,4	52,0	52,6	53,2	52,9
	Eğim	-0,0359	-0,0246	-0,0283	-0,0301	-0,0288
	R ²	0,79	0,68	0,66	0,68	0,74
	Örnek büyüklüğü	35	35	35	35	35
	Standart hata	3,75	3,25	3,98	3,99	3,32



Şekil 2.7. Modelden elde edilen y-tahmin değerleri ile x-gözlem değerlerinin grafik olarak karşılaştırılması.

Oketch'in [43] geliştirdiği karma trafik akımlarının modellenmesi çalışmasında, motorsuz taşıtlar göz önünde bulundurulmuştur. Ayrıca modelde, iki tekerlekli araçların kuyrukların önlerine doğru ilerlemeleri ve iki şeridin aynı anda kullanılması da dikkate alınmıştır. Sollama hareketleri için bulanık mantık kullanılmıştır. C++ yazılımı yardımıyla, tanımlanan model mantığına dayalı bir mikroskobik simulasyon programı geliştirilmiştir. Araç varışları ve kabul edilen araçlar arası aralıklar, araç uzunlukları, isteğe bağlı hız, yavaşlama ve hızlanma ivmeleri gibi karakteristik özellikler, genel istatistik dağılımlara bağlı olarak modellenmiştir. Modele girilen yol ağı verileri; kavşak kontrol şekilleri, sinyal süreleri, trafik hacmi, dönüş hacimleri, trafik kompozisyonu, araç uzunluğu ve genişliği, araç yavaşlama ve hızlanma ivmeleridir.

Model Nairobi'de, iki sinyalli kavşak arasında bulunan bir bağda denenmiştir. Kavşaklar koordineli olmamakla birlikte, 90 sn ve 120 sn sinyal devrelerine sahiptir. Trafik hacminin % 5'i motorsuz araçlardan oluşmaktadır. Veriler, 1998 Eylül ayında, video kamera ile 20 saatlik gözlem sonucunda elde edilmiştir. Ortalama yolculuk süreleri, sinyal kuyruk uzunlukları ve gecikmeleri gözlemlerden hesaplanmıştır. Yavaşlama ve hızlanma ivme verileri Almanya'dan test aracı tekniği ile toplanmıştır. Araç genişlikleri 1-3 m. arasında alınmıştır. Bu giriş verilerinden sonra simulasyon yapılarak, simulasyon ve gözlem sonuçları karşılaştırılmıştır. Sonuçlar Tablo 2.8'de gösterilmiştir. Gözlem değerlerine göre, sinyaldeki ortalama gecikme 88,6 sn. iken, bu değer, araçlar arası aralıkları kullanarak kuyruğun önüne hareket ettiklerinden,

bisiklet ve motosikletler için 44,8 sn.'dir. Modeldeki maksimum hata % 5,3'dür. Ortalama sonuçlar % 95 güvenilirlik düzeyinde geçerlidir. Model reaksiyon süresine, yavaşlama ve hızlanma ivmesine ve isteğe bağlı hıza karşı duyarlıdır. Reaksiyon süresi 0,6 sn.'den 1,2 sn.'ye çıkarıldığında model sonuçları % 60-100 arasında artmaktadır. Model araç genişliğine karşı da duyarlıdır ve araç genişliği artırıldığında tüm akım performansı bozulmaktadır. Tahmin sonuçları, gözlem sonuçlarına yakın çıkmasına rağmen kalibrasyon için kullanılan trafik akımı yalnızca % 5 oranında motorsuz araç trafiği içermektedir. Bu sebeple model, daha yüksek oranlardaki motorsuz trafik hacimlerinde de denenmelidir [43].

Tablo 2.8. Simulasyon ve gözlem sonuçları karşılaştırılması. Parantez içindeki değerler simulasyon değerleridir [43].

1. Kavşakta Güney kolundaki Parametreler	Ortalama	Standart Sapma	En Düşük	En Yüksek	Ortalamaların Hatası (%)
Sinyal devresi gecikmesi (sn.)	88,6 (89,4)	32,0 (25,6)	62,5 (70,5)	89,0 (86,0)	1,1
Her sinyal devresindeki kuyruk uzunluğu (araç sayısı)	38 (40)	10,0 (8,3)	31 (34)	37 (39)	5,3
Bağdaki orta hız (250. m.'deki hız) (km/s.)	59,8 (59,4)	14,3 (11,6)	56,3 (52,9)	60,0 (59,8)	-0,7
Bağdaki toplam yolculuk süresi (sn.)	95,2 (98,2)	32,3 (40,1)	74,0 (65,0)	95,0 (98,3)	3,2

Zahir ve diğ.'nin yaptığı çalışma [44], Dakar'da kamu yolcu taşımaya yapan araçların hız profillerini, tıkanıklığı ve gecikme sürelerini bölgesel ve ekspres olarak, hem zirve saatte hem de zirve saat dışında analiz etmektedir. Transİt yolculuk süreleri, durakların sayısı ve yerlerine, durma süresi ve sıklığına, trafik tıkanıklığına, sürücülerin beklenmeyen davranışlarına, işletme periyoduna ve motorlu araçlarla motorsuz araçların etkileşimlerine bağlı bir fonksiyon olarak tanımlanmıştır. Sürücülerin, zirve saatte veya zirve dışı saatte düzensiz durmaları, araç içinde geçen

süreyi, yolcuların bekleme sürelerini ve duraklar etrafında trafik tıkanıklığını arttırmaktadır. Bu analizde, transit araçların performansını arttırmak için belirli bir güzergah, zaman çizelgesi, zirve saat ve zirve saat dışındaki talebe göre duraklama çizelgesi uygulanmalıdır sonucuna varılmıştır [44].

Khan ve Maini'nin yapmış olduğu yayında [45], Hindistan, Bangladeş ve Endonezya'da yapılan, şerit bazlı olmayan karma trafik ortamı ile ilgili çalışmalar özetlenmiştir. Bu çalışmalarda, trafik kompozisyonunun tamamlayıcı özellikleri, sürücü davranışı, yol geometrisi, manevra kabiliyeti ve araç etkileşimleri araştırılmıştır. Global enerji krizi, çevre dostu ulaşım türleri araştırması ve yenilenebilir enerji kaynaklı büyüme bilinci ile motorsuz araçların motorlu araçlarla bütünleştirilmesi gerektiği fikri son günlerde çok yaygınlaşmıştır. Khan ve Maini heterojen yani karma trafik akımının özelliklerini şu şekilde tanımlamışlardır:

- 1- Heterojen trafik akımındaki farklılıklar genellikle heterojen trafik akımını oluşturan çok çeşitli araçların işletme ve performans özelliklerinden kaynaklanmaktadır.
- 2- Karma trafik akımı, yol kenarı yaya hareketleri ile ilişkilidir.
- 3- Kavşaklarda, geçiş hakkına riayet edilmemektedir.
- 4- Yol boyu parklanma mevcuttur.
- 5- Yol kenarında ticari talep mevcuttur.
- 6- Yollar genellikle dardır.
- 7- Yol çizgilerine uyulmamakta veya yol çizgileri bulunmamaktadır.
- 8- Araçlar şerit bazlı hareket etmediklerinden zaman aralığı ve yoğunluk gibi tanımlar anlamsızlaşmaktadır.
- 9- Kavşaklarda bisiklet motosiklet gibi küçük araçlar, diğer araçlar arasındaki aralıkları kullanarak kuyruğun başına geçmektedirler.

Karma trafik ortamı ile homojen trafik ortamının farklılıklarına değinildikten sonra, karma trafik akımı ortamında hız, akım ve yoğunluk ilişkileri için oluşturulan 3 makroskobik yaklaşım anlatılmıştır. Bu yaklaşımlardan ilkinde, karma trafik akımında araçların özel araç eşdeğerlikleri ile çeşitli yol tipleri için kapasite tayin edilmiş ve buna bağlı olarak plaka okuma tekniği ile hız-akım ilişkileri

oluşturulmuştur. İkinci yaklaşımda, bilinen yoğunluk kavramı yerine, bisiklet trafiği için de kullanılan “alansal yoğunluk” kavramı kullanılmıştır. Alansal yoğunluk kavramı, kilometreye düşen araç sayısı yerine birim alana düşen araç sayısını temsil ettiğinden karma trafik akımı ortamı için daha uygundur denilmektedir. Daha sonra her araç türünün hızlarının ağırlıklı ortalaması alınarak hız-akım ilişkileri oluşturulmuştur. Üçüncü makroskobik yaklaşımda ise, fotoğraf verilerinden yararlanılarak hız ile araçların ön ve arkalarındaki aralıklar tanımlanmış ve bu verilerle araç işletme hızlarının nasıl etkilendiği modellenmiştir.

Yayında, makroskobik yaklaşımlardan sonra, hız, akım ve yoğunluk ilişkilerini tanımlamak için mikro simulasyon yönteminin kullanıldığı 5 model anlatılmaktadır. Bu simulasyon yöntemlerinden ilki İsveç Yol Trafik Simulasyonu Modeli’nin (SWERTS- Swedish Road Traffic Simulation Model) Hindistan’a uyarlanmış halidir (INSWERTS). Yöntemde Hindistan’daki çeşitli yol tipleri ve 9 farklı araç türü kullanılmıştır. Modelin girdileri, yol genişliği, banket genişliği, hız limitleri, eğim, kurp yarıçapı, geçiş yasakları ve kaplamanın durumu gibi yol bilgilerinin yanı sıra, araç türü, serbest akım hızı, güç/kütle oranı, yolculuk yönü, yola giriş-çıkış koordinatları ve yola giriş anındaki hız ve zaman gibi araç bilgileridir. Modelin çıktıları ise, araçlar arası zaman aralığı, yolculuk hızı, anlık hız ve sollama sayısıdır. 4 farklı yol konfigürasyonundaki 28 akımdan elde edilen verilerle, gözlem ve simulasyon verileri karşılaştırılmış ve bazı istatistik sonuçlar verilmiştir. Ancak bu sonuçlar, Khan ve Maini tarafından yeterli görülmemiştir.

İkinci mikro simulasyon yöntemi, kent içi yol trafik simulasyonu MORTAB’tır (Model for Depisting Road Traffic Behavior). Ramanayya’nın 1988’de [46] geliştirdiği modelde, 8 araç türü ve 12 alt model bulunmaktadır. Modelin girdileri, trafik kompozisyonu, trafik hacmi ve araçlara özgü serbest akım hızıdır. Modelin çıktıları ise, her araç türü için hız, gecikme, sollama sayısı ve kontrol noktalarındaki anlık hızların ve araçlar arası aralığın dağılımlarıdır. Model önce %100 özel araç trafik kompozisyonu, daha sonra da %10, %30, %50 motorsuz araç trafik kompozisyonları için denenmiştir. Çalışmada, mikroskobik simulasyondan elde edilen sonuçlara göre makroskobik hız, akım ve yoğunluk ilişkileri de sunulmuştur. Elde edilen bağıntıların istatistik test sonuçları oldukça iyidir. Ancak Khan ve Maini modelin geçerliliği için, farklı trafik şartları, yol geometrileri ve trafik kompozisyonları ile denenmesinin de gerekli olduğunu söylemektedirler.

Üçüncü yöntem, kavşak yaklaşımı benzetimi ile Sutomo'nun 1992'de geliştirdiği TRASMIC'tir (Traffic Simulation for Mixed Conditions). Bu model, Endonezya trafik şartları için İngiltere'de Leeds Üniversitesinde geliştirilmiştir. Homojen trafik şartları için geçerli işlemleri heterojen trafik şartlarına doğrudan uygulamanın sakıncalarını göz önüne alan Sutomo, her kavşak kolu genişliğini birer metrelik ince şeritlere bölmüştür. Böylece her bir araç türü farklı sayıda şerit kaplamıştır. TRASMIC'te trafik şeridi değiştirme ve araç takip davranışı sadece tek bir kavşak kolu için modellenmiştir. Bu yüzden, sol dönüşler gibi kesişen akımlar modellenememiştir.

Dördüncü yöntem, izole edilmiş sinyalize kavşak benzetimi MIXSIM'dir (Simulation of Mixed Traffic Stream). Bu yöntem de İngiltere'de Southampton Üniversitesinde Hoque tarafından 1994'de geliştirilmiştir. MIXSIM de TRASMIC gibi araç hareketlerini modellemek için ince şeritler (0,5m) kullanmıştır. Model Bangladeş Dakar'daki 4 kavşaktan toplanan çeşitli trafik şartlarındaki verilerle kalibre edilmiştir. Gözlem ve simulasyon değerlerinin kıyaslanma sonuçları %1 ve %5 güvenilirlik düzeylerinde anlamlı çıkmıştır. Simulasyon tahminlerinin standart sapması genellikle gözlemlerin standart sapmasından düşük olmuştur.

Beşinci yöntem, yol ağı benzetimi MIXNETSIM'dir (Roadway Network Simulation). Bu çalışma da, Southampton Üniversitesinde Hossain tarafından 1996'da yapılmıştır. Bu modelde, sinyalli, sinyalsiz ve dönel kavşak olmak üzere çeşitli kavşak türleri göz önünde bulundurulmuştur. Ayrıca ince şerit yaklaşımı yerine koordinat sistemi kullanılmış ve koordinat yaklaşımı her aracın ayrı ayrı şeritler halinde işlem görmesine olanak sağlamıştır. Dönel kavşaktaki serbest akım hızı, serbest akım yavaşlama davranışı ve araçlar arası aralık bırakma davranışı gibi değişkenleri hesaplamak için önemli ölçüde veri toplanmıştır. Modelin sonuçları, Bangladeş Dakar'daki iki koridorda yapılan gözlemlerle denenmiştir. Bu koridorlardan birinde motorsuz taşıt girme yasağı bulunmaktadır. Tüm kıyaslamalar % 5 güvenilirlik düzeyinde kalmıştır. Ayrıca model, artan talep akımı, motorsuz araçların akıma girişi, değişik oranlardaki motorsuz araç kapsayan akımlar ve değişik yol genişlikleri için de kullanılmıştır.

Bu modellerin incelenmesi sonucunda Khan ve Maini karma trafik özelliklerinin yol geometrisine, trafik şartlarına ve araçların trafik akımı içindeki statik ve dinamik

özelliklerine bağlı olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca, a) yol genişliği, sürücü davranışını ve buna bağlı olarak da araçlar arası etkileşimi tanımlamaktadır, b) sabit bir birim otomobil eşdeğeri (BO) tanımı uygulanamamaktadır, c) geliştirilen modellerin bir çoğu daha geniş verilerle çalışılmalıdır, gibi sonuçlar da çıkarmışlardır [45].

Yol projelerinde kullanılan tahminler, gecikme, yakıt tüketimi ve sürücülerin maruz kaldığı diğer maliyetler gibi hızın ve trafik akımı kalitesinin sonuçları olan bilgilere dayanmaktadır. Hindistan'daki trafik akımını modelleyen bir çalışma [47], süreksiz olay simulasyon modeli ile Hindistan'daki kent içi yol ağında. 3,5-5,5m genişliğindeki dar yollarda, 7m genişliğindeki çift şeritli yollarda ve 14m genişliğindeki bölünmüş yollarda, trafik hızlarını ve diğer trafik konum bilgilerinin tahminini özetlemektedir. Bu çalışmada kullanılan simülâtörün kavramsal yapısı son 20 yıldır geliştirilmiştir. Simulasyon modeli, yol ve sürücü-arac karar verme işlemi için gerekli özet veri yapılarını sunan analitik ve ampirik birkaç alt model içermektedir. Bireyler tarafından uygulanan sürüş stratejisi, yol geometrisi ve diğer araçların etkileşimine bağlı olarak araç konumundaki değişiklikleri yansıtacak şekilde modifiye edilmiştir. Modelde at arabasından, en son model otomobile kadar 20 çeşit araç tipi bulunmaktadır. Yol alt modeli, simule edilen akımı geometrik olarak homojen gruplara ayırmakta ve ortadaki grubun hızını ve değişen geometrinin hız üzerindeki azaltma etkisini hesaplayabilmektedir. Trafik alt modeli de, hız ve güç/kütle oranı gibi araç özelliklerine göre akımlar üretebilmektedir. Modelin uygunluğunu gösterebilmek amacıyla birkaç deneme sonucu verilmiştir [47].

Marwah ve Ramaseshan [48,49] karma trafikte iki şeritli bir otoyolda araç etkileşimlerini analiz etmek için bir simulasyon modeli geliştirmiş ve denemişlerdir. Simulasyon, homojen otomobil trafiği için çeşitli hacim seviyelerinde ve karma trafik için kağı arabası ve bisikletin bulunduğu durumlarda yapılmıştır. Araçların özel araç eşdeğerleri de belirlenmiştir.

Başka bir çalışmada, kent içi yolculuk hızı ve trafik akımı arasındaki ilişkiyi modelleyen Yolların Kapasitesi Elkitabı (Higway Capacity Manual, HCM) yöntemi ve Singapur modeli kıyaslanmıştır [50]. HCM yöntemi, tekil kavşaklardaki gecikmeyi tahmin etmeye dayanmakta ve birçok detaylı veri gerektirmektedir. Singapur'da geliştirilen modelde ise sadece iki değişkene ihtiyaç duyulmaktadır;

kavşakta araçlar arası aralık ve minimum sinyal gecikmesi. İki model de benzer eğilimler göstermekte ancak HCM yöntemi tıkanık olmayan trafikte genellikle düşük hızlar tahmin etmektedir. Singapur arazi verileri, kent içi km başına sürüş süresinin, akım hızına bağlı olduğu kadar kavşakta araçlar arasındaki aralığa da bağlı olduğunu göstermiştir. Kent içi akımını, kapasiteyi ve km başına sürüş süresini tam olarak tanımlayarak mevcut modelleri iyileştirmek için öneriler sunulmuştur. Eğer sinyal zamanı ile ilgili detaylı veri mevcut değilse, Singapur modeli gibi modeller planlama için daha uygun görülmektedir [50].

Purdue Üniversitesi tarafından Hindistan'da yürütülen bir projenin amacı, sinyalli kent içi yolağında bağ ve güzergah yolculuk süresini tahmin etmek için bir yöntem geliştirmektir [51]. Farklı araçlar için mevcut simulasyon modellerinden daha faydalı ve mevcut analitik fonksiyonlar ve işlemlerden daha doğru şekilde yolculuk süresini tahmin etmek esas amaçtır. Sonuç algoritması standart bilgisayar sistemlerinde uygulanabilmekte ve iyi donanımlı trafik yönetim merkezlerindeki verileri kullanabilmektedir.

Hossain ve Mcdonald yaptığı başka bir çalışmada [52] ise, yine Hossain'in 1996'da geliştirdiği MIXNETSIM mikrosimulasyon modelini kullanarak, motorsuz araçların gelişmekte olan ülkelerdeki kent içi yollarda trafik akımına etkisini incelemişlerdir. Model, Bangladeş Dakar'daki iki koridorda denenmiştir. Bu koridorların birinde motorsuz araçlara giriş yasağı uygulanmaktadır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, motorsuz araç oranındaki % 10'luk bir artış, motorlu araçların yolculuk sürelerini % 30, % 40 düşürmektedir. Bu düşüş, motorsuz araç oranının % 30 seviyesine kadar çok yüksek, % 30'dan sonraki artışlarda daha az olmaktadır. Ayrıca, motorsuz araçlara giriş yasağı uygulandığında koridor yolculuk süresi % 30 azalmakta ve yolcu hareket kapasitesi % 300 artmaktadır. Bu sebeplerle yazarlar, gelişmekte olan ülkelerde motorlu ve motorsuz trafiğin ayrılması gerektiğini söylemektedirler.

3. KONYA KENTİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Konya, İç Anadolu Bölgesi içinde beş ana merkezden (Ankara, Eskişehir, Konya, Sivas, Kayseri) ve 1997 yılı nüfus sayımına göre ülkemizin 7 büyük kentinden biridir [54]. Sanayi alanlarının genişliği ve bu alanlardaki hızlı gelişme kentin sosyo-ekonomik yapısını olumlu yönde etkilemektedir. Konya % 23,54 nüfus artışı [54] ile hızlı biçimde gelişen bir kentimizdir. Gecekondu önleme bölgeleri tam zamanında faal hale getirilmiş ve kentliler bu bölgelerden ucuz ve konforlu konut sahibi olabilmıştır. Mevcut durumda Konya’da gecekondu yoktur. Kent, gelişen sanayi ve diğer sektörlerdeki büyüme sebebiyle hem il ve bölge içinden, hem de güneydoğu gibi uzak bölgelerden göç almaktadır. Konya, tarımsal açıdan ülkemizde en önde gelen şehirdir ve bu kente, ülkemizin tahıl ambarı da denilmektedir. Ayrıca, Konya tarım ürünlerinin üretimi ve ihracatında ülke çapında söz sahibi olmuş bir kentimizdir. Konya’da üretilen sanayi ürünlerinin bir bölümü, İstanbul, Bursa dahil pek çok büyük kente ve yurt dışına pazarlanmaktadır.

Konya Büyükşehir statüsünde olup; Selçuklu, Karatay ve Meram İlçeleri olmak üzere 3 ilçeye bölünmüştür. Oluşturulan ilçe alanlarının sınırları herhangi bir eşige dayanmamakta ve kent merkezini de ortaklaşa bölüşmektedirler. İlçe ayrımının mekan ayrımı ve sosyo-psikolojik farklılaşması ise henüz yeni yeni oluşmaktadır.

3.1. Sosyo-Ekonomik Veriler

3.1.1. Mevcut Arazi Kullanımı

Konya kentinin geniş bir banliyö alanı bulunmaktadır. 1985 -ve 1990 yıllarında çalışan nüfusun % 17,4’ü ticaret sektöründe çalışmaktadır. Toptan ve perakende ticaret ve şahsi hizmetler 109 ha kaplamakta ve kentli, nüfus başına 1,56 m² alan kullanmaktadır. Bu alanın yarısı toptan ticaret diğer yarısı perakende ticaret ve şahsi hizmetlerdir [55]. Merkezi İş Alanı kentin canlı ve yoğun ana merkezi olan Mevlana, Alaeddin Tepesi, Zafer, Belediye ve Eski Otogar civarını kapsamaktadır. Çekirdek

merkezin diğer merkezlerden önemli bir farkı, Konya'nın kentsel, bölgesel ve hatta ülkesel tarih ve kültür mirasını bir arada bulundurmasıdır. Mevlana Külliyesi, Alaettin Camii, sit alanı içindeki diğer tarihi eserler bunların örnekleridir. Bu mirasın korunması, ulaşılabilirliklerinin ve çevre düzenlerinin sürekli iyileştirmesi büyük önem taşımaktadır.

Çekirdek merkezin diğer bir özelliği, Konya ekonomisinin sunabileceği en ihtisaslaşmış ticaret ve ticari / mesleki / mali hizmet kuruluşlarının bulunduğu yer olmasıdır. Bu servisler alt merkezlerde bulunmadığından, tüm kent bütününden çekirdek merkeze devamlı bir yolcu akımı söz konusudur.

Bunların ötesinde, çekirdek merkez, Belediye ve Valiliğin çeşitli kuruluşlarını barındırdığından, aynı zamanda bir yönetim ve haberleşme merkezi görevini de yüklenmiştir. Merkez içinde Vilayet ve Belediye büro hizmetleri 21 ha, diğer kamu kuruluş alanları ise 286 ha alan kapsamaktadır. Bu, kentli başına 4,4 m² ile ticaretin yaklaşık üç katı bir alandır [55].

Sanayi alanları Konya kent bütününde 1934 ha alan kapsamaktadır. Bu, toplam yerleşme alanının % 8,5'ini temsil etmektedir. Sanayi alanının en büyük bölümü (%40) organize sanayi bölgeleri şeklinde düzenlenmiştir (766,75 ha). Normal sanayi arsaları 700 ha, küçük sanayi ise 467 ha'lık alan kapsamaktadır. Sanayi alanlarında brüt ortalama çalışan yoğunluğu 24 kişi/ha, organize sanayi alanlarında ise 34kişi/ha'dır [55].

Kentte mevcut sanayi türleri içinde; tarımsal makine ve gereçleri sanayi, makine sanayi, otomotiv yan sanayi, gıda sanayi, madeni eşya sanayi, lastik-plastik sanayi, ayakkabı, ağaç ve mobilya sanayileri en gelişmiş olanlarıdır [55].

Meskun konut alanları 3714 ha'dır. Halihazır doluluk oranı % 65 kabul edildiğinde, halihazır konut yoğunluğu, toplamın % 65'i olan 5962 ha konut alanı üzerinde, 118 kişi/ha olmaktadır [55].

Konut tipleri ilçe belediyelerinde önemli farklılıklar göstermektedir. Karatay Belediyesi sınırları içinde bir, iki ve daha fazla daireli konutlar hakimken, Meram Belediyesi'nde bir ve iki daireli konutlar ağırlıkta, Selçuklu Belediyesi'nde 15 ve daha fazla daireli konutlar toplamın % 30'unu, 1-3 daireli konutlar % 40,7'sini oluşturmaktadır. Önemli bir sosyal yapı göstergesi olan "oturduğu konuta sahip olma oranı" % 62 değeri ile Konya'da oldukça yüksektir [55].

Kültürel ve dini tesisler 271 ha alan kullanmaktadırlar (kişi başına 3,85 m²). Bunun içinde camii ve diğer dini tesis alanları 140 ha ve kişi başına 2,0 m² kullanmaktadır [55].

Kreşler ve Üniversiteler dahil, tüm eğitim alanları toplam 642 ha, nüfus başına ise 9,13 m² alan kullanmaktadır. Toplam ortalama öğrenci yoğunluğu ise (168.905 öğrenci/ 642 ha) 263 öğrenci/ha'dır. Yaşlı ve çocuk bakımevleri dahil tüm sağlık kuruluşları kentli nüfus başına 1,53m², toplam olarak da 108 ha alan kullanmaktadır [55].

Yollar da dahil olmak üzere toplam ulaşım tesisleri ve servis alanları tüm yerleşim alanının % 23'ünü işgal etmektedir (kişi başına 75 m²). Ulaşım 5267 ha ile konuttan sonra en çok arazi kullanan faaliyettir. Altyapı tesis alanları toplam 180 ha, kişi başına ise 2,55 m² yer işgal etmektedir. Spor tesisleri kişi başına 1,0 m² ile düşük bir standart vermektedir. Yolların ortalarındaki refüj alanları da dahil edilerek ölçülmüş olan park ve dinlenme alanları 1715 ha toplam, 24,4 m² kişi başına alan kullanmaktadır [55].

3.1.2. Nüfus ve İşgücü

3.1.2.1. Nüfus

Konya kenti, ilçelerle birlikte nüfusu 2.217.969 ve 38.257 km² ile ülkemizin en geniş yüzölçümlü ilinin merkezidir [54]. Bazı ilçelerinin zaman içinde büyümesi ile Konya ilinden ayrılımlarına karşın geniş yüzölçümü ve büyük il nüfus özelliklerini yitirmemiştir.

3.1.2.2. İşgücü

İşgücü istatistikleri, ülke genelinde olduğu gibi Konya'da da yetersizdir. DİE'nin 1990 yılı değerlerine göre toplam nüfusun % 24,59'u çalışmaktadır ve çalışanların kendi içinde % 7,5'i kadınlar % 92,5'i de erkeklerdir. Toplamda çalışanların % 32'si hizmet sektöründe, % 22'si ise imalat sanayinde çalışmaktadır. Bu iş kollarını % 17 ile ticaret ve % 10 ile inşaat izlemektedir [55].

Konya Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı 3 ilçe ayrımına göre bakıldığında çalışanların toplam nüfusa oranının önemli ölçüde değişmediği, (Karatay'da % 25,3, Selçuklu'da

% 27,2 ve Meram'da da % 28,4) yanı sıra, büyükşehir ölçeğindeki işkolları sıralamasının da (hizmetler, imalat, ticaret, inşaat) bazı farklar dışında aynı kaldığı gözlenmektedir (farklılıklar yalnızca Karatay ilçesindedir ve imalat iş kolu hizmet iş kolunun önünde birinci sırada iken, tarım ise inşaatın önünde dördüncü sıradadır) [55].

2000 yılı Sokak Numerataj Çalışması yalnızca ticaret,hizmetler ve küçük sanatlar kapsamında kalan küçük işyerlerinin bilgisini derlemiş ve bunların mahallelere ayırımını vermiştir. Buna göre toplam olarak -anılan iş kollarında- 96.025 işgücünün çalıştığı belirlenmiştir. Çalışan nüfusun toplam nüfusun yaklaşık 1/4'ünü oluşturması beklenirken, bu değer Sokak Numerataj Çalışması sonuçlarına göre ancak %12,41'dir [55].

Yerinde yapılan çalışmalar sırasında okullar ve hastaneler dahil, askeri birlikler hariç olmak üzere tüm kamu işyerlerinde çalışanlar saptanarak, mahallelere ayrımları da gözetilerek bu toplama eklenmiştir. Ayrıca sanayi işyerlerinde çalışanlar da büyük işyerleri ve sanayi örgütlenmeleri ile yapılan görüşmeler sonucu belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca, ulaştırma, inşaat, vb gibi iyi tanımlanmamış, işgücü için de DİE değerleri temel alınarak varsayımlarda bulunulmuştur. Böylece ulaşılan toplam sayı, 198.420 işgücüdür. Bu değer toplam nüfusun % 25,65'i kadardır [55].

3.1.2.3. Öğrenci Sayısı

Ulaşım etütleri için kullanılan modelleme çalışmalarında önemli girdilerden olan öğrencilerin, eğitim gördükleri okulların konumlarına göre dağılımları için yerinde çalışmalarla tüm düzeydeki okulların öğrenci sayıları belirlenerek bölgelere göre dağılımları elde edilmiştir. Tablo 3.1.'de gösterildiği gibi, Konya'da, 126.001'i ilköğretim, 31.491'i lise ve meslek lisesi ile 42.421'i de yüksek eğitim kurumlarında eğitim gören toplam 199.913 öğrenci yaşamaktadır

Tablo 3.1. Nüfus İstihdam ve Öğrenci Sayıları [55].

Bölge	Nüfus	İstihdam	Öğrenci Sayıları			
			İlköğretim	Lise	Yüksek	Toplam
1	1.952	858				
2	5.123	2.217	1.477	3.443	569	5.489
3	4.093	2.501				
4	2.816	7.640				
5	5.665	2.090	1.002			1.002
6	7.137	2.455	1.478	3.671		5.149
7	7.337	1.129	5.191			5.191
8	4.226	2.715		2.028		2.028
9	9.259	5.923	1.721			1.721
10	5.498	2.603				
11	10.977	1.148	2.751			2.751
12	5.511	694		635		635
13	5.458	1.279	1.102	139		1.241
14	7.662	350				
15	11.005	1.371	1.962			1.962
16	5.867	10.454		644		644
17	5.110	4.130	4.121			4.121
18	11.591	3.120				
19	7.457	340	2.636			2.636
20	5.584	470		612		612
21	4.413	309	1.021			1.021
22	1.474	953	825			825
23	3.157	1.070				
24	6.027	275	1.936			1.936
25	5.879	268	1.150			1.150
26	3.062	157	467	139		606
27	11.383	519	1.244			1.244
28	4.756	679	1.222			1.222
29	2.712	1.192				
30	5.764	510	1.027			1.027
31	4.805	219		744		744
32	4.876	222	778			778
33	6.162	281	970			970
34	4.584	507	2.193			2.193
35	17.506	1.143				
36	2.675	285	1.186			1.186
37	6.862	866	980	3.925		4.905

Tablo 3.1. (devam)

Bölge	Nüfus	İstihdam	Öğrenci Sayıları			
			İlköğretim	Lise	Yüksek	Toplam
38	4.328	197				
39	6.963	318	1.556			1.556
40	197.43	1.777	2.001	903		2.904
41	20.668	1.926	5.255	1.016		6.271
42	63.033	4.701	10.041	3.013		13.054
43	730	33				
44	6.341	1.233	1.010	129		1.139
45	1.385	4.066	266	317		583
46	7.532	744	1.308			1.308
47	12.176	1.731	3.083	223		3.306
48		4.091			31.384	31.384
49	7.527	3.837	1.589			1.589
50	12.558	1.534	1.027			1.027
51	1.360	11.044	457	470		927
52		13.329				
53		2.217				
54		7.960				
55	10.512	9.258	1.320	2.363		3.683
56	1.280	22.488				
57	364	5.332	856			856
58	5.781	1.565	1.130			1.130
59						
60	1.382	3.079	252			252
61	5.271	240	1.077			1.077
62	10.904	498	983			983
63	10.192	465	2.031	48		2.079
64	5.067	231				
65	8.384	383	2.290			2.290
66	10.475	478	1.655			1.655
67	17.337	791	2.655	700		3.355
68	9.168	418	1.457			1.457
69	7.799	435	1.099	681		1.780
70	13.784	718	2.344			2.344
71	8.823	595	2.346			2.346
72	4.534	359	934			934
73	2.106	218	1.070			1.070
74	13.816	2.505	1.040			1.040
75	7.348	464	392	658		1.050
76	12.686	741	2.356			2.356
77	2.536	125	380			380
78	3.939	279	2.353			2.353
79	10.896	622	1.042			1.042
80	12.053	1.487	1.844			1.844
81	5.040	8.519	883	200		1.083
82	4.598	220	821	624		1.445
83	17.955	1.032	1.801	521	9.400	11.722
84	8.322	1.038	1.857	1.038	1.068	3.963
85	5.940	311	1.229	869	-	2.098
86	28.059	2.024	3.737	221		3.958
87	35.930	1.639	4.521	678		5.199
88	14.779	674	2.740			2.740
89	16.358	1.490	3.186			3.186
90	9.383	428	1.321	264		1.585
91	37.308	1.981	4.509	575		5.084
92	3.703	785	457			457
99		825				
Toplam	773.581	198.425	126.001	31.491	42.421	199.913

3.1.3. Yol Ağı Bilgileri

Konya Kent İçi ve Yakın Çevre Ulaşım Master Planı çerçevesinde toplanılan yol ağı bilgileri, kent içi trafik akım hızının modellenmesinde de bağımsız değişkenlerin tanımlanması ve değerlendirilmesi açısından önemli bir veri kaynağı olmuştur. Çalışma kapsamında öncelikle 1. ve 2. kademe yollar belirlenmiştir. Yolların kademelendirilmesinden sonra, her kesişim veya her kavşak noktasına ayrı bir numara verilerek, toplam 291 yol kesimi ile Konya ili için kullanılacak olan yol ağı ortaya çıkarılmıştır. Bu 291 yol kesiminin altyapı ve işletme özellikleri arazi çalışmaları ile belirlenmiştir. Bu özellikler, her yol kesiminin;

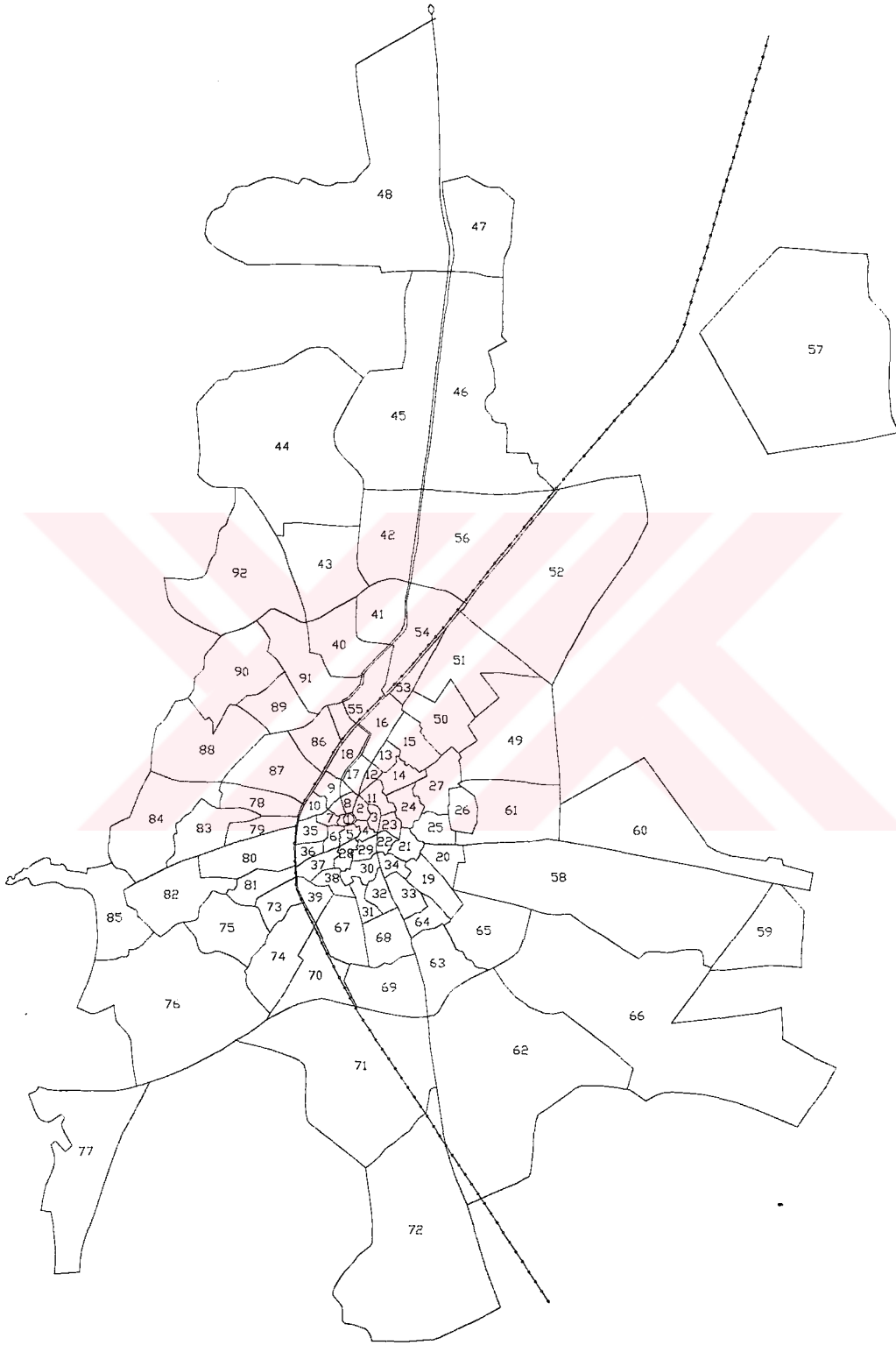
- Uzunluğu
- Genişliği
- Kaldırım genişliği
- Orta refuj genişliği
- Banket genişliği
- Yol tipi (bölünmüş, bölünmemiş)
- Trafik yönü (tek yön, çift yön)
- Şerit sayısı
- Yol boyu arazi kullanım bilgileri
- Yol boyu park yoğunluğu
- Yolu dikine kesen yaya yoğunluğu'dur.

15 gün süren arazi bilgi toplama çalışmaları sonucunda, 291 yol kesiminin tüm altyapı ve işletme bilgileri elde edilmiştir. Bu 291 yol kesiminin 209'unda hız etüdü yapılmıştır. 68'i bölünmemiş 134'ü bölünmüş olmak üzere ayrılan 209 yol kesiminin altyapı ve işletme bilgileri tez içerisinde verilemeyecek kadar uzun olmasından dolayı Ek A Tablo A-1'de verilmiştir.

3.2. Trafik Sayımları

Konya kent içi ulaşım planı ve ulaşım etüdü çalışmaları kapsamında; ulaşım bölgeleri (Şekil 3.1) arasındaki mevcut araçlı yolcu geçişlerinin saptanması ve ayrıca planlama çalışmalarında kullanılacak mevcut trafik değerlerinin ve özelliklerinin

ortaya konması amacı ile belirlenen yol kesitlerinden geçen araçlar ve yolcuları sayılmıştır.



Şekil 3.1. Konya’da bulunan ulaşım bölgeleri.

3.2.1. Sayım Noktalarının Belirlenmesi

Sayım noktaları tanımlanırken, kentin belirli bir alanını (özellikle yolculuk çekim alanları olan kent merkezini) çevreleyerek bu alana giriş ve çıkışların yaklaşık tamamının saptanmasını sağlayacak **kordon hatları** ile çeşitli noktalardaki fiziksel eşiklerden yararlanılarak belirli kesitlerdeki iki yönlü geçişlerin tamamının belirlenmesini sağlayacak **perde hatları** tanımlanmıştır (Şekil 3.2, 3.3 ve 3.4). Dış ve iç kordon sayım noktaları ile kent merkezine yönelen yolculuk hacimleri iki aşamada kontrol edilebilmektedir.

Dış Kordon Hattı: Kentin merkezi alanları ile yakın çevresindeki konut alanlarını içine alan Fetih Caddesi, Dr. Ahmet Özcan Caddesi ve batıda demiryolunun oluşturduğu halka, Dış Kordon Hattı olarak tanımlanmıştır. Bu halka sırasıyla 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 60, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 45, 46, 27, 28 no'lu sayım noktalarından oluşmaktadır.

İç Kordon hattı: Kent Merkezini içine alan ; 59, 41, 39, 38, 37, 36, 35, 34, 33, 32, 31, 29, 30, 20, 21, 22, 23, 24, 25 numaralı sayım noktalarını kapsayan iç kordon hattını, batıda demir yolu, kuzeyde Rauf Denктаş Caddesi, Ulaşbaba Caddesi, Sultan Velet Caddesi, doğuda İstanbul Caddesi, güneyde Sahipata Caddesi, Sait Paşa Caddesi, Amberreis Caddesi, Kazım Karabekir Caddeleri oluşturmuştur.

Demir Yolu Perde Hattı: Konya'yı kuzey güney doğrultusunda geçen demiryolu hattı, trafik kesit sayımlarının gerçekleştirileceği perde hattını oluşturmuştur. Hat kenti doğu batı yönlerinde ikiye bölmekte , doğusunda kalan kesim Kent Merkezinin tamamını içine almaktadır. Bu özellikleri ile hat perde sayımları için uygun bulunmuştur. Bu hattın üzerinde kentin doğu batı geçişlerine imkan veren tüm karayolu geçişleri demiryolu perde hattının sayım noktaları olarak seçilmiştir. Bu noktalar kent kuzeyinden başlayarak sırasıyla; 55, 53, 47, 46, 45, 26, 25, 24, 23, 22, 21, 19, 18, 44, 43 no'lu sayım noktalarıdır.

Merkez Perde Hattı: Kentin güney kuzey geçişlerinin saptanması amacıyla İç Kordon hattının güney parçası üzerindeki sayım noktaları ile, dış kordon halkasının Aksaray Caddesini kestiği noktadaki sayım noktasına, kentin batısında Şehir Caddesi üzerinde eklenen sayım noktası ile Merkez Perde Hattı oluşturulmuştur. Bu hat üzerinde; 9, 34, 33, 32, 31, 29, 30, 20, 42 no'lu sayım noktaları yer almaktadır.

Kuzey Perde Hattı: Kentin Kuzeyinde yeni kentsel gelişme alanları ile kentin daha önce gelişmiş alanları bir su kanalı ile ayrılmaktadır. Bu kanal belirli yerlerden iki kesim arasında kara yolu geçişi vermektedir. Bu geçiş kesimlerinde 46, 47, 50, 51, 52 no'lu sayım noktaları ile Kuzey Perde Hattı oluşturulmuştur.

Konya kenti, yakın ve uzak çevresindeki yerleşme merkezlerinin birbirleriyle bağlantısını sağlayan karayollarının geçtiği bir noktada bulunmaktadır. Bu geçişler kentin yerleşik alanı içinde kalan transit çevre yolu üzerinden yapılmaktadır. Bu arter üzerinde kent içi ve kentler arası trafik üstüste binmektedir. Bu nedenle, Konya kent çıkışları da sayım yapılacak noktalar arasına alınmış ve kentsel trafiğin başlangıç noktalarındaki kentlerarası trafik hacimlerinin de belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu şekilde, ulaşım bölgelerini bağlayan birinci ve ikinci kademe yollarda belirlenen 60 sayım noktası Tablo 3.2'de ve Şekil 3.3'de gösterilmiştir.

3.2.2. Sayım Yöntemi

Karayolu bağlantıları üzerinde belirlenen kesitlerde, araç türlerine göre sınıflandırılmış, araç sayısı ve her aracın doluluk grubunu belirleyen 15'er dakikalık dilimler halinde, trafik sayımları elle yapılmıştır. Sayımlar, iş günleri sabah zirve saatleri (07:00-10:30 arası) kapsamaktadır.

Tüm sayım noktalarında sayımlarının sabah zirve saatlerde yapılmasına karşılık, gün içindeki değişimlerin belirlenmesi ve günlük toplam yolculukların hesaplanabilmesi için 16 noktada sayımlar 07:00-20:00 saatleri arasında olmak üzere sabah ve akşam zirvelerini de içine alacak şekilde sürdürülmüştür. Trafik hacmi ve doluluk sayım formları Ek B'de Tablo B-1 ve B-2'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Trafik Sayım Noktalarının Yerleri

No.	Yeri
1	Fetih Cad. Üzeri Karakayış Caddesi Kavşağı
2	Karakayış Cad. üzeri (Fetih Cad. Kav.)
3	Kırbaşı C. (Fetih Cad. Kav.)
4	Keçeciler Cad. (Fetih Cad. Kavşağı)
5	Dalyan Sokak (Fetih Cad. Kav.)
6	Sedirler C. (Fetih Cad. Kav.)
7	Ş.U.Recep Ağa C. (Fetih C.Kav.)
8	Şeyh Ulema Yahşi Cad. (Fetih C.Kav.)
9	Aksaray C. (Fetih Cad. Kav.)
10	Eski Ereğli C. Veteriner Meslek Lis. Ön)
11	Çimenlik C. Kayıkoğlu İlköğretim Okulu önü
12	Küçük Kumköprü C. Yahşi Halife Sokak köşesi
13	Sarıyakup C. Tellioğlu Kuran Kursu önü otobüs durağı
14	Büyük Kumköprü C. Kılınçlar Süpermarket önü
15	Ulupınar C. Ulırmak Muradiye Cami önü
16	Taşcamı Uzunharmanlar C. Kavşak Cami karş. çocuk bahçesi önü
17	Dr.Ahmet Özcan C.Hacı Adil'in Cami Reis Süpermarket önü
18	Azerbaycan C.Söğütlü C.arası demiryolu geçişi
19	Larende C.Ahmet Öksüz üstgeçidi üzeri
20	Alay C.Shell akaryakıt istasyonu önü
21	Meram Yeni Yol demiryolu alt geçidi girişi
22	Hoca Fakih C. demiryolu geçişi DMO Bölge Md. tarafı
23	Vatan C. Beyşehir C.arası demiryolu geçişi Opet önü
24	Eskisille C. Kalemдар S.arası demiryolu geçişi
25	R. Denктаş C. Ulaşbaba C. arası demiryolu alt geçidi girişi
26	Malas Cad demiryolu hemzemin geçiş
27	Elmalı Cad. üzeri (Çakırlı Cad. kavşağı, Aydoğanlar Mağazası önü)
28	Ankara Cad. üzeri (Çakırlı Cad. kavşağı, Sheel Benzincisi önü)
29	SultanCemC/K.Karabekir Kav.Amberreis Cad. Kütahya Porselen Mağ. Önü
30	Millet C.Resim Galerisi önü otobüs durağı

Tablo 3.2. (devam) Trafik Sayım Noktalarının Yerleri

31	Atatürk C.Konya Lisesi önü
32	Sırçalı Medrese Sokak Arkeoloji Müzesi tarafı girişi
33	Tevfikiye C. (tek yönlü yol) Modern Vakıflar Çarşısı önü
34	İstanbul C. (tek yönlü yol) Ferah Çarşısı önü
35	Türbe C. Aziziye Cami önü taksi durağı
36	Mevlana C.Sümer Mağazası önü
37	İstanbul C. (tek yönlü yol) Ay İşhanı önü
38	Şerafettin Cad.-İstanbul Cad. Kavşağı Tansa önü
39	Ankara Cad. Ulaş Baba Cad.Kav.BP akaryakıt istasyonu önü
40	Nalçacı Cad.-Ulaş Baba Cad. (Turyap Önü)
41	Kerkük Cad. Kaletaş Sok. Kav.Paşam Pastanesi yanı
42	Şehir Cad. Teselli Sok. Kav.Özler Kız Öğrenci Yurdu önü
43	Yeni Konya Antalya Karayolu demiryolu - kanal üst geçidi üstü
44	Kovanağzı C.demiryolu hemzemin geçişi
45	Sanayi Üst Geçidi (Üst Geçit Otobüs Durağı)
46	Şehit İbrahim Lamcı Kontrollü demiryolu hemzemin geçişi Çakırlı Sokak Girişi
47	Konya Adana Karayolu Üst geçidi Mobilyacılar Sitesi tarafı
48	Şahinkaya C. Mehtap C. Arası kanal üst geçişi girişi
49	İbni Sina Cad. - İbni Sina Meydanıkanal üst geçişi girişi
50	Lale C. Kadızade S./ İstanbul Yolu Kav.kanal üst geçişi girişi
51	İstikamet C. Sapağı S. Kav.kanal üst geçişi girişi
52	Ankara Karayolu Bayrampaşa Cad.Kav.
53	Bayram Paşa C. demiryolu geçişi
54	İstanbul Yolu Üniversite Kampüs Kav. Kampüs çıkışı kuzeyi (İstanbul yönü)
55	Demiryolu hemzemin geçişin-den Konya Ankara Karayolu-na bağlantı
56	Konya Ankara Karayolu üzeri
57	Konya Ankara Karayolu üzeri Aksaray Kavşağı dışı
58	Mevlana C. İşbank Önü
59	Ulaşbaba Cad. Tuğra Sok. Kavşağı (Tuğra Sok. Ömür kuındura önü)
60	Abdülreşit-Maraş C. Kavşağı (Fahruntüsa Parkı)



Şekil 3.3 Perde hatları.

3.2.3. Trafik Sayımı Sonuçları

Araçların toplam araç trafiği içinde kompozisyonuna bakıldığında

- Özel Otomobiller merkeze % 52,6, çevreye % 54,9
- Bisikletler-Motosiklet merkeze % 14,4, çevreye % 9,9
- Servis Araçları merkeze % 6,2, çevreye % 8,1
- Minibüsler merkeze % 4,3, çevreye % 4,5,
- Belediye Otobüsleri merkeze % 2, çevreye % 2
- Diğer Türler merkeze % 19,8, çevreye %19,8
- Tramvay merkeze % 0,7, çevreye %0,8

olarak gözlenmiştir [11].

Tablo 3.3 ve 3.4'deki değerlerden kent merkezi ve yakın çevresindeki yollar üzerindeki taşıt trafiğinin yarısını oluşturan otomobillerin, yolcuların sadece beşte birini (% 22) taşıdığı, buna karşılık yolcu taşımalarının % 22'sini karşılayan otobüslerin taşıt trafiği içindeki payının sadece % 2 düzeyinde kaldığı görülmektedir [56].

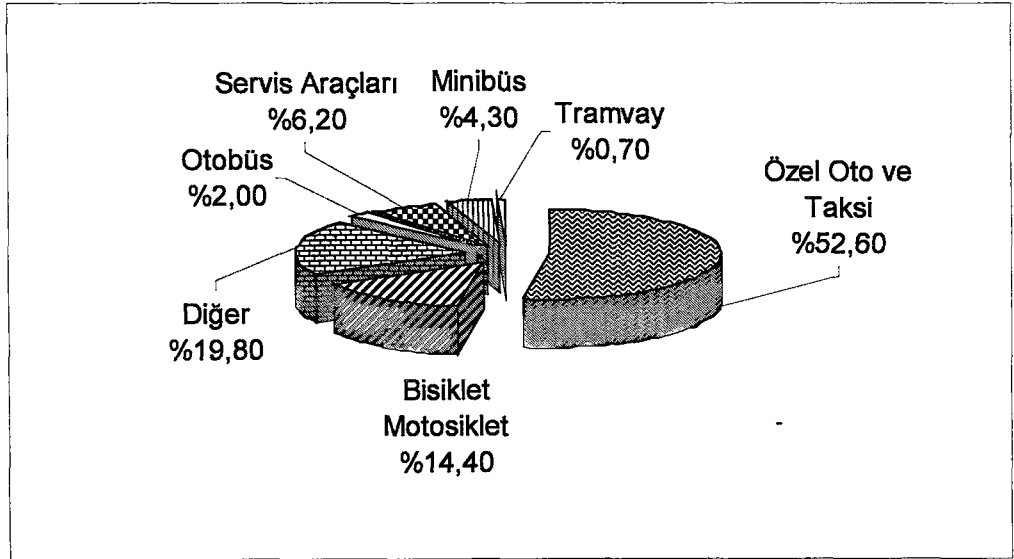
Bu verimsiz durum, sürekli artan otomobil sahipliliği ile toplu taşımacılığın yeterli kapasite ve konforda geliştirilmemesi halinde, kent ulaşımının geleceğini olumsuz koşullara götürecek bir gelişme olarak değerlendirilmelidir.

Kent ulaşım altyapısının otomobiller tarafından verimsiz bir şekilde kullanılmasının yanı sıra, bu durum daha küçük ölçekte bisiklet ve motosikletlerde de görülmekte, taşıt trafiği içinde ortalama % 12 oranında payı olan bisiklet ve motosikletlerin yolcu taşımalarındaki payı % 3 düzeylerinde kalmaktadır. Bisikletler alan olarak az yer kaplasalar da, normal trafik içinde, yol şerit kapasitelerini olumsuz etkilemektedirler. Bu nedenle yukarıdaki sayılar Konya'da bisikletler için özel yol ve şerit düzenlenmelerinin gerekliliğini göstermektedir.

Sabah doruk sürede yolculukların saat 7-8 arası doruk yapmasına karşın, araç trafiği 8-9 saatleri arasında yoğunlaşmaktadır [56].

Tablo 3.3. Taşıt Türlerine Göre Trafik Hacim(BO) ve Yolcu Oranları % (Merkeze) [56].

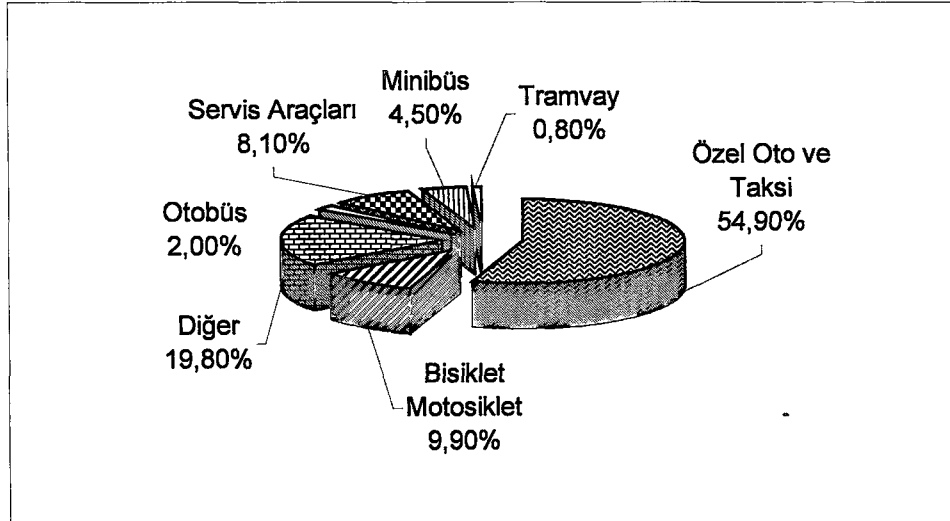
Tüm Sayım Noktaları Toplam-Merkeze Girenler								
Sayım Saatleri	Özel Otomobil ve Taksi	Bisiklet Motosiklet	Diğer	Otobüs	Servis Araçları	Minibüs	Tramvay	Toplam
TAŞIT ORANLARI								
07.00 - 08.00	49,0	17,5	15,8	2,5	10,0	4,2	1,0	100,0
08.00 - 09.00	53,3	14,6	20,0	1,7	5,4	4,4	0,6	100,0
09.00 - 10.00	55,3	10,9	23,8	1,7	3,4	4,3	0,6	100,0
Ortalama	52,6	14,4	19,8	2,0	6,2	4,3	0,7	100,0
YOLCU ORANLARI								
07.00 - 08.00	16,0	3,3	7,8	25,9	28,7	8,7	9,6	100,0
08.00 - 09.00	22,3	3,9	12,8	22,1	16,6	13,3	9,0	100,0
09.00 - 10.00	26,6	3,4	17,3	20,4	9,5	15,8	7,0	100,0
Ortalama	21,6	3,5	12,6	22,8	18,2	12,6	8,5	100,0



Şekil 3.5. Taşıt Türlerinin Trafikteki Oranları (Merkeze)

Tablo 3.4. Taşıt Türlerine Göre Trafik Hacim(BO) ve Yolcu Oranları % (Çevreye) [56].

Tüm Sayım Noktaları Toplam-Merkezden Çıkanlar								
Sayım Saatleri	Özel Otomobil ve Taksi	Bisiklet Motosiklet	Diğer	Otobüs	Servis Araçları	Minibüs	Tramvay	Toplam
TAŞIT ORANLARI								
07.00 - 08.00	48,2	12,0	18,1	2,6	14,2	3,8	1,1	100,0
08.00 - 09.00	56,0	10,3	19,4	1,7	6,8	5,0	0,7	100,0
09.00 - 10.00	60,7	7,2	22,0	1,6	3,2	4,7	0,6	100,0
Ortalama	54,9	9,9	19,8	2,0	8,1	4,5	0,8	100,0
YOLCU ORANLARI								
07.00 - 08.00	14,3	2,1	8,4	16,6	42,2	5,5	10,7	100,0
08.00 - 09.00	25,2	2,8	12,3	15,6	22,2	11,2	10,7	100,0
09.00 - 10.00	34,1	2,5	16,9	16,7	7,4	13,3	9,3	100,0
Ortalama	24,5	2,5	12,5	16,3	24,0	10,0	10,2	100,0



Şekil 3.6. Taşıt Türlerine Göre Trafik Oranları (Çevreye)

Trafik sayımı sonuçlarına göre;

- * Gün içinde araçlı yolculuklar 7-8 saatleri arasında doruklaşmaktadır.
- * Doruk saatte gün içi yolculukların % 10'u yapılmaktadır.
- * Sabah 7-9 saatleri arasındaki doruk sürede 07:00-20:00 saatleri arasındaki araçlı yolculukların % 18'5'i gerçekleşmektedir.
- * Araçlı yolculukların % 23'ü özel otomobil, % 62'si toplu taşıma araçları ile yapılmaktadır.
- * Bisikletle yolculukların % 3'ü karşılanmaktadır.
- * Kentte yolculukların en yoğun olduğu koridor İstanbul Karayolu, ikinci yoğun koridor Ankara Karayoludur.
- * Sabah doruğunda araç geçişlerinin en yoğun olduğu nokta, bir saatte, bir yöne geçen 1.223 araç ile Belh Kavşağında Ankara Karayolunun çevre yönüne gidişidir.
- * Araç trafiğinin % 54'ünü özel otomobiller oluşturmaktadır.
- * Trafikteki araçların % 12'si bisiklettir.
- * Belediye otobüsleri araç trafiğinin % 2'sini oluşturmaktadır.
- * Minibüslerin araç trafiği içindeki payı % 4,5 dur.
- * Kentte ana toplu taşıma türü olması gereken belediye otobüslerinin yolcu taşımalarının payı % 19,5 düzeyindedir.
- * Özel otomobillerin ortalama dolulukları 1,62 kişidir.
- * Belediye otobüsleri sabah doruk sürede otobüs başına 34,47 kişi taşımaktadır.
- * Servis araçları ile araç başına 12,54 kişi taşınmaktadır.
- * Minibüslerde ortalama doluluk 9,2 kişidir.
- * Tramvay ortalama 148 kişi dolulukla çalışmaktadır [56].

3.3. Mevcut Ulaşım Özellikleri

Bu bölümde Konya'nın kent içinde ve yakın çevresi ile ulaşım ilişkilerinde kullanılan ulaşım türlerinin ve işletmeciliğinin mevcut yapısı incelenerek değerlendirilmektedir.

3.3.1. Kamu Taşımacılığı

3.3.1.1. Otobüs Ulaşımı

Konya Büyükşehir Belediyesi sahip olduğu 209 otobüs ile, tüm kente yayılmış ve yakın yerleşmelere de uzanan 7'si tramvay besleme hattı toplam 127 hatta toplu taşıma hizmeti vermektedir. Otobüs hatlarında izlenen güzergahlarla neredeyse kentin tüm yollarından geçilmektedir. Güzergahların seçiminde anayol - tali yol ayrımı gözetilmemiştir. Zaman içinde, gerçek yolcu talebi değerlendirilmeden kentlilerin güzergah ve hat konusundaki isteklerinin yerine getirilmesi hatların parçalanmasına ve saçaklanmasına, güzergahların iyice dağılmasına yol açmıştır.

Konya ulaşımında otobüslerin payının değerlendirilmesi için iki ayrı veri tabanı kullanılmıştır. Bunlardan birincisi trafik kesit sayımları, diğeri ise konut anketleridir. Aşağıda sabah zirve saatlerde trafik kesit sayımlarında elde edilen araç sayıları kullanılarak, otobüslerin, o sayım noktasındaki araç sayısı toplamı içindeki payları yüzde olarak tablo Tablo 3.5 ve Tablo 3.6'da verilmektedir. Kesit sayımlarında tüm sayım noktaları toplamında en fazla otobüs 07:00-08:00 saatleri arasında sayılmıştır.

Konut anketi sonuçlarına göre ise, kentteki tüm yolculukların türel dağılımı Tablo 3.7'deki gibi olmuştur. Bu sonuçlara göre, kentteki yaya dahil tüm yolculuklar içinde otobüslerin payı % 16,5, araçlı yolculuklar (yaya yolculukları hariç) içindeki payı %25,5 olarak görülmekte, bisiklet ve motosikletlerle yapılan yolculuklar dışındaki taşıtlarla yapılanlar içinde otobüslerin payı % 27,5 olarak gerçekleşmektedir. (Tablo 3.8) [57].

Tablo 3.5. Trafik Sayım Noktalarında Otobüs Sayıları [56].

Sayım Noktası		07-00-08-00		08-00-09-00		09-00-10-00	
Yeri	No	merkeze	çevreye	merkeze	çevreye	merkeze	çevreye
Fetih Cad. Üzeri Karakayış Caddesi Kavşağı	1	1	0	1	1	2	1
Karakayış Cad. üzeri (Fetih Cad. Kav.)	2	1	2	1	1	1	1
Kırbaşı C. (Fetih Cad. Kav.)	3	0	0	2	1	2	1
Keçeciler Cad. (Fetih Cad. Kavşağı)	4	1	1	3	4	3	2
Dalyan Sokak (Fetih Cad. Kav.)	5	1	1	0	0	1	1
Sedirler C. (Fetih Cad. Kav.)	6	1	1	1	1	1	1
Ş.U.Recep Ağa C. (Fetih C.Kav.)	7	0	1	0	2	0	0
Şeyh Ulema Yahşi Cad. (Fetih C.Kav.)	8	1	1	2	0	0	0
Aksaray C. (Fetih Cad. Kav.)	9	9	4	9	4	5	2
Eski Ereğli C. Veteriner Meslek Lis. Öntü)	10	3	3	0	0	0	0
Çimenlik C. Kayıkoğlu İlköğretim Okulu öntü	11	0	0	0	0	0	0
Küçük Kumköprü C. Yahşi Halife Sokak köşesi	12	3	2	4	3	3	2
Sarıyakup C. Tellioglu Kuran Kursu öntü	13	1	3	1	0	0	0
Büyük Kumköprü C. Kılınçlar Süpermarket öntü	14	10	5	5	5	4	3
Uluşar C. Uluşar Muradiye Cami öntü	15	11	13	10	9	8	4
Taşcamı Uzunharmanlar C. Kavşak Cami karş.	16	11	4	5	7	4	5
Dr.Ahmet Özcan C.Hacı Adil'in Cami öntü	17	1	2	1	0	1	1
Azerbaycan C.Soğutlu C.arası demiryolu geçişi	18	13	16	10	12	12	12
Larende C.Ahmet Öksüz üstgeçidi üzeri	19	5	11	5	10	4	9
Alay C.Shell akaryakıt istasyonu öntü	20	18	8	11	5	8	5
Meram Yeni Yol demiryolu alt geçidi girişi	21	7	10	7	8	6	8
Hoca Fakih C. demiryolu geçişi	22	11	9	11	10	10	7
Vatan C. Beyşehir C.arası demiryolu geçişi	23	10	14	8	12	10	8
Eskisille C. Kalemder S.arası demiryolu geçişi	24	1	0	1	0	0	0
R. Denktaş C. Ulaşbaba C. arası demiryolu alt geçidi	25	17	17	21	16	16	17
Malas Cad demiryolu hemzemin geçişi	26	0	1	1	1	1	2
Elmalı Cad. üzeri (Çakırlı Cad. kavşağı)	27	10	8	3	13	7	9
Ankara Cad. üzeri (Çakırlı Cad. kavşağı)	28	6	2	6	3	3	2
SultanCemC/K.Karabekir Kav.	29	2	10	3	27	4	27
Millet C.Resim Galerisi öntü otobüs durağı	30	1	18	1	17	0	19
Atatürk C.Konya Lisesi öntü	31	50	0	36	0	44	0
Sırcalı Medrese Sokak Arkeoloji Müzesi	32	0	0	0	0	0	0
Tevfikkiye C. Modern Vakıflar Çarşısı öntü	33	0	8	0	0	0	8
İstanbul C. (tek yönlü yol) Ferah Çarşısı öntü	34	0	9	0	16	0	8
Türbe C. Aziziye Cami öntü taksi durağı	35	0	0	0	0	0	0
Mevlana C.Sümer Mağazası öntü	36	73	39	71	52	63	50
İstanbul C. (tek yönlü yol) Ay İshani öntü	37	0	0	0	0	0	0
Şerafettin Cad.-İstanbul Cad. kavşağı	38	0	0	0	0	0	0
Ankara Cad. Ulaş Baba Cad.Kav.	39	12	12	13	18	10	14
Nalçacı Cad.-Ulaş Baba Cad. (Turyap Öntü)	40	24	17	24	14	18	16
Kerkük Cad. Kaletaş Sok. Kav.	41	2	3	2	3	3	1
Şehir Cad. Teselli Sok. Kav.	42	1	0	1	4	0	1
Yeni Konya Antalya Karayolu demiryolu - kanal üst geçidi üstü	43	1	0	0	0	0	0
Kovanağzı C.demiryolu hemzemin geçişi	44	1	2	1	1	2	1
Sanayi Üst Geçidi (Üst Geçit Otobüs Durağı)	45	1	1	2	5	1	1
Şehit İbrahim Lami demiryolu geçişi Çakırlı Sokak Girişi	46	14	9	4	6	7	5
Konya Adana Karayolu Üst geçidi Mobilyacılar Sitesi tarafı	47	3	3	2	1	0	0
Şahinkaya C. Mehtap C. Ara-sı kanal üst geçişi girişi	48	11	11	9	9	9	11
İbni Sina Cad. - İbni Sina Meydanıkanal üst geçişi girişi	49	4	2	0	0	0	0
Lale C. Kadızade S./ İstanbul Yolu Kav.kanal üst geçişi girişi	50	6	0	0	2	2	2
İstikamet C. Sapağı S. Kav.kanal üst geçişi girişi	51	0	0	0	0	0	0
Ankara Karayolu Bayrampaşa Cad.Kav.	52	4	2	6	14	3	3
Bayram Paşa C. demiryolu geçişi	53	0	1	1	0	0	0
İstanbul Yolu Üniversite Kampüs Kav.	54	0	0	0	0	0	0
Konya Ankara Karayolu-na bağlantı	55	2	0	0	0	0	0
Konya Ankara Karayolu üzeri	56	28	25	4	1	4	0
Konya Ankara Karayolu üzeri Aksaray Kavşağı dışı	57	3	4	4	3	7	7
Mevlana C. İşbank Öntü	58	105	115	113	101	102	101
Ulaşbaba Cad. Tuğra Sok. Kavşağı	59	0	0	0	0	0	0
Abdülreşit-Maraş C. Kavşağı	60	10	6	7	6	5	7

Tablo 3.6. Trafik Sayım Noktalarında Otobüslerin Trafik Hacmi İçindeki Oranı (%) [56].

Sayım Noktası	No	07-00-08-00		08-00-09-00		09-00-10-00	
		merkeze	çevreye	merkeze	çevreye	merkeze	çevreye
Fetih Cad. Üzeri Karakavus Caddesi Kavsağı	1	0.2	0.0	0.1	0.3	0.2	0.3
Karakavus Cad. üzeri (Fetih Cad. Kav.)	2	2.2	1.1	1.5	0.4	1.1	0.9
Kırbaşı C. (Fetih Cad. Kav.)	3	0.0	0.0	5.1	1.2	6.3	2.0
Kececiler Cad. (Fetih Cad. Kavsağı)	4	2.4	1.2	3.9	3.3	4.1	2.4
Dalyan Sokak (Fetih Cad. Kav.)	5	2.4	0.9	0.0	0.0	2.6	2.2
Sedirler C. (Fetih Cad. Kav.)	6	0.9	1.0	0.8	0.7	0.8	1.1
S.U.Recep Ağa C. (Fetih C.Kav.)	7	0.0	2.3	0.0	2.9	0.0	0.0
Sevh Ulema Yahsi Cad. (Fetih C.Kav.)	8	5.0	2.9	6.3	0.0	0.0	0.0
Aksarav C. (Fetih Cad. Kav.)	9	6.0	1.3	4.1	1.1	1.9	0.7
Eski Ereğli C. Veteriner Meslek Lis. Öntü)	10	5.3	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Cimenlik C. Kavıkoğlu İlköğretim Okulu öntü	11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Küçük Kumköprü C. Yahsi Halife Sokak kösesi	12	1.8	2.9	2.3	5.2	2.0	3.9
Sarıyakup C. Telliöğü Kuran Kursu öntü	13	1.9	15.8	1.4	0.0	0.0	0.0
Büyük Kumköprü C. Kılınclar Süpermarket öntü	14	2.5	5.0	1.3	6.2	1.2	3.2
Ulupınar C. Ulurmak Muradive Cami öntü	15	4.2	8.1	3.0	4.9	3.0	2.2
Tascami Uzunharmanlar C. Kavsak Cami kars.	16	2.1	3.8	0.8	6.7	1.0	3.5
Dr.Ahmet Özcan C.Hacı Adil'in Cami öntü	17	0.4	1.3	0.5	0.0	0.8	1.0
Azerbaycan C.Söğütli C. arası demirvolu gecisi	18	2.6	5.1	2.0	4.0	2.9	4.8
Larende C.Ahmet Öksüz üstgeçidi üzeri	19	1.1	3.1	1.0	2.7	0.8	3.0
Alay C.Shell akaryakıt istasyonu öntü	20	2.7	2.0	1.6	1.1	1.4	1.2
Meram Yeni Yol demirvolu alt gecidi girişi	21	1.7	4.4	1.1	2.8	1.1	3.0
Hoca Fakih C. demirvolu gecisi	22	1.9	3.5	1.4	2.9	1.5	2.2
Vatan C. Beyşehir C. arası demirvolu gecisi	23	1.8	4.5	1.1	3.3	1.8	2.0
Eskisille C. Kalemder S. arası demirvolu gecisi	24	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
R. Denktas C. Ulasbaba C. arası demirvolu alt gecidi	25	2.4	4.4	2.4	3.7	2.1	4.5
Malas Cad demirvolu hemzemin gecisi	26	0.0	0.6	0.1	0.2	0.2	0.5
Elmalı Cad. üzeri (Çakırlı Cad. kavsağı)	27	2.3	4.4	0.3	4.2	0.8	1.6
Ankara Cad. üzeri (Çakırlı Cad. kavsağı)	28	1.3	0.2	0.8	0.2	0.4	0.2
SultanCemC/K.Karabekir Kav.	29	0.7	6.8	0.6	10.8	0.7	11.3
Millet C.Resim Galerisi öntü otobüs durağı	30	0.3	2.4	0.2	1.7	0.0	2.1
Atatürk C.Konya Lisesi öntü	31	7.8	0.0	4.4	0.0	5.9	0.0
Sırcalı Medrese Sokak Arkeoloji Müzesi	32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tevfikive C. Modern Vakıflar Carsısı öntü	33	0.0	8.9	0.0	0.0	0.0	4.2
İstanbul C. (tek yönlü yol) Ferah Carsısı öntü	34	0.0	3.2	0.0	4.9	0.0	3.1
Türbe C. Azizive Cami öntü taksi durağı	35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mevlana C.Sümer Mağazası öntü	36	21.1	13.8	14.8	10.1	14.4	8.8
İstanbul C. (tek yönlü yol) Ay İshani öntü	37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Serafettin Cad.-İstanbul Cad. kavsağı	38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ankara Cad. Ulas Baba Cad.Kav.	39	1.5	1.5	1.7	2.0	1.3	1.5
Nalcacı Cad.-Ulas Baba Cad. (Turvap Öntü)	40	2.2	1.5	2.8	0.6	2.0	0.5
Kerkük Cad. Kaletas Sok. Kav.	41	0.6	0.5	0.4	0.3	0.5	0.1
Şehir Cad. Teselli Sok. Kav.	42	0.3	0.0	0.2	0.8	0.0	0.3
Yeni Konya Antalya Karavolu demirvolu - kanal üst	43	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kovanağı C.demirvolu hemzemin gecisi	44	0.4	2.0	0.5	2.2	1.7	1.8
Sanavi Üst Geçidi (Üst Geçit Otobüs Durağı)	45	0.1	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1
Şehit İbrahim Lamcı demirvolu gecisi Çakırlı Sokak	46	3.9	1.3	0.7	0.4	0.8	0.4
Konya Adana Karavolu Üst gecidi Mobilvacılar Sitesi	47	0.4	0.8	0.2	0.2	0.0	0.0
Sahinkaya C. Mehtar C. Ara-sı kanal üst gecisi girişi	48	2.8	5.8	2.1	3.6	3.6	5.8
İbni Sina Cad. - İbni Sina Mevdanıkanal üst gecisi girişi	49	1.3	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Lale C. Kadızade S./ İstanbul Yolu Kav.kanal üst gecisi	50	0.5	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2
İstikamet C. Sapağı S. Kav.kanal üst gecisi girişi	51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ankara Karavolu Bayrampasa Cad.Kav.	52	2.4	0.2	1.8	0.8	0.6	0.3
Bayram Pasa C. demirvolu gecisi	53	0.0	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0
İstanbul Yolu Üniversite Kampüs Kav.	54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Konya Ankara Karavolu-na bağlantı	55	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Konya Ankara Karavolu üzeri	56	14.7	3.9	1.5	0.2	1.5	0.0
Konya Ankara Karavolu üzeri Aksarav Kavsağı dışı	57	1.9	2.8	2.4	1.9	3.6	3.3
Mevlana C. İsbank Öntü	58	20.0	24.9	19.4	12.5	14.1	9.8
Ulasbaba Cad. Tuğra Sok. Kavsağı	59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Abdülresit-Maras C. Kavsağı	60	3.6	15.8	2.2	12.5	2.1	10.3

Tablo 3.7. Konut Anketlerine Göre Yolculukların Ulaşım Türlerine Dağılımı % [56].

Ulaşım Türü	Tüm Yolculuklar
Yaya	34,9
Toplu Taşıım	32,6
Özel Otomobil	18,0
Servis Araçları	8,7
Ticari Taksi	0,2
Motosiklet	1,5
Bisiklet	3,4
Diğer	0,7

Tablo 3.8. Konut Anketlerine Göre Yolculukların Ulaşım Türlerine Dağılımı % [56].

Türel Dağılım	Tüm Yolculuklar	Yaya Hariç	Yaya/Bisiklet/ Motosiklet Hariç
Yaya	34,9	---	
Otobüs	16,6	25,5	27,5
Özel Otomobil	18	27,7	29,9
Tramvay	9,0	13,8	15,0
Servis Aracı	8,7	13,4	14,5
Minibüs	7,0	10,7	11,6
Bisiklet	3,4	5,2	---
Motosiklet	1,5	2,3	---
Diğer	0,7	1,1	1,2
Taksi	0,2	0,3	0,3
Toplam	100,0	100,0	100,0

3.3.1.2. Minibüs Ulaşımı

Konya’da mevcut 28 adet minibüs güzergahı bulunmaktadır. Konya ulaşımında minibüslerin payının değerlendirilmesi için iki ayrı veri tabanı kullanılmıştır. Bunlardan birincisi toplam 60 noktada yapılan trafik kesit sayımları, diğeri ise konut anketleridir. Sabah zirve saatlerde trafik kesit sayımlarında elde edilen araç ve yolcu sayıları ile bu noktalarda minibüslerin sayıları ve payları yüzde olarak tablolarla verilmiştir (Tablo 3.9,3.10).

Kesit sayımlarında tüm sayım noktaları toplamında en fazla minibüs 08:00-09:00 saatleri arasında 1147 minibüs olarak merkeze yönünde sayılmıştır.(Tablo 3.9.) Aynı saatte 10 sayım noktasında çevreye giden minibüs oranının % 15’in üstünde olduğu görülmektedir (Tablo 3.10).

Sadece zirve saatleri kapsayan ve bazı minibüs hat koridorlarında % 37,6’ya ulaşan minibüs oranları, tüm günü ve kentin tamamını kapsayan konut anketi sonuçlarında daha aşağılara düşmektedir. Konut anketi sonuçlarına göre kentteki (yaya dahil) tüm yolculuklar içinde minibüslerin payı % 7, araçlı yolculuklar (yaya yolculukları hariç) içindeki payı % 10,7 olarak görülmekte, bisiklet ve motosikletlerle yapılan yolculuklar dışındaki taşıtlarla yapılanlar içinde minibüslerin payı % 11,6 olarak gerçekleşmektedir (Şekil 3.8).

3.3.2. Özel Otomobil Ulaşımı

Konya’da kent içi özel otomobil kullanımının değerlendirilmesi için iki ayrı veri tabanı kullanılmıştır. Bunlardan birincisi trafik kesit sayımları, diğeri ise konut anketleridir. Tablo 3.11’de sabah zirve saatlerde kesit sayımlarında elde edilen özel otomobil sayıları ile Tablo 3.12.’de o sayım noktasındaki trafik hacmi içindeki payları yüzde olarak verilmektedir.

Özel otomobil sayılarının her sayım noktası içindeki oranları değerlendirildiğinde en yüksek oranların 09:00-10:00 saatleri arasında olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu saatte 26 sayım noktasında merkeze giden özel otomobil oranının % 50’nin üstünde olduğu, çevreye giden araçların ise yine 26 sayım noktasında taşıt kompozisyonunun %50’sinden daha büyük oranı oluşturduğu görülmektedir.

Tablo 3.9. Trafik Sayım Noktalarında Minibüs Sayıları [56].

Sayım Noktası		07:00-08:00		08:00-09:00		09:00-10:00	
Yeri	No	merkeze	çevreye	merkeze	çevreye	merkeze	çevreye
Fetih Cad. Üzeri Karakayış Caddesi Kavşağı	1	0	0	1	0	1	1
Karakayış Cad. üzeri (Fetih Cad. Kav.)	2	2	6	9	11	10	10
Kırbaşı C. (Fetih Cad. Kav.)	3	0	0	0	0	0	0
Keçeciler Cad. (Fetih Cad. Kavşağı)	4	3	3	7	6	6	8
Dalyan Sokak (Fetih Cad. Kav.)	5	0	0	0	0	0	0
Sedirler C. (Fetih Cad. Kav.)	6	4	6	7	45	8	35
Ş.U.Recep Ağa C. (Fetih C.Kav.)	7	2	0	0	0	0	0
Şeyh Ulema Yahşi Cad. (Fetih C.Kav.)	8	2	1	1	0	0	0
Aksaray C. (Fetih Cad. Kav.)	9	11	3	4	6	5	5
Eski Ereğli C. Veteriner Meslek Lis. Önlü	10	0	0	0	0	0	0
Çimenlik C. Kayıkoğlu İlköğretim Okulu önlü	11	4	0	3	0	4	0
Küçük Kumköprü C. Yahşi Halife Sokak köşesi	12	4	4	4	4	4	4
Sarıyakup C. Tellioglu Kuran Kursu önlü	13	0	0	0	0	0	0
Büyük Kumköprü C. Kılınçlar Süpermarket önlü	14	19	12	14	14	14	6
Ulupınar C. Uluurmak Muradiye Cami önlü	15	17	10	15	17	16	16
Taşcamı Uzunharmanlar C. Kavşak Cami karşı	16	17	11	21	18	18	16
Dr.Ahmet Özcan C.Hacı Adil'in Cami önlü	17	0	3	0	0	0	0
Azerbaycan C.Söğütli C.arası demiryolu geçişi	18	15	10	10	13	15	13
Larende C.Ahmet Öksüz üstgeçidi üzeri	19	14	15	17	15	16	13
Alay C.Shell akaryakıt istasyonu önlü	20	2	11	0	16	0	15
Meram Yeni Yol demiryolu alt geçidi girişi	21	17	18	27	26	25	27
Hoca Fakih C. demiryolu geçişi	22	18	8	18	23	19	17
Vatan C. Beyşehir C.arası demiryolu geçişi	23	22	15	37	34	35	34
Eskisille C. Kalemder S.arası demiryolu geçişi	24	0	0	0	0	0	0
R. Denktaş C. Ulaşbaba C. Arası demiryolu alt geçidi	25	43	17	32	33	17	20
Malas Cad demiryolu hemzemin geçişi	26	61	38	44	56	55	63
Elmalı Cad. üzeri (Çakırlı Cad. kavşağı)	27	7	11	18	30	15	24
Ankara Cad. üzeri (Çakırlı Cad. kavşağı)	28	3	7	10	13	10	6
SultanCemC/K.Karabekir Kav.	29	42	0	91	0	75	0
Millet C.Resim Galerisi önlü otobüs durağı	30	9	54	18	116	16	99
Atatürk C.Konya Lisesi önlü	31	17	0	26	0	31	0
Sırcalı Medrese Sokak Arkeoloji Müzesi	32	1	0	5	0	1	0
Tevfikkiye C. Modern Vakıflar Çarşısı önlü	33	0	0	0	0	0	0
İstanbul C. (tek yönlü yol) Ferah Çarşısı önlü	34	0	0	0	0	0	0
Türbe C. Azizye Cami önlü taksit durağı	35	1	2	0	1	2	0
Mevlana C.Sümer Mağazası önlü	36	54	52	58	177	62	187
İstanbul C. (tek yönlü yol) Ay İşhanı önlü	37	50	0	83	0	79	0
Şerafettin Cad.-İstanbul Cad. kavşağı	38	1	0	0	0	0	0
Ankara Cad. Ulaş Baba Cad.Kav.	39	22	23	36	28	33	24
Nalçacı Cad.-Ulaş Baba Cad. (Turyap Önlü)	40	93	51	142	78	105	64
Kerkük Cad. Kaletaş Sok. Kav.	41	3	2	18	0	15	5
Şehir Cad. Teselli Sok. Kav.	42	0	0	0	0	0	0
Yeni Konya Antalya Karayolu demiryolu - kanal üst geçidi üstü	43	3	1	0	0	0	0
Kovanağzı C.demiryolu hemzemin geçişi	44	7	9	6	7	9	5
Sanayi Üst Geçidi (Üst Geçit Otobüs Durağı)	45	84	62	118	138	96	112
Şehit İbrahim Lancı demiryolu geçişi Çakırlı Sokak Girişi	46	14	12	21	31	19	28
Konya Adana Karayolu Üst geçidi Mobilyacılar Sitesi tarafı	47	6	11	21	10	19	14
Şahinkaya C. Mehtap C. Arası kanal üst geçişi girişi	48	30	20	32	35	21	30
İbni Sina Cad. - İbni Sina Meydanıkanal üst geçişi girişi	49	16	11	23	35	20	18
Lale C. Kadızade S./ İstanbul Yolu Kav.kanal üst geçişi girişi	50	44	36	53	75	53	44
İstikamet C. Sapağı S. Kav.kanal üst geçişi girişi	51	2	0	0	0	0	1
Ankara Karayolu Bayrampaşa Cad.Kav.	52	2	3	3	12	4	6
Bayram Paşa C. demiryolu geçişi	53	8	4	14	9	6	8
İstanbul Yolu Üniversite Kampüs Kav.	54	0	0	0	0	0	0
Konya Ankara Karayolu-na bağlantı	55	2	0	0	0	0	0
Konya Ankara Karayolu üzeri	56	0	0	0	1	0	0
Konya Ankara Karayolu üzeri Aksaray Kavşağı dışı	57	1	0	1	0	0	0
Mevlana C. İşbank Önlü	58	43	64	54	120	48	119
Ulaşbaba Cad. Tuğra Sok. Kavşağı	59	0	0	0	0	0	1
Abdülreşit-Maraş C. Kavşağı	60	18	5	25	11	33	9
TOPLAM		860	631	1147	1264	1040	1107
ORTALAMA		14	11	19	21	17	18
MAKSİMUM		93	64	142	177	105	187

Tablo 3.10. Trafik sayım noktalarında minibüslerin trafik hacim oranı (%) [56].

Sayım Noktası		07:00-08:00		08:00-09:00		09:00-10:00	
Yeri	No	merkeze	çevreye	merkeze	çevreye	merkeze	çevreye
Fetih Cad. Üzeri Karakayış Caddesi Kavşağı	1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3
Karakayış Cad. Üzeri (Fetih Cad. Kav.)	2	4,3	3,4	13,8	4,6	10,6	9,3
Kırbaşı C. (Fetih Cad. Kav.)	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Keçeciler Cad. (Fetih Cad. Kavşağı)	4	7,1	3,7	9,2	4,9	8,1	9,6
Dalyan Sokak (Fetih Cad. Kav.)	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sedirler C. (Fetih Cad. Kav.)	6	3,5	5,7	5,4	31,7	6,7	37,6
Ş.U.Recep Ağa C. (Fetih C.Kav.)	7	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Şeyh Ulema Yahşi Cad. (Fetih C.Kav.)	8	10,0	2,9	3,1	0,0	0,0	0,0
Aksaray C. (Fetih Cad. Kav.)	9	7,3	1,0	1,8	1,7	1,9	1,7
Eski Ereğli C. Veteriner Meslek Lis. Öntü)	10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Çimenlik C. Kayıkoğlu İlköğretim Okulu öntü	11	5,6	0,0	4,6	0,0	5,6	0,0
Küçük Kumköprü C. Yahşi Halife Sokak köşesi	12	2,4	5,7	2,3	6,9	2,7	7,8
Sarıyakup C. Tellioglu Kuran Kursu öntü	13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Büyük Kumköprü C. Kılınçlar Süpermarket öntü	14	4,7	11,9	3,7	17,3	4,2	6,4
Ulupınar C. Uluirnak Muradiye Cami öntü	15	6,5	6,3	4,5	9,3	6,0	8,9
Taşcamı Uzunharmanlar C. Kavşak Cami karşı	16	3,2	10,4	3,2	17,3	4,5	11,1
Dr.Ahmet Özcan C.Hacı Adil'in Cami öntü	17	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Azerbaycan C.Şöğütü C. arası demiryolu geçişi	18	3,0	3,2	2,0	4,4	3,6	5,2
Larende C.Ahmet Öksüz üstgeçidi üzeri	19	3,1	4,2	3,3	4,1	3,3	4,3
Alay C.Shell akaryakıt istasyonu öntü	20	0,3	2,7	0,0	3,7	0,0	3,7
Meram Yeni Yol demiryolu alt geçidi girişi	21	4,2	7,9	4,2	9,2	4,5	10,2
Hoca Fakih C. demiryolu geçişi	22	3,2	3,1	2,3	6,7	2,8	5,4
Vatan C. Beyşehir C. arası demiryolu geçişi	23	3,9	4,9	5,2	9,3	6,4	8,7
Eskisille C. Kalemder S. arası demiryolu geçişi	24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
R. Denkteş C. Ulaşbaba C. arası demiryolu alt geçidi	25	6,1	4,4	3,6	7,7	2,3	5,3
Malas Cad demiryolu hemzemin geçişi	26	19,6	21,5	5,9	13,8	9,0	16,2
Elmalı Cad. üzeri (Çakırlı Cad. kavşağı)	27	1,6	6,0	2,0	9,8	1,8	4,3
Ankara Cad. üzeri (Çakırlı Cad. kavşağı)	28	0,7	0,6	1,3	0,9	1,2	0,5
SultanCemC/K.Karabekir Kav.	29	14,2	0,0	19,7	0,0	13,0	0,0
Millet C.Resim Galerisi öntü otobüs durağı	30	2,3	7,3	3,0	11,9	4,0	11,1
Atatürk C.Konya Lisesi öntü	31	2,6	0,0	3,2	0,0	4,2	0,0
Sırçalı Medrese Sokak Arkeoloji Müzesi	32	0,2	0,0	0,9	0,0	0,3	0,0
Tevfikiye C. Modern Vakıflar Çarşısı öntü	33	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
İstanbul C. (tek yönlü yol) Ferah Çarşısı öntü	34	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Türbe C. Azizye Cami öntü taksi durağı	35	1,4	6,7	0,0	1,0	2,2	0,0
Mevlana C.Sümer Mağazası öntü	36	15,6	18,4	12,1	34,4	14,2	33,0
İstanbul C. (tek yönlü yol) Ay İşhanı öntü	37	15,7	0,0	16,8	0,0	15,7	0,0
Şerafettin Cad.-İstanbul Cad. kavşağı	38	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ankara Cad. Ulaş Baba Cad.Kav.	39	2,8	2,8	4,7	3,0	4,3	2,6
Nalçacı Cad.-Ulaş Baba Cad. (Turyap Öntü)	40	8,7	4,5	16,4	3,1	11,9	2,0
Kerkük Cad. Kaletaş Sok. Kav.	41	0,8	0,3	3,9	0,0	2,5	0,6
Şehir Cad. Teselli Sok. Kav.	42	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Yeni Konya Antalya Karayolu demiryolu - kanal üst geçidi üstü	43	1,8	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kovanağı C.demiryolu hemzemin geçişi	44	2,5	9,0	2,8	15,6	7,8	9,1
Sanayi Üst Geçidi (Üst Geçit Otobüs Durağı)	45	7,2	8,5	8,2	10,2	7,9	8,5
Şehit İbrahim Lamcı demiryolu geçişi Çakırlı Sokak Girişi	46	3,9	1,7	3,7	1,9	2,3	2,0
Konya Adana Karayolu Üst geçidi Mobilyacılar Sitesi tarafı	47	0,9	3,0	2,1	1,7	2,6	2,8
Şahinkaya C. Mehtap C. Arası kanal üst geçişi girişi	48	7,8	10,5	7,6	14,2	8,3	15,7
İbni Sina Cad. - İbni Sina Meydanıkanal üst geçişi girişi	49	5,0	12,6	3,6	22,0	6,5	17,8
Lale C. Kadızade S./ İstanbul Yolu Kav.kanal üst geçişi girişi	50	3,7	3,2	3,9	5,1	4,4	4,0
İstikamet C. Sapağı S. Kav.kanal üst geçişi girişi	51	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
Ankara Karayolu Bayrampaşa Cad.Kav.	52	1,2	0,4	0,9	0,7	0,8	0,5
Bayram Paşa C. demiryolu geçişi	53	3,0	1,5	3,1	2,1	1,9	2,5
İstanbul Yolu Üniversite Kampüs Kav.	54	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Konya Ankara Karayoluna bağlantı	55	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Konya Ankara Karayolu üzeri	56	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0
Konya Ankara Karayolu üzeri Aksaray Kavşağı dışı	57	0,6	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0
Mevlana C. İşbank Öntü	58	8,2	13,9	9,3	14,9	6,7	11,5
Ulaşbaba Cad. Tuğra Sok. Kavşağı	59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
Abdulreşit-Maraş C. Kavşağı	60	6,5	13,2	7,7	22,9	13,6	13,2
TOPLAM		4,2	3,8	4,3	5,1	4,4	4,8
ORTALAMA		3,8	3,8	3,6	5,5	3,7	4,9
MAKSİMUM		19,6	21,5	19,7	34,4	15,7	37,6

Özel otomobil ile taşınan yolcu sayıları değerlendirildiğinde, 09:00-10:00 saatleri arasında 33 noktada merkeze giden yolcuların ve 36 noktada çevreye giden yolcuların toplam yolcu içindeki payı % 25'den büyüktür. Bu saatte merkeze giden özel otomobil yolcu sayıları 4 noktada, çevreye gidenlerde de 7 noktada % 45'in üzerinde bir paya sahip bulunmaktadır.

Konut anketi sonuçlarına göre kentteki (yaya dahil) tüm yolculuklar içinde özel otomobil sürücü ve yolcu toplam payı % 18, araçlı yolculuklar (yaya yolculukları hariç) içindeki payı % 27,7 olarak görülmekte, bisiklet ve motosikletlerle yapılan yolculuklar dışındaki taşıtlarla yapılanlar içinde özel otomobil sürücü ve yolcu toplam payı % 29,9 olarak gerçekleşmektedir. (Şekil 3.8) Bu dağılım, özel otomobil yolculuklarının tüm yolculuklarda yayadan sonra 2. sırada, araçlı yolculuklar ve bisiklet-motosiklet hariç araçlı yolculuklarda ise en büyük paya sahip olduğunu göstermektedir.

Özel otomobil yolculuklarının % 63,1'ini iş yolculukları, % 20'sini konut uçlu iş takibi, alışveriş gibi diğer amaçlı yolculuklar oluştururken, okul amaçlı yolculuklar %3,8 pay almakta, geriye kalan % 13,1 'lik payı ise konut uçlu olmayan diğer amaçlı yolculuklar oluşturmaktadır [57].

Konut anketleri özel otomobil yolculuklarının genellikle orta ve yüksek gelir grupları tarafından yapıldığını ortaya çıkarmaktadır. Özel otomobil ile yapılan yolculukların %57,6'sı orta gelir grubundaki, % 29,6'sı yüksek gelir grubundaki kişiler tarafından yapılırken, bu yolculukların sadece % 12,8'i düşük gelir grubundaki kişilerin yolculuklarından oluşmaktadır [57].

Özel otomobil yolculuklarının % 19,2'si 10 dakikadan az sürmekte, % 30,2'si 10-20 dakika, % 32,1'i 20-30 dakika arasında tamamlanmaktadır. Kümülatif olarak dikkate alındığında özel otomobil yolculuklarının % 85,5'inin süreleri 40 dakikanın altında kalmaktadır.

Özel otomobil yolculukları, diğer motorlu taşıtlarla yapılan yolculuklarla birlikte 08:00-09:00'da bir sabah zirvesi oluşturmakta, çok belirgin bir öğle zirvesi ortaya çıkmamaktadır. Akşam zirvesi ise tüm diğer türlerde olduğu gibi daha yaygın olarak 18:00-19:00 arasında gerçekleşmektedir [57].

Tablo 3.11. Trafik Sayım Noktalarında Özel Otomobil Sayısı [56].

Sayım Noktası		07:00-08:00		08:00-09:00		09:00-10:00	
Yeri	No	merkeze	çevreye	merkeze	çevreye	merkeze	çevreye
Fetih Cad. Üzeri Karakayış Caddesi Kavşağı	1	184	83	367	176	398	208
Karakayış Cad. üzeri (Fetih Cad. Kav.)	2	11	46	24	75	38	43
Kırbaşı C. (Fetih Cad. Kav.)	3	10	26	17	31	11	21
Keçeciler Cad. (Fetih Cad. Kavşağı)	4	10	29	23	55	25	30
Dalyan Sokak (Fetih Cad. Kav.)	5	11	23	16	45	20	23
Sedirler C. (Fetih Cad. Kav.)	6	30	32	37	20	41	18
Ş.U.Recep Ağa C. (Fetih C.Kav.)	7	12	18	20	35	12	8
Şeyh Ulema Yahşi Cad. (Fetih C.Kav.)	8	3	9	7	19	6	15
Aksaray C. (Fetih Cad. Kav.)	9	42	121	66	168	109	141
Eski Ereğli C. Veteriner Meslek Lis. Önü	10	15	20	23	29	25	20
Çimenlik C. Kayıkoğlu İlköğretim Okulu önü	11	23	31	19	34	35	23
Küçük Kumköprü C. Yahşi Halife Sokak köşesi	12	51	18	62	20	55	16
Sarıyakup C. Telliolu Kuran Kursu önü	13	18	8	28	11	34	17
Büyük Kumköprü C. Kılınçlar Süpermarket önü	14	116	31	132	31	135	31
Ulupınar C. Ulurmak Muradiye Cami önü	15	91	64	174	70	144	87
Taşcamı Uzunharmanlar C. Kavşak Cami karş.	16	205	43	262	35	199	63
Dr.Ahmet Özcan C.Hacı Adil'in Cami önü	17	116	75	113	63	55	45
Azerbaycan C.Söğütli C.arası demiryolu geçişi	18	255	91	331	124	290	129
Larende C.Ahmet Öksüz üstgeçidi üzeri	19	296	171	341	202	290	173
Alay C.Shell akaryakıt istasyonu önü	20	260	243	273	263	262	242
Meram Yeni Yol demiryolu alt geçidi girişi	21	309	141	614	211	457	209
Hoca Fakih C. demiryolu geçişi	22	304	107	666	179	499	136
Vatan C. Beyşehir C.arası demiryolu geçişi	23	234	104	354	206	294	207
Eskişille C. Kalemder S.arası demiryolu geçişi	24	188	28	253	64	155	70
R. Denктаş C. Ulaşbaba C. arası demiryolu alt geçidi	25	440	148	611	222	551	210
Malas Cad demiryolu hemzemin geçişi	26	57	17	241	128	227	144
Elmalı Cad. üzeri (Çakırlı Cad. kavşağı)	27	267	92	649	197	566	416
Ankara Cad. üzeri (Çakırlı Cad. kavşağı)	28	231	726	399	906	394	892
SultanCemC/K.Karabekir Kav.	29	113	96	209	137	314	136
Millet C.Resim Galerisi önü otobüs durağı	30	216	470	368	624	261	585
Atatürk C.Konya Lisesi önü	31	362	0	674	0	480	0
Sırçalı Medrese Sokak Arkeoloji Müzesi	32	168	35	307	28	245	43
Tevfikliye C. Modern Vakıflar Çarşısı önü	33	0	39	0	103	0	99
İstanbul C. (tek yönlü yol) Ferah Çarşısı önü	34	0	101	0	117	0	106
Türbe C. Aziziye Cami önü taksit durağı	35	17	9	27	41	18	51
Mevlana C.Sümer Mağazası önü	36	69	78	154	178	164	233
İstanbul C. (tek yönlü yol) Ay İşhanı önü	37	133	0	223	0	242	0
Şerafettin Cad.-İstanbul Cad. kavşağı	38	57	44	117	88	130	126
Ankara Cad. Ulaş Baba Cad.Kav.	39	618	436	614	612	612	626
Nalçacı Cad.-Ulaş Baba Cad. (Turyap Önü)	40	793	914	452	2234	487	2889
Kerkük Cad. Kaletaş Sok. Kav.	41	252	282	280	658	364	555
Şehir Cad. Teselli Sok. Kav.	42	185	147	327	265	233	218
Yeni Konya Antalya Karayolu demiryolu - kanal üst geçidi üstü	43	68	41	80	47	59	45
Kovanağı C.demiryolu hemzemin geçişi	44	60	40	78	14	46	19
Sanayi Üst Geçidi (Üst Geçit Otobüs Durağı)	45	649	290	852	761	768	788
Şehit İbrahim Lamcı demiryolu geçişi Çakırlı Sokak Girişi	46	158	277	265	765	424	730
Konya Adana Karayolu Üst geçidi Mobilyacılar Sitesi tarafı	47	420	147	637	245	446	203
Şahinkaya C. Mehtap C. Ara-sı kanal üst geçişi girişi	48	204	80	248	117	136	93
İbni Sina Cad. - İbni Sina Meydanıkanal üst geçişi girişi	49	202	40	424	78	194	48
Lale C. Kadızade S./ İstanbul Yolu Kav.kanal üst geçişi girişi	50	833	738	940	998	839	729
İstikamet C. Sapağı S. Kav.kanal üst geçişi girişi	51	14	96	47	265	116	139
Ankara Karayolu Bayrampaşa Cad.Kav.	52	51	369	156	763	230	589
Bayram Paşa C. demiryolu geçişi	53	128	113	247	245	154	171
İstanbul Yolu Üniversite Kampüs Kav.	54	18	55	36	61	57	68
Konya Ankara Karayolu-na bağlantı	55	135	28	75	45	64	46
Konya Ankara Karayolu üzeri	56	55	312	83	249	107	181
Konya Ankara Karayolu üzeri Aksaray Kavşağı dışı	57	44	49	45	54	76	77
Mevlana C. İşbank Önü	58	177	174	258	488	368	751
Ulaşbaba Cad. Tuğra Sok. Kavşağı	59	66	45	103	145	120	157
Abdülresit-Maraş C. Kavşağı	60	47	11	104	8	68	22
TOPLAM		9990	8101	14032	14021	13049	14171
ORTALAMA		166	135	233	233	217	236
MAKSİMUM		833	914	940	2234	839	2889

Tablo 3.12. Trafik Sayım Noktalarında Özel Otomobil Oranı (%) [56].

Sayım Noktası		07:00-08:00		08:00-09:00		09:00-10:00	
Yeri	No	merkeze	çevreye	merkeze	çevreye	merkeze	çevreye
Fetih Cad. Üzeri Karakayış Caddesi Kavşağı	1	34,7	44,4	40,1	50,7	46,3	62,7
Karakayış Cad. üzeri (Fetih Cad. Kav.)	2	23,9	26,3	36,9	31,3	40,4	39,8
Kırbaşı C. (Fetih Cad. Kav.)	3	28,6	38,8	43,6	38,3	34,4	42,9
Keçeciler Cad. (Fetih Cad. Kavşağı)	4	23,8	35,4	30,3	45,1	33,8	36,1
Dalyan Sokak (Fetih Cad. Kav.)	5	26,8	21,1	43,2	32,8	52,6	51,1
Sedirler C. (Fetih Cad. Kav.)	6	26,5	30,5	28,5	14,1	34,2	19,4
Ş.U.Recep Ağa C. (Fetih C.Kav.)	7	28,6	40,9	31,7	60,7	30,8	29,6
Şeyh Ulema Yahşi Cad. (Fetih C.Kav.)	8	15,0	26,5	21,9	41,3	37,5	75,0
Aksaray C. (Fetih Cad. Kav.)	9	27,8	38,4	30,4	46,5	40,5	48,0
Eski Ereğli C. Veteriner Meslek Lis. Önü	10	26,3	30,3	47,9	46,8	34,7	38,5
Çimenlik C. Kayıkoğlu İlköğretim Okulu önü	11	31,9	37,8	29,2	46,6	49,3	44,2
Küçük Kumköprü C. Yahşi Halife Sokak köşesi	12	30,4	25,7	35,8	34,5	37,4	31,4
Sarıyakup C. Tellioglu Kuran Kursu önü	13	34,0	42,1	38,4	26,2	40,5	41,5
Büyük Kumköprü C. Kılınçlar Süpermarket önü	14	28,9	30,7	34,6	38,3	40,4	33,0
Ulupınar C. Ulurmak Muradiye Cami önü	15	35,0	40,0	51,9	38,5	54,3	48,6
Taşcamı Uzunharmanlar C. Kavşak Cami karş.	16	38,2	40,6	38,4	33,7	49,8	43,8
Dr.Ahmet Özcan C.Hacı Adil'in Cami önü	17	43,8	49,0	56,2	51,6	44,4	45,5
Azerbaycan C.Söğütü C. arası demiryolu geçişi	18	51,7	29,2	65,8	41,8	69,0	51,4
Larende C.Ahmet Öksüz üstgeçidi üzeri	19	65,1	48,4	66,6	54,7	60,7	57,3
Alay C.Shell akaryakıt istasyonu önü	20	39,5	60,3	40,6	60,2	44,3	59,0
Meram Yeni Yol demiryolu alt geçidi girişi	21	77,1	61,6	80,4	74,8	81,5	78,6
Hoca Fakih C. demiryolu geçişi	22	53,8	41,6	71,6	52,0	73,4	43,3
Vatan C. Beyşehir C. arası demiryolu geçişi	23	41,8	33,8	49,6	56,4	53,7	52,7
Eskisille C. Kalemder S. arası demiryolu geçişi	24	38,0	32,6	41,3	42,4	46,4	40,9
R. Denктаş C. Ulaşbaba C. arası demiryolu alt geçidi	25	62,3	38,6	68,7	52,0	73,8	56,1
Malas Cad demiryolu hemzemin geçişi	26	18,3	9,6	32,2	31,6	37,3	37,0
Elmalı Cad. üzeri (Çakırlı Cad. kavşağı)	27	59,4	50,5	61,0	64,2	67,5	73,8
Ankara Cad. üzeri (Çakırlı Cad. kavşağı)	28	51,1	59,4	52,4	64,5	48,6	68,4
SultanCemC/K.Karabekir Kav.	29	38,2	66,8	45,2	54,8	54,3	56,9
Millet C.Resim Galerisi önü otobüs durağı	30	56,0	63,6	61,5	64,1	65,7	65,5
Atatürk C.Konya Lisesi önü	31	56,1	0,0	70,3	0,0	64,7	0,0
Sırcalı Medrese Sokak Arkeoloji Müzesi	32	41,4	59,3	57,4	43,1	63,0	46,7
Tevfikye C. Modern Vakıflar Çarşısı önü	33	0,0	43,3	0,0	71,0	0,0	52,1
İstanbul C. (tek yönlü yol) Ferah Çarşısı önü	34	0,0	35,9	0,0	35,6	0,0	40,8
Türbe C. Azizye Cami önü taksi durağı	35	24,3	30,0	25,7	41,0	20,2	40,2
Mevlana C.Sümer Mağazası önü	36	19,9	27,7	32,0	34,2	37,4	41,2
İstanbul C. (tek yönlü yol) Ay İşhanı önü	37	41,8	0,0	45,1	0,0	48,0	0,0
Şerafettin Cad.-İstanbul Cad. kavşağı	38	34,5	60,3	51,1	54,7	52,8	55,5
Ankara Cad. Ulaş Baba Cad.Kav.	39	66,2	53,2	66,8	66,4	66,8	68,9
Nalçacı Cad.-Ulaş Baba Cad. (Turyap Önü)	40	73,8	80,1	52,1	88,5	55,2	90,6
Kerkük Cad. Kaletaş Sok. Kav.	41	70,2	47,2	60,5	60,3	60,5	62,9
Şehir Cad. Teselli Sok. Kav.	42	52,3	42,7	59,5	52,1	62,0	58,9
Yeni Konya Antalya Karayolu demiryolu - kanal üst geçidi üstü	43	40,0	41,0	45,5	39,5	45,0	36,9
Kovanağzı C.demiryolu hemzemin geçişi	44	21,1	40,0	35,8	31,1	40,0	34,5
Sanayi Üst Geçidi (Üst Geçit Otobüs Durağı)	45	55,9	39,6	58,9	55,3	63,2	60,0
Şehit İbrahim Lamcı demiryolu geçişi Çakırlı Sokak Girişi	46	44,4	38,9	47,1	47,3	51,3	51,4
Konya Adana Karayolu Üst geçidi Mobilyacılar Sitesi tarafı	47	60,1	40,7	63,8	42,4	60,2	40,9
Şahinkaya C. Mehtap C. Ara-sı kanal üst geçişi girişi	48	52,8	42,1	58,6	47,4	54,0	48,7
İbni Sina Cad. - İbni Sina Meydanıkanal üst geçişi girişi	49	63,3	46,0	67,0	49,7	63,0	47,5
Lale C. Kadızade S./ İstanbul Yolu Kav.kanal üst geçişi girişi	50	69,6	65,2	69,3	68,4	69,7	66,6
İstikamet C. Sapağı S. Kav.kanal üst geçişi girişi	51	40,0	45,9	31,3	49,9	40,8	42,2
Ankara Karayolu Bayrampaşa Cad.Kav.	52	30,5	43,3	46,3	42,9	44,7	50,7
Bayram Paşa C. demiryolu geçişi	53	48,1	43,3	54,2	56,2	48,0	53,1
İstanbul Yolu Üniversite Kampüs Kav.	54	13,1	31,4	18,2	35,9	32,2	40,5
Konya Ankara Karayolu-na bağlantı	55	40,5	37,8	52,1	33,8	44,1	35,1
Konya Ankara Karayolu üzeri	56	28,9	48,4	31,4	54,1	39,8	50,1
Konya Ankara Karayolu üzeri Aksaray Kavşağı dışı	57	28,4	34,3	26,8	33,8	39,6	36,2
Mevlana C. İşbank Önü	58	33,7	37,7	44,3	60,6	51,0	72,6
Ulaşbaba Cad. Tuğra Sok. Kavşağı	59	58,4	33,6	55,1	41,5	54,5	48,8
Abdüleşit-Maraş C. Kavşağı	60	16,9	28,9	32,1	16,7	28,1	32,4
TOPLAM		48,7	48,2	53,6	56,0	55,4	60,6
ORTALAMA		39,7	40,2	45,5	45,6	48,0	48,0
MAKSİMUM		77,1	80,1	82,1	88,5	85,2	90,6

Tüm gün içinde özel otomobil yolculuklarının diğer araçlı yolculuklara göre payı incelendiğinde, gece saatleri gözetilmezse 08:30-09:30 saatleri arasında bu payın en yüksek değerine ulaştığı (% 42,2) görülmektedir [57].

Özel otomobil yolculuklarının saatlik payı sabah zirvesinde en yüksek değere ulaşmakta ve 07:30-08:30 arasında özel otomobil yolculuklarının % 19,96'sı gerçekleştirilmektedir. Akşam zirvesinde özel otomobil yolculuklarının % 12,05'i 17:30-18:30 arasında gerçekleşmektedir [57].

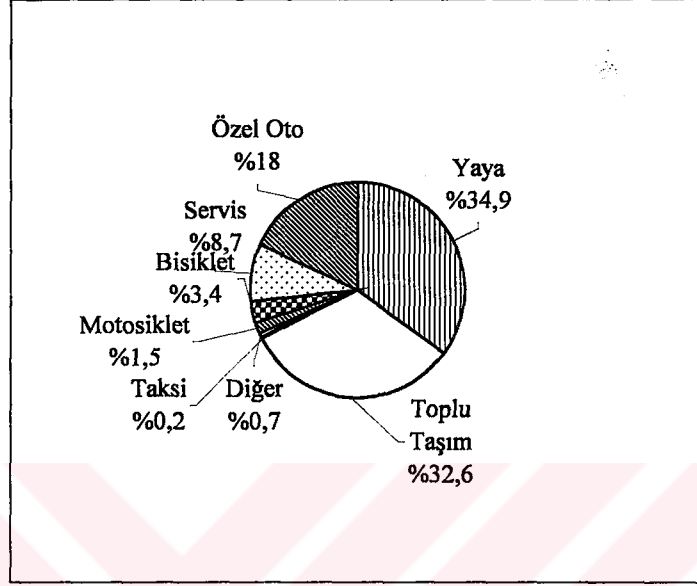
3.3.3. Bisiklet Ulaşımı

Ülkemiz kentlerinde bisiklet bir ulaşım aracı olarak önemli bir role sahip olmamakla birlikte bazı kentlerimizde ülke ortalamasının çok üzerinde kullanım oranlarına ulaşmaktadır. Özellikle İzmit, Adapazarı gibi sanayi kentlerinde, Adana ve Gaziantep gibi iklim koşulları ve topografyası çok uygun kentlerde ve Ege Bölgesi'ndeki pek çok kırsal ve kentsel yerleşmede hiç bir destekleyici etken olmamasına karşın bisiklet kullanımı önemsenerek düzeylere ulaşmaktadır.

Konya'da da, gerek kentle çevresindeki bağ ve bahçeler arasında yapılan yolculuklarda ve gerekse sanayinin gelişmesi ile artan işçi kesiminin çalışma ve konut alanları arasındaki yolculuklarında, topografya ve iklim koşullarının sağladığı uygun ortamdan yararlanarak bisiklet ulaşımının önemli bir rolü oluşmuştur. Bisikletin Konya'da yaygın olarak her yaştaki kentli tarafından kullanılması sonucunda bisikletler kentte yeni bir kültürün oluşmasına yol açmış ve Konya bisiklet kullanımı ile ülke içinde öne çıkmıştır. Kent içinde belirli amaçları olan yolculuklarda kullanılmasının yanı sıra, bisiklet Konya'nın en başarılı olduğu spor dalı olmuştur.

2000 yılında Ulaşım Master Planı çalışmaları kapsamında yapılan konut anketlerinde ve kesit sayımlarında ise bisiklet ve motosiklet yolculukları ayrı ayrı sınıflandırılmıştır. Konut anketi sonuçlarına göre gün içinde yapılan yaya yolculukları dahil toplam yolculukların % 3,4'ü bisikletle yapılmaktadır (Şekil 3.7.) [57]. Bisiklet ve motosikletler birlikte değerlendirildiğinde iki tekerlekli taşıtların oranı % 4,9'a ulaşmaktadır. Yaya yolculukları dışındaki araçlı yolculuklar içinde bisikletin payı ise % 5,2 düzeyindedir (Tablo 3.8) [57].

Konya’da bisiklet kullanıcılarının özellikleri iki ayrı veri toplama çalışmasının sonuçları ile belirlenebilmektedir. Konut Anketi sonuçlarından bisiklet kullanıcılarının ayrılarak değerlendirilmesi ile tüm kent genelindeki veriler elde edilmiş, diğer yandan da kent merkezindeki bisiklet park yeri anketlerinin sonuçlarından kullanıcılara ilişkin bilgiler derlenmiştir.



Şekil 3.7. Konya’da Yolculukların Türlerine Dağılımı (Konut Anketleri 2000)

Konut anketinin sonuçlarına göre Konya’da yolculuklarında bisiklet kullanan kişilerin yarısından fazlası (% 54,4) 15-35 yaş grubunda bulunmaktadır. Bisiklet kullanımında gençlerin belirli bir ağırlığı bulunmasına karşılık 5-15 yaş arasındaki ve 65 yaş üstündeki kentlilerin de ulaşımında bisikleti kullandığı görülmektedir [57].

Konya’da geleneksel olarak oluşmuş bir bisiklet kültürü ve alışkanlığı bulunmaktadır. Küçük yaştan itibaren bisiklet kullanmaya başlanılmakta ve ileri yaşlara kadar bu alışkanlık sürdürülmektedir. Bisiklet kullanımı kentte bir alışkanlık, olağan bir faaliyet ve bir yaşam biçimi olarak görülmektedir. Bisikletin kullanıldığı çeşitli alanlar Şekil 3.8, 3.9, 3.10’da gösterilmiştir.

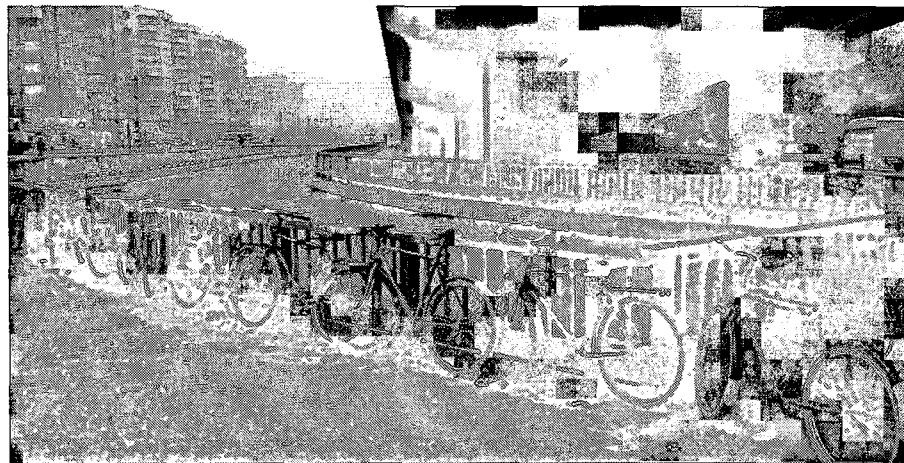
Konut alanlarında kız çocuklarının bisikleti bir oyun aracı olarak kullanmalarına karşılık, ulaşım amaçlı bisiklet kullanıcılarının sadece erkeklerden oluştuğu, sosyal ve kültürel kısıtlamalardan dolayı diğer gelişmekte olan ülkelerdeki gibi, kadınların ve genç kızların yolculuklarında bisikleti kullanamadığı görülmektedir.



Şekil 3.8. Balık Hali'nde Aktarmalı Yolculuklar İçin Park Edilmiş Bisikletler.



Şekil 3.9. Mümtaz Kuru İlköğretim Okulu Çevresinde Park Edilen Bisikletler.



Şekil 3.10. Sanayi Tramvay Durağında (Koyuncu Petrol) Park Edilmiş Bisikletler.

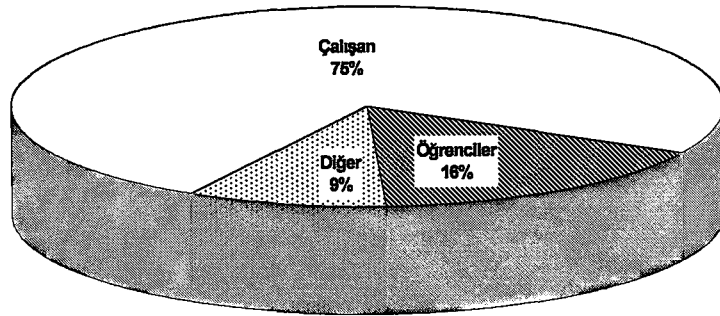
Bisiklet kullanımında bu ayrıma rağmen, erkeklerin kullandıkları bisikletlerin arka selesinde kadınların yolculuk ettiği sık görülmekte, bu durumda bisiklet dar gelirliilerin aile otomobili gibi kullanılmaktadır. Kentte kadın otomobil sürücüleri görülmesine karşılık, kadın bisikletlilere hiç rastlanmamaktadır. Arka seledede bisiklete binmelerine izin verilen kadınların, bisiklet kullanmaları kabul edilmeyen bir davranış olarak değerlendirilmektedir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Konya’da Bayanların Bisiklet Yolculukları.

Konut anketi sonuçlarına göre bisiklet kullanıcılarının % 74,55’i çalışan kişilerden oluşmakta, öğrenciler bisiklet kullanıcılarının % 16,39’unu, çalışmayan kişiler ise %9,06’sını oluşturmaktadır (Şekil 3.12.) [57].

Konya’da, çalışma ve konut bölgeleri arasındaki uzaklıklar ve ulaşım bağlantıları yer yer bisiklet kullanıcılarına önemli kolaylıklar sağlamaktadır. İstanbul Yolu’nun



Şekil 3.12. Bisiklet Kullanıcılarının Çalışma Durumlarına Göre Dağılımı.

kuzeyinde yer alan konut alanları ile yolun güneyinde yer alan sanayi alanları ve diğer işyerleri arasındaki uzaklık bisiklet kullanımı için uygun bir mesafe olmakla birlikte, İstanbul Yolu üzerindeki sayıca sınırlı bağlantılar ve geçişler bisiklet kullanımını kısıtlamaktadır. İstanbul Yolu'nun kuzeyindeki konut alanları ile İstanbul Yolu'nun güneyindeki işyerleri ve hatta Ankara Yolu üzerindeki iş yerleri bisiklet erişim alanı içinde bulunması değerlendirilmesi gereken önemli bir imkandır (Şekil 3.13, 3.14.).

Halen Konya'da özel ilköğretim okulları ve liselerin sayısal azlığı, bu okulların öğrencilerinin çevredeki konut alanlarından yaptıkları yolculuklarda bisikleti kullanmasına imkan sağlamaktadır. Bu özellik bir yandan ailelerin ulaşım giderlerini ve öğrencilerin yolculukta harcanan zamanını azaltmakta, okulların hizmet alanını genişletmekte ve okul servis araçlarının artışı önlemektedir. Bu özellikten yararlanılarak bisikletin okul-ev yolculuklarında daha yoğun biçimde kullanılması ulaşımında bisikletin etkin kullanılması için değerlendirilmesi gereken bir başka potansiyel olmaktadır.

3.3.4. Yaya Ulaşımı

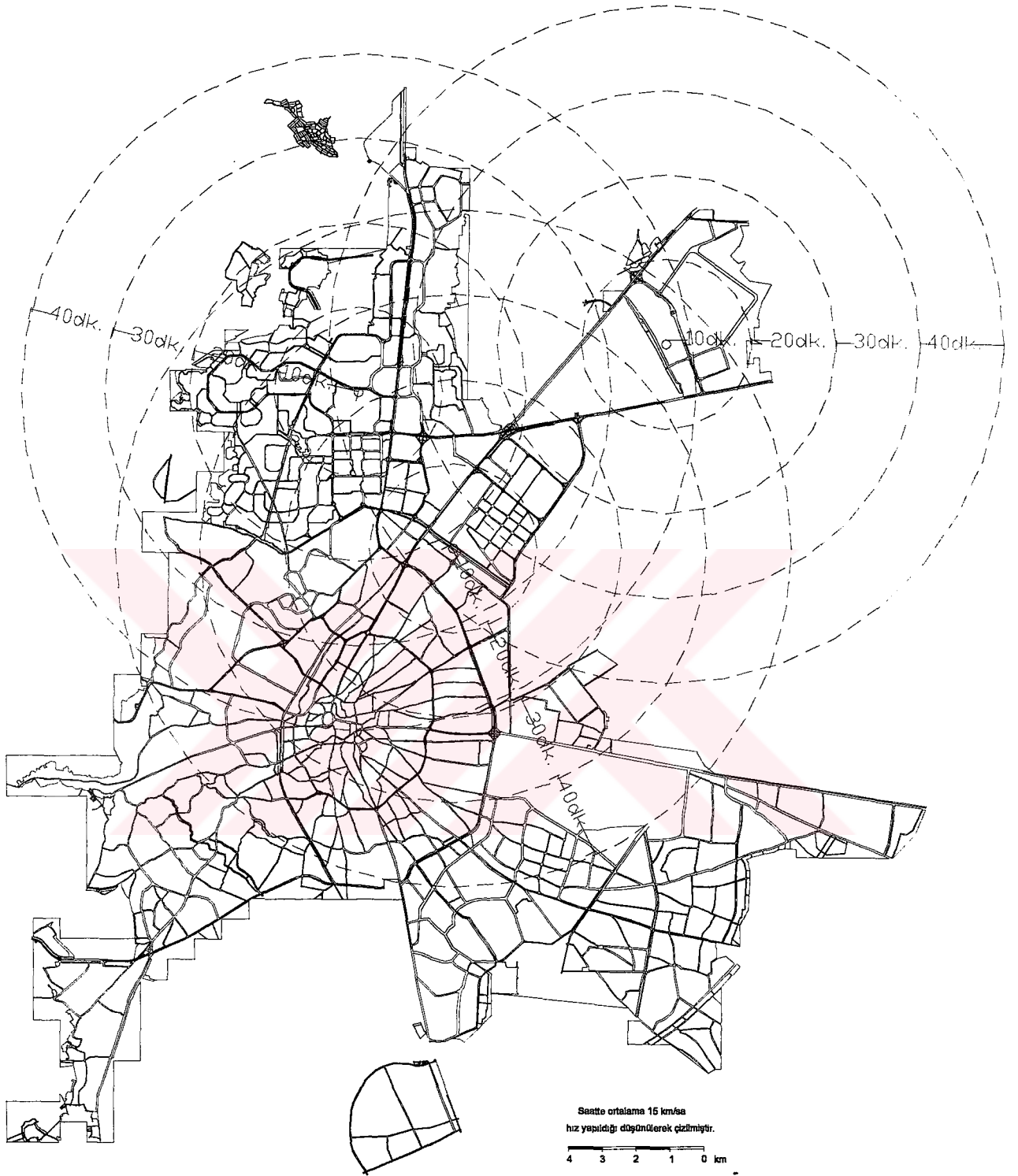
Konya' da uygulanan konut anketleri çalışmasına göre günde 980.352 adet yolculuk yapıldığı saptanmış ve bu yolculukların % 34,87'sinin yaya yolculukları, %65,13'ünün motorlu araçlarla yapılan yolculuklar olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.15) [57].

Yaya yolculuklarının % 15,32'si konut uçlu iş yolculukları, % 66,15'i konut uçlu okul yolculukları, % 14,46'sı konut uçlu diğer yolculuklar ve % 4,07'si ise konut uçlu olmayan yolculuklardır (Şekil 3.16) [57].

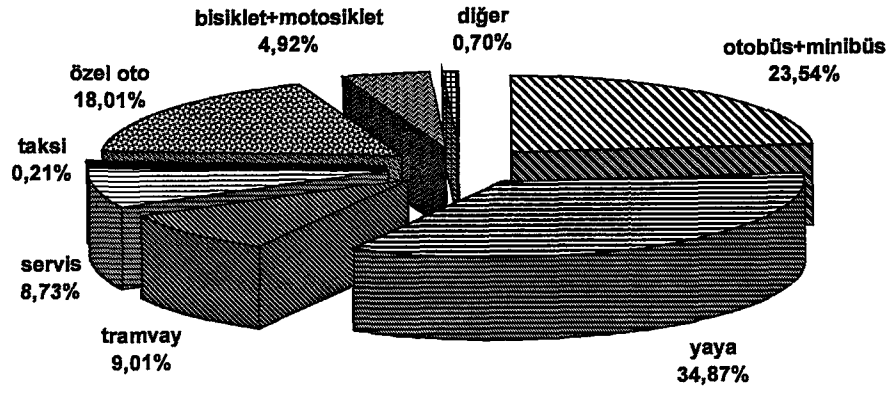
Yaya yolculuklarının gelir gruplarına göre dağılımında, bu yolculukların % 51 ile en çok düşük sosyo-ekonomik grup tarafından gerçekleştirildiği, % 38'inin orta sosyo-ekonomik grup tarafından, % 11'inin ise yüksek sosyo-ekonomik grup tarafından yapıldığı saptanmıştır [57] (Şekil 3.17).



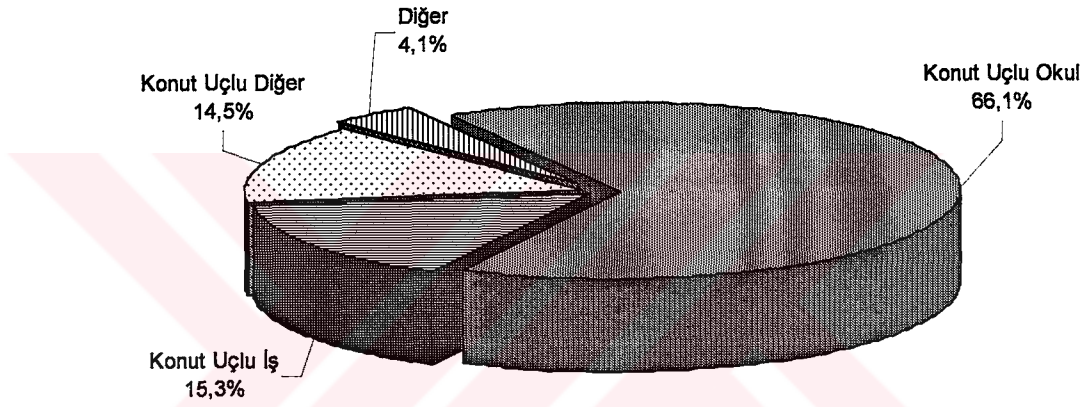
Şekil 3.13. Merkeze Bisikletle Erişim Süreleri



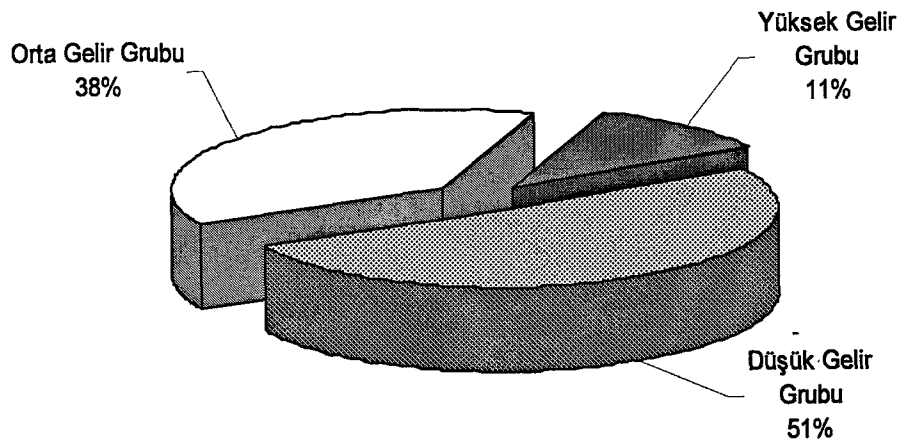
Şekil 3.14. Sanayi Alanlarına Bisikletle Erişim Süreleri



Şekil 3.15. Konut Anketlerine Göre Türel Dağılım



Şekil 3.16. Yaya Yolculuklarının Yolculuk Amaçlarına Dağılımı



Şekil 3.17. Yaya Yolculuklarının Gelir Gruplarına Dağılımı.

3.3.5. Otopark Kullanımı Özellikleri

Konya’da sabah doruk saatlerde kent merkezine yönelen otomobilli yolculuklarla mevcut yol-boyu park yerlerinin uzun süreli park eden kullanıcılar tarafından doldurulduğu, daha sonra iş takibi ve alışveriş için merkez alana gelenlerin araçlarını kısa süreli olarak park edecekleri yer bulmalarının güçleştiği görülmektedir.

Otomobil kullanımında ve merkezdeki otopark politikalarında herhangi bir kısıtlama yaklaşımı ve uygulaması olmamasından dolayı, otomobil kullanılarak merkez alana yapılan yolculuklar sürekli artma eğilimindedir.

Otopark alanları, kamyon ve kamyonetlerin ticari alanlarda yaptıkları mal yükleme ve boşaltmasından da olumsuz olarak etkilenmektedir. Yük servisleri çoğu kez cadde üzerinde yapılmakta, yol kenarları otopark olarak kullanıldığı için kamyon ve kamyonetler kaldırıma yanaşamamakta, yolun ikinci şeridinde yükleme-boşaltma yapılarak yollardaki sıkışıklık arttırılmakta ve yol kapasitesi düşmektedir

Otopark yetersizliği, ana caddelerde çift sıra park, yaya kaldırımına park ve yasak yerlerde yol üstüne park dahil, gayri nizami park etme yaygınlığında kendisini açıkça göstermektedir. Kural dışı park edişlerin denetiminin yetersiz olması, “Park Edilmez” levhalarının varlığına rağmen kaldırım kenarlarını gün boyunca işgal edenlere cesaret vermektedir. Yol-boyu ve yol-dışı otopark yerlerinde özürlü sürücüler için özel yerler ayrılmadığı için, engellilerin otomobil kullanımını kolaylaştıracak herhangi bir önlem bulunmamaktadır.

Merkez alanda birçok cadde ve blokta karışık arazi kullanımının varlığı, mevcut park sorunlarını daha da artırmaktadır. Merkezdeki konutlarda yaşayanlar gün içinde herhangi bir nedenle merkezden ayrıldıklarında, döndükleri zaman boş park yeri bulmakta güçlük çekmektedirler. Bu nedenle bu kişiler, otomobillerini yol-boyu park yerlerine tüm gün boyunca ve hatta daha uzun süre ile bırakmayı tercih etmektedir. Bu durum kentin merkez bölgelerinde üzerleri örtülü, günlerce aynı yerde duran otomobillerin varlığıyla gözlenebilmektedir.

3.4. Hız ve Gecikme Etütleri

Hız etütleri, trafik düzenlemesi, ulaşım planlarında trafiğin atanması ve trafik kazalarının önlenmesi bakımından önemli bulunmaktadır. Yapılan hız etütlerinden,

hız haritaları hazırlamak, hızlarla yol kapasitesi arasındaki ilişkileri incelemek, geçiş yasağı konulmak istenilen bölgelerin uzunluğunu, düşey ve yatay kurbalarda görüş uzunluklarını belirlemek, trafik sinyallerine ihtiyaç bulunup bulunmadığını ve sinyal zamanlarını tayin etmek için yararlanılabilir.

Trafik kazaları açısından da, kaza oranı yüksek kavşak ve noktalarda hızların düzenlenmesi için hız etütlerinden yararlanılır. Ayrıca, yapılan düzenlemelerin sonuçlarının değerlendirilmesi ve faydalarının anlaşılması için de hız etütleri yapılmaktadır.

Gecikme etütleri ise, mevcut yollar üzerindeki trafiğin maruz kaldığı gecikme veya tıkanmaların tanımlanması ve gecikmelerin sebepleri, yerleri süreleri ve tekrar şekillerinin anlaşılması amacıyla özel otomobil ve toplu taşıma türleri için yapılmaktadır.

3.4.1. Etüt Yöntemi ve Hazırlıklar

Yukarıda değinilen amaçlara yönelik olarak, Konya Ulaşım Master Planı çerçevesinde hız ve gecikme etütleri yapılmıştır. Bunun için kullanılan yöntemler arasından en verimli yöntem olan, test aracı tekniği kullanılmıştır.

Test aracı tekniğiyle yapılan hız ve gecikme etütlerinde, özel otomobiller için trafik içinde seyir eden bir otomobil, toplu taşıma araçları için ise araç içine yolcu olarak bindirilen bir görevli kullanılmıştır.

Özel otomobil hız ve gecikme etütleri için kullanılan yöntemde, doruk saatlerde, daha önceden belirlenen ve uzunluğu bilinen bir güzergahta, özel otomobil ile mevcut trafik koşullarında, süre tutularak seyir edilmekte ve bu sırada karşılaşılan tüm gecikmeler sebepleri, yerleri ve süreleri ile belirlenmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, aracı kullanan kişinin hız etüdü yapılmasından dolayı değişik sürüş karakteristikleri ortaya çıkarmamasıdır. Otomobili kullanan kişi, karşılaştığı mevcut trafik koşullarına her zaman nasıl reaksiyon gösteriyorsa o şekilde tepki göstermelidir. Ayrıca, trafikte seyir halindeyken, çok şeritli yollarda orta şerit izlenmeli, normal sayılan sürüş tekniği kullanılmalı ve test aracını sollayan araç sayısı kadar araç sollanmalıdır [58-60].

Toplu taşıma türleri için yapılan hız ve gecikme etütleri, daha önceden belirlenen ve uzunlukları bilinen güzergahlarda, sabah zirve saatlerde yapılmaktadır. Etütler

sırasında, toplu taşıma aracına bir görevli, yolcu olarak binmeli ve sürücüye hız etüdü yapıldığı bildirilmemelidir. Böylece, sürücünün karşılaştığı mevcut trafik koşullarına her zamanki gibi tepki göstermesi sağlanmalıdır. Toplu taşıma aracı trafikte seyir halindeyken, hız ve gecikme etüdü yapan görevli, karşılaştığı tüm gecikmeleri, süreleri, yerleri ve sebepleri ile not etmelidir [58-60].

Görevli kişi, toplu taşıma aracının her gidiş ve dönüşü için farklı bir form kullanmalıdır. Seferin başladığı ve sona erdiği saati ve gecikmeye esas olan tam duruş veya yavaş hareket sürelerini kronometre ile tespit ederek, bu gecikmenin nedenini ve yerini de belirtmelidir. Toplu taşıma seferlerindeki gecikme sebeplerinden birisi de inen ve binen yolculardır. İniş-biniş duraklamalarının ne kadar sürdüğünü tam olarak hesaplamak için, formlarda durağa varış ve kalkış saatleri yazılarak iniş ve biniş hareketleri ve dolayısıyla durakta kaç saniye beklediği hesaplanır [58-60].

Bu yöntemle, doruk saatlerde, daha önceden belirlenen ve uzunluğu bilinen güzergahlarda, özel otomobil ile veya toplu taşıma aracı ile, mevcut trafik koşullarında, süre tutularak seyir edilmekte ve bu sırada karşılaşılan tüm gecikmeler sebepleri, yerleri ve süreleri ile belirlenmektedir. Toplanan veriler, daha önceden hazırlanan formlara işlenmektedir. [58-60]

Hız ve gecikme etütlerinde kullanılmak üzere, özel otomobil ve toplu taşıma araçları için toplam 90 ayrı güzergahta, trafik yönü olarak merkeze ve çevreye olmak üzere toplam 180 adet etüt formu hazırlanmıştır. Bu formlardan bir tanesi örnek olması amacıyla doldurulmuş olarak Ek C'de Tablo C-1'de verilmiştir.

3.4.2. Güzergah ve Kontrol Noktalarının Belirlenmesi

Etütlerde kullanılacak olan güzergahların seçimi için, Konya yol ağı, karayolu ve toplu taşıma olarak ayrılmıştır. Güzergah seçimleri sırasında dikkat edilen en önemli kriterler, yol ağında bulunan birinci kademedeki yolların tümünün kapsanması ve çiftsayımların önlenmesi olmuştur. Benzer geometrik ve karakteristik özelliklere sahip güzergahlar arasında trafik yoğunluğu yüksek olanlar seçilmiştir.

Güzergah seçimi tamamlandıktan sonra, güzergah üzerinde bulunan tüm duraklar, kavşaklar ve etüt sırasında görevliler tarafından rahatlıkla fark edilebilecek ve harita üzerinde işaretlenebilecek çeşitli röper noktaları (hastane, okul, karakol gibi) kontrol noktaları olarak belirlenmiştir.

Bu değerlendirmeler sonucunda, belirlenen 30 otobüs, 15 minibüs, 1 tramvay ve 44 özel otomobil olmak üzere toplam 90 güzergahta etütler geçekleştirilmiştir.

3.4.2.1. Otobüs Hatları

Otobüs için, mevcut 127 hattan 30 tanesi güzergah hız ve gecikme etütleri için seçilmiştir. Güzergah seçimi, otobüs yol ağının tüm yollarını kapsayacak fakat çakışmayacak şekilde yapılmıştır. Bu güzergahlardaki tüm duraklar ve kavşaklar etüt kontrol noktası olarak belirlenmiş ve çevreye ve merkeze olmak üzere iki ayrı yön için etüt formları hazırlanmıştır.

3.4.2.2. Minibüs Hatları

Minibüs etütleri için mevcut 28 minibüs güzergahından 15 tanesi etüt koridoru olarak seçilmiştir. Güzergah seçimi, minibüs yol ağının tüm yollarını kapsayacak fakat çakışmayacak şekilde yapılmıştır. Bu güzergahlardaki ana duraklar ve kavşaklar kontrol noktaları olarak belirlenmiş ve çevreye ve merkeze olmak üzere iki ayrı yön için etüt formları hazırlanmıştır.

3.4.2.3. Özel Otomobil Güzergahları

Genel trafik hız ve gecikme etütleri için Konya kent içi yol ağında 44 güzergah çalışma koridoru olarak belirlenmiştir. Güzergah seçimi, karayolu ağının tüm yollarını kapsayacak fakat çakışmayacak şekilde yapılmıştır. Güzergah olarak belirlenen ana caddeler ve yollar üzerinde bulunan kavşaklar veya kolay tanımlanabilecek noktalar kontrol noktaları olarak tespit edilmiştir. Daha sonra bu kontrol noktalarını dikkate alan, merkeze ve çevreye olmak üzere iki ayrı yön için etüt formları hazırlanmıştır.

3.4.3. Bilgi Toplama Formları

Otobüs, minibüs, tramvay ve özel otomobil hız etütlerinde bilgi toplanması amacıyla hazırlanan ve kullanılan etüt formlarından, özel otomobil için hazırlanan hız ve gecikme etüdü formu örneği, üzerinde etütler sırasında toplanmış gerçek bilgiler işlenmiş olarak, Ek C bölümünde verilmektedir.

3.4.4. Toplanan Bilgilerin Değerlendirilmesi

Özel otomobil, otobüs ve minibüs için toplam 89 güzergahta yapılan hız ve gecikme etütleri verileri etütlerden sonra sayısal ortama geçirilmiştir. Sayısal ortamda, duraklar arasında kalkıştan duruşa, kalkıştan kalkışa ve hattaki ticari hız olmak üzere 3 ayrı hız hesaplaması güzergahın yönüne göre merkeze veya çevreye olmak üzere ayrı ayrı yapılmıştır. Böylece, tespit edilen güzergahlardaki ortalama ticari hızlar elde edilmiştir. Ayrıca, ortalama ticari hızın yanısıra, belirlenen tüm duraklar arasında da hızlar elde edilmiştir. Bu bilgiler ışığında, gecikmelerin bulunduğu noktalar, nedenleri ve süreleri de görülerek Konya yol ağında sorunlu bölgeler tespit edilmiştir.

3.4.5. Hız Etüdü Sonuçları

3.4.5.1. Otobüs Hızları

Ölçülen otobüs hızlarının, merkezde ve ikinci olarak da güney hatlarında çok düştüğü saptanmıştır. Merkezde ortalama ticari hızların 5-15 km/saate kadar düştüğü görülmüştür. Bu arada güneydoğu ve özellikle güneybatı hatlarında ortalama ticari hızların merkeze gidiş yönünde 15-20 km/sa düzeyine düştüğü belirlenmiştir.

Güzergahı merkez ağırlıklı olmayan hatlarda sabah doruğunda merkeze doğru ve akşam doruğunda da çevreye doğru yönlerde hız belirgin bir biçimde düşmektedir. Yapılan tüm ölçümlerin ortalamasında (ring hatlar dışında) istem yönü olarak tanımlanan bu yönlerde, istem-aksi yöne göre hızlarda ortalama % 18 azalmaktadır. Zirve talep yönünde ortalama 22,8 km/sa olan hızlar, zirve talep yönü tersinde ortalama 26,9 km/sa düzeyine çıkmaktadır.

3.4.5.2. Minibüs Hızları

Minibüs hatlarının güzergahlarında ölçülen hızların Otobüs İşletmesi hızlarına göre bazı farklar taşıdığı belirlenmiştir. Minibüs hızları sık yolcu alıp indirmeye bağlı olarak merkezde çok düşmekte, buna yakın düşük hızlar güney hatların yanı sıra kuzey hatlarda da görülmektedir. Otobüs hızları merkez dışında daha benzer değerler gösterirken minibüs hızları merkez dışında daha hızlı olabilmektedir.

Minibüs hatlarının ortalama hızları incelendiğinde, genel olarak otobüs ortalama hızlarından daha yüksek değerlere ulaşmakla birlikte, istem yönü ortalamasında istem-aksi yöne göre % 27 hız azalması saptanmıştır. (İstem yönü ortalaması 24 km/sa, istem-aksi yön ortalaması 30,47 km/sa)

3.4.5.3. Özel Otomobil Hızları

Özel otomobillerin trafikte seyir hızı ortalamalarını saptayabilmek üzere 44 güzergahta etüt yapılmıştır. Tüm yollar ortalamasında saatte 39 km. hız yapılabildiği merkezi iş alanının sınırlı bazı kesimlerinde hızın saatte 15 km.ye hatta daha da altına indiği, ancak kent genelinde çoğunlukla 30 km/sa.'ın üzerinde, hatta dış mahallelerde 50 km/sa.'ın (kent içi hız limitleri ve sinyalize ya da açık kavşak geçişleri düşünüldüğünde en üst sınır) üzerine çıktığı görülmüştür. İstanbul yolu üzerinde yeşil dalga hızı 70 km/sa. Nalçacı caddesinde ise 60 km/sa.'tır.

Özel otomobillerin ortalama seyir hızları incelendiğinde, zirve talep yönü ortalamasında aksi yöne göre % 14 hız azalması saptanmıştır (zirve talep yönü ortalaması 37,3 km/sa, aksi yön ortalaması 42,6 km/sa).

4. DOĞRUSAL REGRESYON ANALİZİ

Regresyon analizi, verileri kullanarak bağımlı değişken adı verilen değişken ile bağımsız değişken veya değişkenler olarak adlandırılan değişkenler arasındaki ilişkiyi ele alır. Bağımlı değişkenin bir bağımsız değişken ile ilişkisi ele alınıyorsa 2 değişkenli veya basit regresyon analizi söz konusudur. Bağımlı değişken birden çok sayıda bağımsız değişken ile ele alınıyorsa çoklu regresyon analizinden bahsedilir. Bu ilişki doğrusal ya da doğrusal olmayan nitelikte olabilir. En tanınan regresyon ilişkisi doğrusal olanıdır. Bu ilişkiler genellikle pürüzsüz değildir yani veriler kullanıldığında matematiksel olarak ifade edilen y bağımlı değişkeni ve x bağımsız değişkeni arasındaki ilişki daima pürüzsüz matematiksel denklemleri vermez [61].

Regresyon analizi verilere bağlı olarak stokastik (ihtimalli ya da olasılık) ya da deterministik olabilir. Veriler arasındaki istatistiksel ilişkilerle stokastik değişkenler ilgilenir (bu verilerin olasılık dağılımı vardır). Fonksiyonel veya deterministik bağımlılıktaki değişkenler stokastik değildir [61].

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + u_i \quad (4.1)$$

burada β_0 ve β_1 regresyon katsayıları, analizin parametreleridir. β_0 , y eksenini kesen değerdir. β_1 , eğimi gösterir. Yukarıdaki denklemin X_i 'ye göre 1. derece türevi alınarak elde edilir.

Çoklu regresyon analizinde de,

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + u_i \quad (4.2)$$

Burada Y, bağımlı değişkeni X_1 ve X_2 bağımsız değişkenleri u_i ise rassal değişkeni başka bir deyişle hata payını göstermektedir. β_1 ve β_2 katsayıları kısmi regresyon katsayıları olarak bilinir. Doğrusal regresyon katsayıları sıradan en küçük kareler yöntemiyle hesaplanır [61].

4.1. Korelasyon

Değişkenler arasındaki ilişkiyi ölçen yöntemlerden biri ise korelasyon analizidir. Korelasyon iki veya daha çok değişkenin arasındaki ilişkinin derecesi olarak tanımlanabilir. Bir serpilme grafiğinde X ve Y gibi iki değişkenin değerleri bir doğru şeklinde yukarı veya aşağı doğru sıralanıyorsa bu iki değişken arasında doğrusal pozitif veya negatif korelasyon var demektir. Serpilme, eğri şeklinde ise eğrisel korelasyon söz konusudur. Ancak serpilme dağınık ise, iki değişken arasında herhangi bir korelasyondan bahsedilemez [62,63].

İki değişken arasındaki ilişkinin gücü doğrudan serpilme diyagramı ile gösterilebilir. Eğer noktalar çizgiye yakın yerde toplanmışsa ilişki güçlü, noktalar dağınıksa ilişki zayıf demektir. Korelasyon katsayısı, X ve Y değişkenleri arasındaki ilişkiyi tam ve nicel olarak ölçmek için kullanılır. Belli bir örnek kütlenin korelasyon katsayısı r_{xy} olarak gösterilir ve aşağıdaki şekilde bulunur [62,63].

$$r_{xy} = \frac{\sum x_i y_i}{\sqrt{\sum x_i^2} \sqrt{\sum y_i^2}} \quad (4.3)$$

burada $x_i = X_i - \bar{X}$ ve $y_i = Y_i - \bar{Y}$ 'dir.

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n} \quad \text{ve} \quad \bar{Y} = \frac{\sum y_i}{n} \quad (4.4)$$

n gözlem sayısıdır.

4.2. Sıradan En Küçük Kareler Yöntemi

Sıradan en küçük kareler yöntemi doğrusal veya doğrusal olmayan regresyon katsayılarının hesaplanmasında kullanılır. Yöntemin açıklanması için aşağıda iki değişkenli bir regresyon fonksiyonu ele alınmıştır [62].

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + u_i \quad (4.5)$$

Denklem 5'deki ana kütle fonksiyonu doğrudan elde edilemediğinde, örnek kütle regresyonunun denklemi kullanılır.

$$Y_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i + \hat{u}_i = \hat{Y}_i + \hat{u}_i. \quad (4.6)$$

$$\hat{u}_i = Y_i - \hat{Y}_i \quad (4.7)$$

Örnek kütleden elde edilen regresyon denklemi ana kütle regresyon denklemine ne kadar yakınsa analizin sonuçları o kadar gerçekçidir. Bu sonuca ulaşabilmek için formül 4.5'deki hata payı u_i 'nin minimum olması anlamına gelmektedir.

Hataların toplamı aşağıdaki şekildedir.

$$\sum \hat{u}_i = \sum (Y_i - \hat{Y}_i) \quad (4.8)$$

Denklem 4.8'deki toplam değer, analizin sonuçlarının gerçekçi olması için minimum olmalıdır. İstatistiksel olarak hataların toplamı sıfıra eşittir. Bu sebeple, hataların toplamını minimize etmek yerine hataların karelerinin toplamı minimize edilir.

$$\sum_{i=1}^n \hat{u}_i^2 = \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2. \quad (4.9)$$

Bağımsız değişkenlerdeki $\Delta 1$ değişimin bağımlı değişkende oluşturacağı etkiyi hesaplamak amacıyla, $\hat{Y}_i$ 'nin değeri formülde yerine konularak β_1 ve β_2 'ye göre türevleri alınır ve β_1 ve β_2 katsayıları hesaplanır [62].

$$\sum_{i=1}^n \hat{u}_i^2 = \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = \sum (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_i)^2 \quad (4.10)$$

$$\sum Y_i = n\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \sum X_i \quad (4.11)$$

$$\sum Y_i X_i = \hat{\beta}_0 \sum X_i + \hat{\beta}_1 \sum X_i^2 \quad (4.12)$$

Bu son iki denklem β_1 için çözüldüğünde

$$\hat{\beta}_1 = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum (X_i - \bar{X})^2} = \frac{\sum x_i y_i}{\sum x_i^2} \quad (4.13)$$

$$\hat{\beta}_0 = \frac{\sum X_i^2 \sum Y_i - \sum X_i \sum X_i Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} = \bar{Y} - \hat{\beta}_1 \bar{X} \quad (4.14)$$

4.3. Sıradan En Küçük Kareler (SEKK) Tahmin Edicilerinin Özellikleri

4.3.1. Gauss-Markov Teoremi

Anakütle parametresine yakın bir tahmin en iyi bir tahmindir. Bunun için çeşitli ekonometrik yöntemlerle bulunan tahminler örnekteki dağılımlarının ortalaması ve varyansı ile ölçülür. Hata terimi u_i 'nin ortalamasının sıfır ve sabit varyansa sahip olması şartıyla en küçük kareler tahmin edicisinin doğrusal, sapmasız olduğu görülecektir. Buna Gauss-Markov teoremi de denilmektedir [61,62].

SEKK tahmin edicilerinin 3 özelliği vardır [61,62]:

- 1- Doğrusallık: SEKK tahminlerinde bulunan $\hat{\beta}_0$ ve $\hat{\beta}_1$ Y_i değerlerinin doğrusal bir fonksiyonudurlar.
- 2- Sapmasızlık: bir tahmin edicinin sapması, beklenen değeri ile gerçek parametre arasındaki farktır.

$$Sapma = E(\tilde{\beta}) - \beta \quad (4.15)$$

$E(\tilde{\beta}) - \beta$ ise tahmin edici sapmasızdır. Örnek sayısı arttıkça, sapmasız tahmin edici parametrenin gerçek değerine yaklaşır. Bunun anlamı örneklerin sayısı arttıkça tahminler gerçek parametrelere doğru yaklaşır demektir.

- 3- En küçük varyans özelliği: Gauss-Markow teoremine göre en küçük karelerin tahminleri başka ekonometrik yöntemlerle bulunan herhangi bir doğrusal sapmasız tahmin ediciler içinde en iyisidir.

4.3.2. Determinasyon Katsayısının (R^2) Belirlenmesi

Regresyon denkleminde elde edilen parametrelerin uygunluğunu ölçmek için kullandığımız istatistiksel ölçütlerden biri korelasyon katsayısının karesi R^2 , diğeri tahmin edilen parametrelerin standart hataları ile ilgilidir [61,62].

SEKK modeli ile örnek X_i ve Y_i değerleri regrese edildiğinde ortaya çıkan doğrusal ilişkinin gerçek gözlemleri ne kadar ifade ettiğini bilmemiz gerekir. Yani doğrunun etrafına yayılmış gözlemlerin doğruya yakın veya uzak olduğunu bilmemiz gerekir. Gözlemler doğruya ne kadar yakın ise uyum iyiliği (goodness of fit) o kadar iyi, Y'deki değişme X'deki değişme ile o kadar iyi bir şekilde açıklanabilir demektir. Bağımlı değişkenin (Y) % kaçının bağımsız değişkendeki (X) değişme tarafından belirlendiğini gösteren katsayı R^2 'dir. R^2 , Y'deki değişimin X'lerdeki değişmelerle açıklanabilirlik oranını gösterir. R^2 'ye tanım olarak determinasyon veya belirlilik katsayısı (coefficient of determination) denir [61,62].

r^2 hesaplanması kısaca aşağıdaki gibidir.

$y_i = \tilde{y}_i + \tilde{u}_i$ 'den

$$\begin{aligned}\sum y_i^2 &= \sum \hat{y}_i^2 + \sum \hat{u}_i^2 + 2\sum \hat{u}_i \hat{y}_i, (\sum \tilde{u}_i \tilde{y}_i = 0) \\ &= \sum \hat{y}_i^2 + \sum \hat{u}_i^2 \\ &= \hat{\beta}_1^2 \sum x_i^2 + \sum \hat{u}_i^2\end{aligned}\tag{4.16}$$

Y'deki toplam değişimin karesi (TDK);

$$\sum y_i^2 = \sum (Y_i - \bar{Y})^2\tag{4.17}$$

Açıklanan değişimin karesi (ADK);

$$\sum \hat{y}_i^2 = \sum (\hat{Y}_i - \bar{\hat{Y}})^2 = \hat{\beta}_1^2 \sum x_i^2\tag{4.18}$$

$\sum \hat{u}_i^2$ ise açıklanamayan (veya kalıntılar) değişimin karesidir.

$$TDK = ADK + KDK\tag{4.19}$$

$$\begin{aligned}
1 &= \frac{ADK}{TDK} + \frac{KDK}{TDK} \\
&= \frac{\sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2} + \frac{\sum \hat{u}_i^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2} \\
r^2 &= \frac{\sum (\hat{Y} - \bar{Y})^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2} = \frac{KDK}{TDK}
\end{aligned} \tag{4.20}$$

$$\begin{aligned}
r^2 &= 1 - \frac{\sum \hat{u}_i^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2} \\
&= 1 - \frac{KDK}{TDK} \quad \text{veya} \\
r^2 &= \frac{(\sum x_i y_i)^2}{(\sum x_i^2)(\sum y_i^2)}
\end{aligned} \tag{4.21, 4.22}$$

şeklinde ifade edilebilir.

$0 \leq r^2 \leq 1$ arasındadır. $r^2=1$ durumunda uyum mükemmel demektir. $r^2=0$ durumunda Y ile X arasında herhangi bir ilişki yok demektir. r^2 'nin karekökünü aldığımızda ortaya örnek korelasyon katsayısı çıkar.

$$\begin{aligned}
r &= \sqrt{r^2} \\
r &= \frac{\sum x_i y_i}{\sqrt{(\sum x_i^2)(\sum y_i^2)}} = \\
&= \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{[n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2][n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2]}}
\end{aligned} \tag{4.23}$$

r değeri $-1 \leq r \leq +1$ aralığında olabilir. x ile y arasında veya y ile x arasındaki korelasyon değeri aynıdır. r'nin işareti değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü ve katsayının mutlak değeri de ilişkinin şiddetini gösterir [61,62].

4.3.3. Normallik Varsayımları

u_i hata teriminin sıfır ortalama beklentili, aralarındaki korelasyon ilişkisinin olmadığı ve sabit varyanslı olduğu kabul edilmişti. Klasik normal regresyon, her u_i 'nin aşağıdaki gibi normal şekilde dağıldığını kabul eder.

$$\text{Ortalama} : E(u_i) = 0$$

$$\text{Varyans} : E(u_i^2) = \sigma^2$$

$$\text{cov}(u_i, u_j) : E(u_i, u_j) = 0, i \neq j$$

$$u_i \approx N(0, \sigma^2)$$

Burada " $\approx$ " şeklindeki dağılım, N "normal dağılımı", 0 ortalamayı, σ^2 sabit varyansı göstermektedir. Sıfır kovaryanslı veya sıfır korelasyonlu normal şekilde dağılımlı iki değişken birbirinden bağımsızdır. O halde yukardaki denklemi "normal ve bağımsız şekilde dağılmış"(NBD) olarak ifade edersek,

$$u_i \approx NBD(0, \sigma^2) \text{ olur [61,62].}$$

4.4. Doğrusal Regresyon Modelinin Temel Varsayımları

Doğrusal regresyon modelinde kullandığımız sıradan en küçük kareler yönteminin amacı sadece β_0 ve β_1 sayısal değerini bulmak değildir. Ayrıca, β_0 ve β_1 'in denklemdaki anlamları yorumlanmakta, bağımlı ve bağımsız değişken ve hata payı arasındaki ilişki ele alınmaktadır. Teoride kullanılan doğrusal regresyon modeli ile ilgili 10 varsayım bulunmaktadır. Bu varsayımlar sırası ile [62]:

- 1- Doğrusal regresyon modelinde regresyon parametreleri doğrusaldır.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + u_i \quad (4.24)$$

- 2- Bağımsız değişken değerleri (diğer bir değişle veriler) örnekleme sürecindeki değişmez değerler kümesidir.

- 3- Verilen x değerleri çerçevesinde hata terimlerinin ortalaması sıfırdır.

$$E(u_i | X_i) = 0 \quad (4.25)$$

- 4- Verilen x değerleri için hata teriminin varyansı tüm gözlem değerlerinde eşittir.

$$\text{Var}(u_i | X_i) = E[u_i - E(u_i | X_i)]^2 = E(u_i^2 | X_i) = \sigma^2 \quad (4.26)$$

- 5- Hata terimleri arasında ardışık bağımlılık ilişkisi yoktur. Verilen x_i ve x_j değerlerinde u_i ve u_j $i \neq j$ hata terimleri arasındaki korelasyon sıfırdır.

$$\begin{aligned} \text{cov}(u_i, u_j | X_i, X_j) &= E[u_i - E(u_i | X_i)][u_j - E(u_j | X_j)] \\ &= E(u_i | X_i)E(u_j | X_j) = 0 \end{aligned} \quad (4.27)$$

- 6- U_i açıklayıcı x_i değerinden bağımsızdır yani, U_i 'ler x_i 'lere paralel olarak değişme eğilimi göstermezler. Ortak varyansları (kovaryans) sıfırdır.

$$\begin{aligned}\text{cov}(u_i, X_i) &= E[u_i - Eu_i][X_i - EX_i] \\ &= E[u_i(X_i - E(X_i))], (E(u_i) = 0) \\ &= E(u_i X_i) - E(X_i)E(u_i), (E(u_i) = 0) \\ &= E(u_i X_i) = 0\end{aligned}\tag{4.28}$$

- 7- Gözlem sayısı tahmin edilen parametrelerin sayısından fazla olmalıdır.
- 8- Açıklayıcı x_i değerleri sabit olmamalı yani farklı değerler almalıdır. Başka bir değişle varyans (x) sonlu pozitif bir sayı olmalıdır.
- 9- Regresyon modeli en doğru biçimde belirlenmiştir.
- 10- Çoklu doğrusallık söz konusu değildir. Bağımsız değişkenler arasında tam doğrusal bir ilişki bulunmamaktadır.

4.5. Hipotez Testleri

SEKK modelinde u_i hata teriminin normal dağılıma sahip olduğu kabul edildiği gibi parametreler de normal dağılıma sahiptirler. Tahmin ettiğimiz β_0 ve β_1 örnek gözlemler sonucunda elde edilmişlerdir. Bunların gerçeğe ne kadar yakın olduklarını standart hata yolu ile de bulabiliriz. Parametrelerin sıfırdan farklı bir anlamlılıklarını bulunup bulunmadığını sınamamız gerekir. Bunun için aşağıdaki kuralı uygulamalıyız;

$$H_0 : \beta_i = 0$$

$$H_1 : \beta_i \neq 0$$

H_0 , sıfır hipotezini alternatif H_1 sıfırdan farklı hipoteze karşı sınamamız gerekir.

Örneğin $\beta_1=0$ şeklindeki sıfır hipotezinin kabulü Y_i ile X_i arasında bir fonksiyonel ilişkinin olmadığını gösterir. $Y = \beta_0 + (0)X_i = \beta_0$, Y direkt olarak β_0 ile ilişkilidir.

Tersi ise bir fonksiyonel ilişkinin olduğunu gösterir. Bu durum çift kuyruklu, iki yanlı sınamaya örnektir [61,62] .

4.5.1. Regresyon Katsayıları İçin t-Anlamlılık Testi

R.A. Fischer, J.R Newman ve P.Pearson tarafından geliştirilen t-anlamlılık testi yaklaşımı elde edilen tahmini sonuçların sıfır hipotezini doğrulayıp doğrulamadıkları ile ilgilidir. Normal dağılım yaklaşımı altında

$$t = \frac{\hat{\beta}_1 - \beta_1}{sh(\tilde{\beta}_1)} = \frac{\tilde{\beta}_1 - \beta_1}{\tilde{\sigma}} \sqrt{\sum x_i^2} \quad (4.29)$$

t istatistiğinin güven aralığı için

$$P(-t_{\alpha/2} \leq \frac{\tilde{\beta}_1 - \beta_1^*}{sh(\tilde{\beta}_1)} \leq t_{\alpha/2}) = 1 - \alpha \quad \text{olur.} \quad (4.30)$$

burada $\beta_1^* H_0$ hipotezi altında, β_1 'in değerini ifade etmektedir. H formülünü Tekrar düzenlediğimizde

$$P(\beta_1^* - t_{\alpha/2} sh(\tilde{\beta}_1) \leq \tilde{\beta}_1 \leq \beta_1^* + t_{\alpha/2} sh(\tilde{\beta}_1)) = 1 - \alpha \quad (4.31)$$

$\beta_1 = \beta_1^*$ durumunda $\tilde{\beta}_1$ 'in % 100 $(1-\alpha)$ güven aralığı elde edilir. Güven aralığının içindeki kabul bölgesini dışındaki ret bölgesini oluşturur. Güven limitleri güven aralığının kritik değerlerini gösterir [61,62].

Güven aralığı ile anlamlılık testi yaklaşımı arasındaki ilişki birincide bulunmayan fakat gerçek anakütle parametresinin değerinin aralığı, ikincisinde ise parametre tahmin değerinin hipotez edilen değer çerçevesinde makul sınırlar arasında olup olmadığı sınıanmaktadır [61,62].

4.5.2. Varyans Analizi

Daha önceki denklemde yazıldığı gibi $TDK=ADK+KDK$ şeklinde ifade edilmiştir. Yani Y'deki toplam değişimin karesi, açıklanan değişimin karesi artı açıklanmayan değişimin (kalıntıların) karesine eşittir. Bu eşitliği [61];

$$\sum y_i^2 = \sum \hat{y}_i^2 + \sum \hat{u}_i^2 = \tilde{\beta}_1^2 \sum x_i^2 + \sum \tilde{u}_i^2 \quad (4.32)$$

Şeklinde ifade edebiliriz. TDK'nın incelemesi varyans analizi (analysis of variance) ANOVA olarak bilinir. TDK n-k serbestlik derecesine, KDK n-2 serbestlik derecesine ve ADK k-1 serbestlik derecesine sahiptir.

$$F = \frac{\text{OrtalamaADK}}{\text{OrtalamaKDK}} = \frac{\tilde{\beta}_2^2 \sum x_i^2}{\sum \tilde{u}_i^2 / (n-2)} = \frac{\tilde{\beta}_i^2}{\tilde{\sigma}^2} \quad (4.33)$$

Tablo 4.1. İki Değişkenli Regresyon Modelinin Varyans Analizi [61].

Değişim	Kareleri Toplamı	Sd	Kareleri Toplması Ortalaması
ADK	$\sum \tilde{y}_i^2 = \tilde{\beta}_2^2 \sum x_i^2$	1	$\sum y_i^2 = \tilde{\beta}_2^2 \sum x_i^2$
KDK	$\sum \tilde{u}_i^2$	n-2	$\tilde{\sigma}^2 = \frac{\sum \tilde{u}_i^2}{n-2}$
TDK	$\sum y_i^2$	n-1	

F değeri sıfır hipotezini test etmek için kullanılır. Bunun için elde edilen F değeri, tablodaki kritik F^* değeri ile karşılaştırılır. Eğer hesaplanan F, F^* 'dan büyükse H_0 hipotezi reddedilir, aksi halde kabul edilir. Burada F^* (m,n-k), α anlamlılık düzeyindeki eşik F değeridir [61].

Bir çoklu regresyon modelinde, bir kısmi regresyon katsayısının (t sınaması kullanılarak) anlamlılığının sınanması ile regresyonun bütününün anlamlılığının (yani H_0 : bütün kısmi regresyon katsayıları sıfırdır ya da $R^2=0$) sınanması aynı şey değildir. Özellikle, tekil t sınaması temelinde, bir ya da birkaç kısmi regresyon katsayısının istatistik bakımından anlamlı çıkmayacağı anlamına gelmez. Bu ikinci önsav yalnız F sınamasıyla sınanabilir.

Burada verilen F sınaması çok kullanışlıdır; şunlar gibi çeşitli önsavları sınayabilir:

- 1- Tekil bir regresyon katsayısı istatistik bakımından anlamlıdır
- 2- Bütün kısmi eğim katsayıları sıfırdır.
- 3- İki ya da daha çok katsayı istatistik bakımından eşittir.
- 4- Katsayılar bazı doğrusal sınırlamalara uyarlar,
- 5- Regresyon modelinde yapısal kararlılık vardır.

4.6. Çoklu Doğrusallık

Asıl tanımı R. Frisch'e ait olan çoklu doğrusallık bir regresyon modelinde bağımsız değişkenlerin tümü veya bir kısmı arasında tam bir doğrusal ilişkinin var olması anlamına gelir. Regresyon denklemlerinde kullanılan bağımsız değişkenler arasında bazen doğruya yakın bir ilişki vardır. Yani bu değişkenler arasında korelasyon

katsayısı 1'dir. Böyle bir durumda parametreleri hesaplamak imkansızlaşır. Eğer bu değişkenler arasında 0'a yakın bir ilişki varsa başka bir ifade ile korelasyon katsayısı sıfır ise değişkenler birbirine diktir. Aslında bağımsız ve bağımlı değişkenler bu iki uç arasında birbiri ile ilişkilidirler [62].

Özellikle birbirine yakın bağımsız değişkenlerin olduğu durumda, açıklanan değişkeni yeterince açıklamak güçleşir. Bağımsız değişkenler arasındaki mükemmele yakın doğrusallık ilişkisi SEKK metodunu kullanılmaz hale getirir.

4.6.1. Çoklu Doğrusallığın Nedenleri

Çoklu doğrusallık nedenlerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz [61]:

- i- Kullanılan veri toplama metodu; veri tabanının sınırlı tutulması, ana kütle içinde sadece sınırlı sayıda verilerin ele alınması sonucunda çoklu doğrusallık ortaya çıkar.
- ii- Ana kütle örneği veya modeli ile ilgili kısıtın bulunması.
- iii- Modelin spesifikasyonu; regresyon modeline bir polinom ifadenin ilave edilmesi gibi.
- iv- Modelde gözlem azlığına rağmen değişkenlerin fazla olması durumunda.
- v- Değişkenlerin aynı etmenlerden etkilenmeleri.

4.6.2. Çoklu Doğrusallığın Sonuçları

- i- Çoklu doğrusallığın olduğu durumda parametreleri tahmin etmek imkansızlaşır. Standart hata sonsuzlaşır.
- ii- SEKK tahmin ediciler büyük varyans ve kovaryansa sahip olduklarında, kesin tahminlerde bulunmak güçleşir.
- iii- Standart hata ve varyans çok büyüdüğü için güven aralığı genişler dolayısıyla H_0^* hipotezi kabule götürebilir.
- iv- Yine büyük varyans ve kovaryansa sahip olduklarından dolayı bir veya birden fazla katsayının t oranı istatistiksel olarak anlamsız hale gelir.
- v- R^2 uyum iyiliği mükemmele yakın olabilir.
- vi- SEKK tahmin edicileri ve standart hataları verilerdeki küçük bir değişime karşı duyarlıdır.
- vii- $\beta_2 = 0$ şeklinde sıfır hipotezi sınamasında $\tilde{\beta}_1 / sh(\tilde{\beta})_2$, değeri tablodaki kritik t değeri ile karşılaştırıldığında yüksek doğrusallıktan dolayı standart

hata çok yüksek çıkacaktır. Bunun sonucunda t oranı oldukça küçülür. Böylece ana kütle parametre değerini sıfır kabul etme ihtimali artar [61].

4.6.3. Çoklu Doğrusallığın Ortaya Çıkarılması

Çoklu doğrusallık her şeyden önce eldeki verilerin sorunudur. Verilerden kaynaklanan bu sorunu gidermek güçtür. Bununla beraber, çoklu doğrusallığı fark etmek için bazı gerekli kabuller sıralanabilir [61].

- i- Yüksek R^2 ve düşük t değeri; çoklu doğrusallık için en iyi belirtilerden birisi regresyon denkleminin yüksek determinasyon katsayısı ve parametrelerin düşük t değerini taşımalarıdır.
- ii- Bağımsız değişkenler arasında karşılıklı yüksek korelasyon ilişkisi; eğer bu değişkenler arasındaki ilişki % 80'nin üzerinde ise ciddi bir doğrusallıktan bahsedilir.
- iii- Yardımcı regresyon; yardımcı regresyon bağımsız değişkenlerden birini bağımlı olarak alıp geri kalanlarla regrese edilmesi ile elde edilir. Elde edilen bu regresyon denklemleri ile ilgili determinasyon katsayıları R^2 şeklinde gösterilir. Daha sonra R^2 ile F arasındaki ilişki ele alınır.

$$R_i = \frac{R_{x_1, x_2, x_3, \dots, x_k}^2 / (k - 2)}{(1 - R_{x_1, x_2, x_3, \dots, x_k}^2) / (n - k + 1)} \quad (4.34)$$

Denklemden n gözlem sayısı, k bağımsız değişken sayısı $R_{x_1, x_2, x_3, \dots, x_k}^2$ X_i değişkenlerinin geri kalan bağımsız değişkenler üzerindeki belirleme katsayısı eğer $F > F_i^*$ (F , regresyonun F testi değeri, F_i^* , regresyon için tablodaki kritik F değeridir.) ise seçilen anlamlılık seviyesinde X_i , X değerleri ile doğrusal ilişki içerisinde. Şayet X_i istatistiksel olarak anlamlı ise X_i 'yi modelden çıkarıp çıkarmamaya karar verebiliriz.

4.6.4. Çoklu Doğrusallığı Düzeltici Önlemler

Çoklu doğrusallık örnek sorunu olduğundan bundan sakınmak oldukça güçtür. Yine de kabul görmüş bazı önlemleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz [61].

i- Ön bilgi

Modeli oluşturmadan önce, değişkenler arasındaki ilişki bilindiğinden model farklı oluşturulabilir. Bağımlı değişkenler ile bağımsız değişkenler arasında regresyona

gitmeden kurulacak modelle ilgili önceden bilgi sahibi olunursa model ona göre kurulur.

ii- Panel veriler

Zaman serilerinde çoklu doğrusallığa sık rastlanır bunun için zaman serileri ve yatay kesit verileri bir arada kullanılarak çoklu doğrusallık önemli ölçüde önlenebilir. Zaman serileri yatay kesit serileri ile birleştirilerek panel veriler elde edilir. Böylece çoklu doğrusallığın önüne kısmen geçilebilir.

iii- Bir ve birden fazla değişkenin dışlanması

Birbiri ile doğrusal ilişki içinde olan iki bağımsız değişkenden biri modelden çıkartılır. Dışlanma sonucunda belirlenen modelin hatası veya eğimi değişir. Böyle bir durumda yanlış sonuçlara gidilebileceğini göz ardı etmemek gerekir.

iv- Değişkenlerin başka şekilde ifade edilmesi

Eğer modelin kullandığı değişkenlerde çoklu doğrusallık yüksek ise değişkenlerin bir önceki yıllardaki değerleri kullanılır. Yani bütün değişkenlerin birinci derecede diferansiyeli alınır. Böylece X_2 ve X_3 gibi iki değişkenin arasındaki çoklu doğrusallık ilişkisinin diferansiyelleri arasında da çoklu doğrusallık ilişkisi olabileceğine dair herhangi bir kanıt bulunmamaktadır.

v- İlave veri kullanmak

Eldeki veriler kullanıldığında değişkenler arasında çoklu doğrusallık varsa, aynı sorunun verilerin artışıyla devam edeceği kesin değildir. Verilerin artışıyla çoklu doğrusallık azaltılabilir.

4.7. Farklı Varyans

Klasik regresyon denkleminde kullandığımız u_i hata teriminin açıklayıcı her değişken için birbirinden bağımsız değerler aldığını kabul etmiştik. u_i değerlerine bağlı olarak X_i değerlerini belirlemek mümkün değildir. Bu durum matematiksel kalıba dökülemeyen değerlerden veya bağımlı değişkenin ölçme yanlışlıklarından veya insan davranışlarından kaynaklanan düzensiz öğelerden oluşabilir. Bu değişkenin düzensiz dağılışı ve bağımlı değişken üzerindeki etkisi kestirilemez. Değişken varyans sorununa, kesit verilerinde zaman serisi verilerine oranla daha çok rastlanabilmektedir. Kesit verileri, zaman içinde bir noktada, tekil tüketiciler ya da onların aileleri, firmalar, sanayiler ya da bölge, ülke, kent coğrafi bölümler türünden bir ana kütleinin üyeleri ile ilgilenilir [62]. Bu durumu ulaşım açısından

değerlendirecek olursak; kesit verileri, zaman içinde bir noktada, yayalar, trafik türleri, kavşaklar, caddeler , ana arterler gibi bölünmeler türünden bir şehir veya ülke gibi bir ana kütlelerin üyeleriyle ilgilenir. Dahası bu birimler, küçük, orta, büyük caddeler cinsinden ya da düşük , orta, yüksek yoğunluklar gibi değişik büyüklüklerde olabilirler. Oysaki, zaman serisi verilerinde değişkenler, benzer büyüklüklerde olma eğilimindedirler. Çünkü genellikle aynı birimin zaman içindeki verileri derlenir. Örneğin, belirli bir cadde üzerinde bulunan trafik yoğunluğunun gün içerisindeki değişimi bir zaman serisidir.

u_i değişkeninin, her X_i değerine karşılık aldığı değerlerin ortalamasının sıfır olduğu varsayımı kabul edilmektedir.

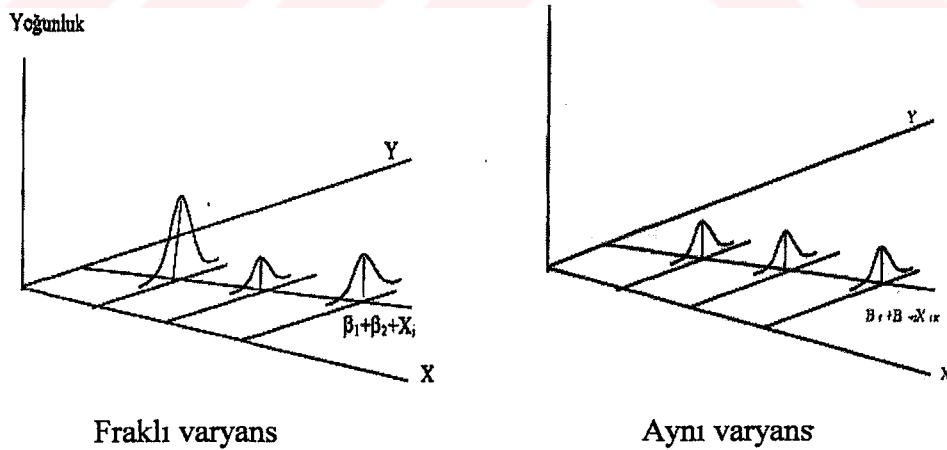
$$E(u_i) = 0, (i = 1, 2, 3, \dots) \quad (4.35)$$

Ayrıca regresyon denklemlerimizde kabul ettiğimiz gibi her u_i 'nin dağılımı her X_i için aynı olduğudur. U_i 'nin varyansı bütün bağımsız değişkenler için aynı kabul edilmektedir yani σ^2 sabittir.

$$E(u_i) = \sigma^2, (i = 1, 2, 3, \dots) \quad (4.36)$$

Buna karşılık X arttıkça Y_i 'nin varyansı artıyorsa Y_i 'nin aynı varyansa sahip olmadığı ortaya çıkar. Buna farklı varyans denir. Şekil 4.1.'de farklı ve aynı varyansın durumunu göstermektedir.

$$E(u_i) = \sigma_i^2 \quad (4.37)$$



Şekil 4.1. Farklı ve aynı varyansın gösterimi.

U_i 'nin farklı varyansa sahip olmasının sebepleri aşağıdaki gibi açıklanabilir [61].

- i- insanlar zaman içerisinde davranışlarındaki yanlışları öğrenir ve bunları azaltmaya çalışır. Böyle bir durumda σ_i^2 'nin azalması olasıdır.

- ii- Gelir büyüdükçe kişilerin ihtiyari geliri de artar. Bunun için gelirlerini nasıl oluşturacağı hakkında daha fazla alternatiflere sahip olur. Gelirle birlikte σ_i^2 'nin de artacağı beklenir. Bu nedenle, tasarrufların gelire göre regresyonunda σ_i^2 'nin gelirle birlikte büyüdüğünü görmek olasıdır.
- iii- Veri toplama teknikleri düzeldikçe σ_i^2 azalır.
- iv- Gözlemlerden birinin çok farklı olması regresyon denkleminin yönünü etkiler.
- v- Regresyon modelinin doğru kurulmaması farklı varyansa sebep olur.

4.8. Farklı Varyans Sınamaları

Farklı varyans tecrübe ve uygun çalışmalar neticesinde daha kolay fark edilebilir. Ancak bunun yanında, farklı varyansı sınamak için bazı metotlar bulunmaktadır [61].

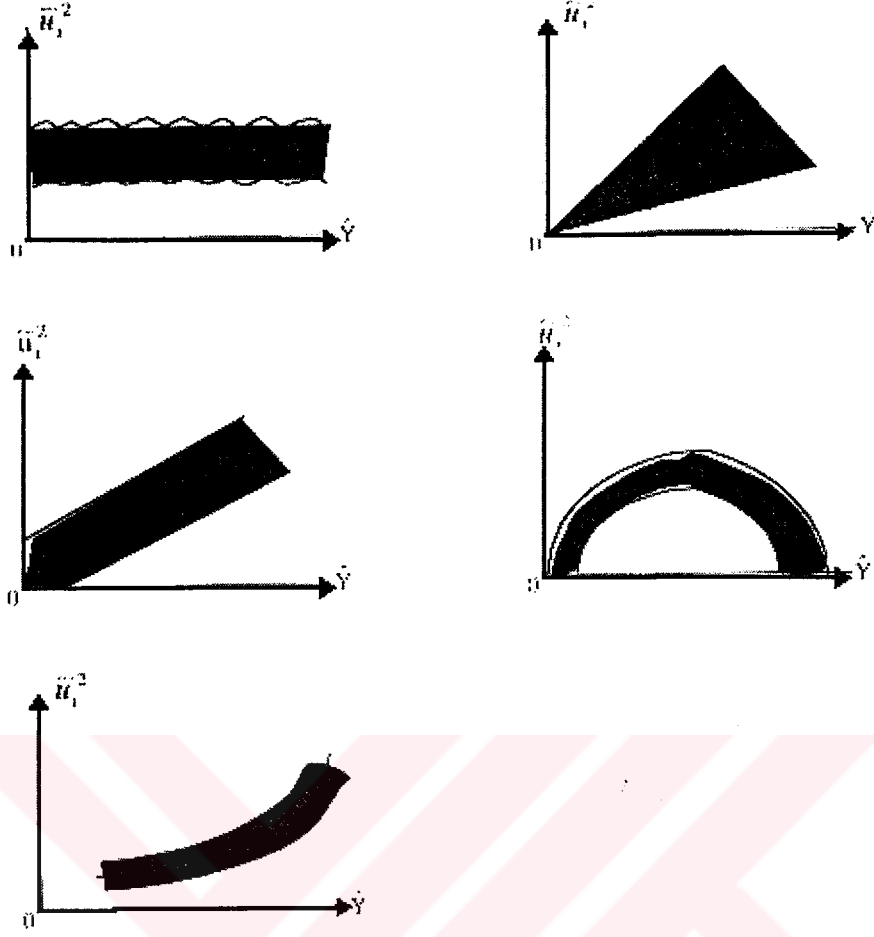
4.8.1. Grafik Metodu

Farklı varyans hakkında herhangi bir teorik bilgiye sahip değilsek, pratik olarak $\tilde{u}_i^2$ 'i, değerleri test edilir. Şekil 4.2'de görüldüğü gibi, $\tilde{u}_i^2$ değerleri ile $\hat{Y}$ arasındaki ilişki grafiklerde gösterilmektedir. İlk grafikte, iki değişken arasında sistematik bir örnek yoktur. İkinci şekilde değişkenler arasında doğrusal, son bir şekilde ise quadratik bir ilişki vardır.

4.8.2. Genel White Testi

Farklı varyansın bulunup bulunmadığını anlamak için çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bunlardan en çok bilinenleri Breusch-Pagan-Godfrey (BPG) ve Glejser testidir. Bu testlerden birincisinde gözlem sayısı 30'dan fazla olmalı, ikincisinde ise varyansın karesi (u_i^2), x_i ile doğru orantılı olmalıdır. Ayrıca, gözlemleri, değişen varyansa yol açtığı düşünülen X değişkenine göre yeniden sıraya sokan Goldfeld-Quandt testinden ya da normallik varsayımına karşı duyarlı olan BPG testinden farklı olduğundan White testinin uygulanması daha kolaydır. Burada temel düşünceyi açıklamak için üç değişkenli regresyon modelini ele alınmıştır.

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + u_i$$



Şekil 4.2. Grafik metodu ile farklı varyans araştırması.

Bu üç değişkenli regresyon modeline göre White testi şöyle yapılır:

- 1.Adım: Verilmiş veriler regresyona tabi tutulup kalıntıları (u_i) elde edilir.
2. Adım: Sonra aşağıdaki yan regresyon hesaplanır

$$\hat{u}_i^2 = \alpha_1 + \alpha_2 X_{2i} + \alpha_3 X_{3i} + \alpha_4 X_{2i}^2 + \alpha_5 X_{3i}^2 + \alpha_6 X_{2i} X_{3i} + v_i$$

Yani ilk regresyonun kareli kalıntılarının, X bağımsız değişkenlerine, onların karelerine ve çapraz çarpımlarına göre regresyonunu hesaplanır. İlk regresyonda sabit terim olsa da olmasa da, yan regresyonda vardır. Böylece; yan regresyonun R^2 değeri bulunur.

- 3.Adım: Değişen varyans yoktur sıfır varsayımı altında yan regresyondan bulunan R^2 'nin örneklem büyüklüğü (n) ile çarpılarak, yan regresyondaki bağımsız değişken sayısına göre serbestlik derecesi (sd) ile χ^2 (ki-kare) dağılımına uyduğu gösterilebilir. Burada sd 5'tir (bağımsız değişken sayısı).

4.Adım: Eğer bulunan ki-kare değeri, seçilmiş anlamlılık düzeyindeki kritik ki-kare değerinden büyükse, değişen varyans vardır, küçükse, değişen varyans yoktur sonucuna varılmaktadır [64] .

Öyleyse, bir uygulamada hesaplanan $n \cdot R^2$ değeri, seçilmiş bir anlamlılık düzeyinde eşik χ^2 değerini aşıyorsa sabit varyans varsayımı reddedilir, aşmıyorsa reddedilmez [64].

4.9. Farklı Varyans Altında SEKK Metodunun Uygulanması; GEKK Metodu-White Düzeltmesi

Farklı varyansın bulunduğu bir durumda SEKK yolu ile tahmin edilen bir regresyon denklemi, istatistiksel testlere tabi tutulduğu zaman, sonuçlar anlamlı çıkmayacağı için sağlıklı tahminler yapılamayacaktır. Böyle bir durumda sağlıklı tahminler yapabilmek için genelleştirilmiş en küçük kareler GEKK yöntemi kullanılmaktadır. GEKK yöntemini basitçe anlatmak için iki değişkenli bir regresyon denklemini ele alalım:

Farklı varyans durumunda $\sum (U_i^2) = \sigma_i^2$ olarak ifade edilir [61].

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + u_i \quad (4.38)$$

denklemini matematiksel bir uyarılama ile ($X_{0i} = 1$ her i için) aşağıdaki gibi yazılabilir;

$$Y_i = \beta_0 X_{0i} + \beta_1 X_i + u_i \quad (4.39)$$

σ_i^2 bilindiğinde denklemin her iki tarafı varyansa bölünerek;

$$\frac{Y_i}{\sigma_i} = \beta_0 \left(\frac{X_{0i}}{\sigma_i} \right) + \beta_1 \left(\frac{X_i}{\sigma_i} \right) + \left(\frac{u_i}{\sigma_i} \right) \quad (4.40)$$

haline gelir. Varyansa bölünmüş parametreleri ve değerleri * şeklinde gösterirsek;

$$Y_i^* = \beta_{0i}^* X_{0i}^* + \beta_{1i}^* X_i^* + u_i^* \quad (4.41)$$

Gerçek denklemin genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemi ile elde edilen denklemi aşağıdaki şekilde olur;

$$\frac{Y_i}{\sigma_i} = \tilde{\beta}_0^* \left(\frac{X_{0i}}{\sigma_i} \right) + \tilde{\beta}_1^* \left(\frac{X_i}{\sigma_i} \right) + \left(\frac{u_i}{\sigma_i} \right) \quad (4.42)$$

$$Y_i^* = \tilde{\beta}_{0i}^* X_{0i}^* + \tilde{\beta}_1^* X_i^* + \tilde{u}_i^* \quad (4.43)$$

GEKK tahmin edicileri için minimizasyon;

$$\begin{aligned} \sum \tilde{u}_i^{2*} &= \sum (Y_i^* - \tilde{\beta}_0^* X_{0i}^* - \tilde{\beta}_1^* X_i^*)^2 \\ \sum \left(\frac{\tilde{u}_i}{\sigma_i} \right)^2 &= \sum \left[\left(\frac{Y_i}{\sigma_i} \right) - \tilde{\beta}_0^* \left(\frac{X_{0i}}{\sigma_i} \right) - \tilde{\beta}_1^* \left(\frac{X_i}{\sigma_i} \right) \right]^2 \end{aligned} \quad (4.44)$$

şeklinde olur. Buradan parametre değerleri şu şekilde elde edilir.

$$\tilde{\beta}_1^* = \frac{(\sum w_i)(\sum w_i X_i Y_i) - (\sum w_i X_i)(\sum w_i Y_i)}{(\sum w_i)(\sum w_i X_i^2) - (\sum w_i X_i)^2} \quad (4.45)$$

$$\text{var}(\tilde{\beta}_1^*) = \frac{\sum w_i}{(\sum w_i)(\sum w_i X_i^2) - (\sum w_i X_i)^2} \quad (4.46)$$

Burada, GEKK yöntemini uygulayabilmek için σ^2 'nin bilinmesi gerekmektedir. Ancak, anakütle bilinmediğinden σ^2 de bilinmemektedir. Bu durumda, White düzeltmesi diye adlandırılan ve GEKK metodunun bir türü kullanılabilir. White düzeltmesi uygulanırken, ana formül σ değil, kalıntıların (u_i) mutlak değerine bölünür ve diğer işlemler değiştirilmeden tekrar edilir.

5. KENT İÇİ TRAFİK AKIM HIZININ MODELLENMESİ

Kent içi trafik akım hızının modellenmesi Bölüm 5.2’de belirtildiği gibi, 2 ana başlık altında 7 ayrı sınıflandırma şekli göz önüne alınarak yapılmıştır. Bu modeller verilerin çeşitli şekillerde gruplandırılması ile elde edilmiştir. Trafik sayımları, hız etütleri ve yol ağından elde edilen veriler, kent içi yollar için hazırlanacak olan trafik akım hızı model çalışmaları için tekrar düzenleme gerektirmiştir. Modellerde kullanılacak değişkenler tanımlanmış ve mümkün olduğunca eldeki verilerin hepsinden yararlanılmaya çalışılmıştır.

5.1. Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelinde Kullanılan Veriler

Kent içi yollarda trafik akım hızının modellenmesinde kullanılan veriler şunlardır:

- **Yol ağı verileri:**

Konya’da Büyükşehir belediyesi sınırları içinde bulunan karayolu ağından elde edilen verilerdir. Bu verilerde, Konya Ulaşım Master Planında belirlenen karayolu yol ağı üzerinde bulunan tüm yollarda, mevcut durum bilgileri bulunmaktadır. Mevcut durum bilgileri, karayolu ağında, yol bağı bazında, yolun tek yön olduğunu, bölünmüş veya bölünmemiş olduğunu, her iki trafik yönünde kaç şerit bulunduğunu, yol boyu park ve yaya yoğunluğu durumuyla ilgili bilgileri içermektedir. Ayrıca, yol kenarında bulunan kaldırım genişliklerini ve bölünmüş yollarda orta refüj genişlik bilgilerini de içermektedir.

- **Perde ve kordon kesit sayımlarından elde edilen veriler:**

Konya Ulaşım Master Planı için yapılan perde ve kordon kesit sayımlarından elde edilen verilerle hız etüdü yapılan güzergahlar karşılaştırılarak, hız etütleri güzergahları ile çakışan kesitlerdeki sayım noktaları bilgileri kullanılmıştır. Sayım noktası olan ancak o noktayı kapsayan güzergahta hız etüdü bulunmayan noktalar, model verisi olarak kullanılmamıştır. Buna göre, toplam 60 noktada yapılan kesit sayımlarından, 18’i değerlendirme dışı bırakılmış ve kalan 42 sayım noktasındaki

veriler modelde kullanılmıştır. Bu 42 sayım noktasında, Konya için zirve saat olan sabah 08:00-09:00 saatlerinde kent içi trafik akım kompozisyonu ile ilgili bilgiler modelde veri olarak kullanılmıştır. Bu noktalarda sayılan trafik türleri, özel otomobil-taksi, bisiklet-motosiklet, minibüs, otobüs, servis araçları, ticari araç, tramvay ve diğerdir. Modelde kullanılan verilerde, özel otomobil-taksi oranı özel otomobil, bisiklet-motosiklet oranı bisiklet, minibüs-servis araçları oranı minibüs, otobüs oranı otobüs, ticari taşıt-diğer oranı da ticari taşıt olarak adlandırılmıştır. Tüm veriler merkeze ve çevreye yönlerinde ayrı ayrı kullanılmıştır. Konya'da tramvay işletmesi tamamen korumalı olarak yapıldığı ve kent içi trafiği ile sadece sinyalize kavşaklarda kendisine ayrılan özel faz zamanında kesiştiği için kurulacak olan kent içi trafik akım hızı modelinde bağımsız değişken olarak alınmamıştır. 60 sayım noktasından elde edilen bu veriler araç sayıları ve BO değerleri olarak Ek D Tablo D-1.'de gösterilmiştir.

- **Hız etütlerinden elde edilen veriler**

Konya Ulaşım Master Planı için, 44 güzergahta yapılan özel otomobil, 30 güzergahta yapılan otobüs ve 15 güzergahta yapılan minibüs hız ve gecikme etütlerinden elde edilen veriler, sayım noktaları ile çakıştırılmış ve bu güzergahlardaki yolculuk hızları hem yol bağı bazında hem de güzergah bazında olmak üzere kullanılmıştır. Yine tüm veriler çevreye ve merkeze olarak iki yönlü incelenmiştir.

5.2. Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelinde Kullanılan Sınıflandırma Türleri

Kent içi trafik akım hızların modellenmesinde veriler 2 ana grup ve bunlara bağlı olarak 7 alt grup şeklinde sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmalar şöyledir:

1- Zirve Saat Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelleri

A- Zirve Saat Özel Otomobil Hızı Modelleri

a- Güzergah ve Bölge Olarak Sınıflandırma

- i- 1. ve 2.Bölge
- ii- 3. Bölge
- iii- Tüm Bölgeler

b- Yol Bağı ve Yol Tipi Olarak Sınıflandırma

- i- Tek Yönlü Yollar

- ii- Bölünmemiş Yollar
- iii- Bölünmüş Yollar
- iv- Tüm Yollar

B- Zirve Saat Trafik Akım Hızı Modelleri

a- Yol Bağı ve Yol Tipi Olarak Sınıflandırma

- i- Tek Yönlü Yollar
- ii- Bölünmemiş Yollar
- iii- Bölünmüş Yollar
- iv- Tüm Yollar

2- Tüm Gün Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelleri.

a- Yol Bağı Olarak Sınıflandırma

5.2.1. Güzergah ve Bölge Olarak Sınıflandırma

Konya karayolu ağına ilişkin veriler, trafik yoğunlukları göz önüne alınarak dört bölgeye ayrılmıştır. Hız etütlerinden elde edilen veriler, bu dört bölgeye göre ve güzergahlara göre ayrı ayrı gruplandırılmıştır. Bu bölgeler, kent merkezinde yer alan Alaaddin Tepesi merkez olmak üzere, kentin gelişimine uygun olarak, merkez çevresinde yer alan daireler olarak düşünülmüştür. 4. bölgede bulunan sayım noktalarının kentin içinden geçen transit trafik akımlarını kapsadığı için ve bu bölgede hız etüdü verisi bulunmadığı için, bu bölgede kent içi trafik akım hızı modeli oluşturulmamıştır. Trafik yoğunlukları göz önüne alınarak sınıflandırılan bölgeler şunlardır:

1. **Bölge**, Alaaddin Tepesi'ni de içine alacak şekilde, kentin ticari faaliyetlerinin yoğun olduğu, Furkan Dede, Sait Paşa, Amber Reis, Sultan Cem, Vatan, Hastane, Sultan Velet Caddeleri ile Sırçalı Mescit Sokak tarafından çevrelenen alan olarak belirlenmiştir.
2. **Bölge** ise, bir iç çevre yolu niteliğinde olan, Fetih, Dr. Ahmet Özcan Caddeleri ile kent içinden geçen demiryolu tarafından çevrelenen alanı kapsamaktadır.
3. **Bölge'nin**, sınırlarını da, doğu ile güneyde, Yeni Konya–Antalya Karayolu oluşturmakta, kuzeyde şehirlerarası otobüs terminalinin bulunduğu noktaya kadar uzanmakta, batıda ise mevcut yerleşim alanlarını içine almaktadır.

4. Bölge; Bu bölgeler dışında kalan, genellikle az yoğun ya da kırsal yerleşim özelliği gösteren diğer alanlar ise 4. Bölge olarak tanımlanmıştır. Ancak bu bölgede bulunan sayım noktaları Konya şehrinden geçen transit trafiği kapsadığı için ve bu sayım noktalarına denk düşen hız etüdü verileri bulunmadığı için, model çalışmalarında bu bölge göz ardı edilmiştir.

5.2.2. Yol Bağı ve Yol Tipi Olarak Sınıflandırma

Karayolu ağına ilişkin yol ağı verileri mevcut yolların türlerine göre yol bağı bazında 2. tür bir sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Bu sınıflandırma, yolların tek yön veya çift yön olmasına, bölünmüş veya bölünmemiş olmasına göre yapılmıştır. Yol bağı ve yol tipi göz önüne alınarak yapılan sınıflandırma aşağıdaki şekildedir:

1 Tek yönlü yollar:

Tüm Konya ilini kapsayan karayolu ağına ilişkin yol ağı verileri, yol bağı bazında, güzergah veya bölge gözetilmeden sadece tek yönlü olmaları göz önüne alınarak sınıflandırılmıştır. Tek yönlü olan bu yol bağlarındaki hızlar, hız etütlerinde ölçülen güzergahtaki ortalama yolculuk hızı olarak değil, sadece o yol bağındaki ortalama yolculuk hızı olarak derlenmiştir.

2 Bölünmemiş yollar:

Tek yönlü yollar sınıflandırmasında olduğu şekilde tüm Konya ili çerçevesinde karayolu ağına bölünmemiş olarak bulunan yol bağlarındaki hızlar, hız etütlerinden sadece o yol bağındaki ortalama yolculuk hızı olarak derlenmiştir.

3 Bölünmüş yollar:

Bu sınıflandırmada da, tüm Konya ili çerçevesinde karayolu ağına bölünmüş olarak bulunan yol bağlarındaki hızlar, hız etütlerinden sadece o yol bağındaki ortalama yolculuk hızı olarak derlenmiştir.

4 Tüm yollar:

Bu sınıflandırmada, Konya ilini kapsayan karayolu ağına ilişkin yol ağı verileri, bölünmüş, bölünmemiş veya tek yönlü olarak herhangi bir sınıflandırmaya tabi tutulmamış sadece yol bağı bazında o yol bağı üzerinde gözlemlenen veriler olarak gruplandırılmıştır.

5.3. Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelinde Kullanılan Değişkenlerinin Tanımlanması

Oluşturulacak kent içi trafik akım hızı modelinde, yukarıda bahsedilen iki tür sınıflandırmaya göre kullanılan değişkenler şunlardır:

- 1- **Bağımlı değişken, Trafik Akım Hızı, TAH:** Geliştirilecek olan kent içi trafik akım hızı modelinde bağımlı değişken, yani y , zirve saat ve tüm gün özel otomobil kent içi trafik akım hızı modelleri için, güzergah bazında veya yol bağı bazında ölçülen ve tüm duraklama ve gecikmeleri kapsayan özel otomobil ortalama yolculuk hızları olarak varsayılmıştır. Özel otomobil hızının ayrı olarak modellenme sebebi, özel otomobilin trafik hacmi içerisinde tüm sayım noktaları ortalamasında % 54 ile en büyük paya sahip olmasıdır.

Zirve saat kent içi trafik akım hızı ve tüm gün kent içi trafik akım hızı modellerinde ise bağımlı değişken; trafik akımının hacim oranları ve yol bağı bazında ölçülen ve tüm duraklama ve gecikmeleri kapsayan özel otomobil, minibüs, otobüs hız etüdü verileri kullanılarak bulunan, ağırlıklı ortalama yolculuk hızlarıdır.

Zirve saat kent içi trafik akım hızı ve tüm gün kent içi trafik akım hızı modellerinde ise ticari araç ve bisiklet hızları ile ilgili herhangi bir veri bulunmadığından, bu hızlar için aşağıdaki kabuller yapılmıştır.

Ticari taşıt hızı=Özel otomobil hızı

Ticari taşıt hızı=sabit (40km/sa.)

Bisiklet hızı=sabit (15km/sa.)

- 2- **Bağımsız değişkenler:** Geliştirilecek olan kent içi trafik akım hızı modellerinde bağımsız değişkenler, yani X_i , modellenen güzergahtaki veya yol bağındaki trafik kompozisyonu değerleri ve karayolu yol ağı verileridir. Geliştirilecek olan kent içi trafik akım hızı modellerinde, modelin sınıflandırılma türüne göre, bu değişkenlerin tümü veya bir kısmı kullanılmıştır. Toplam 9 adet olan bağımsız değişkenler, şu şekilde tanımlanmıştır.

A-) Hacim/Kapasite Oranı (BO), q/c ; bu oran sayım noktalarından elde edilen trafik hacimlerinin, (bisiklet ve motosiklet hacimleri hariç), o yoldaki

şerit sayısı kapasitesine bölünmesi ile ortaya çıkan rakamdır. Trafik akımı yönündeki her bir şerit için kapasite 1800 araç/saat olarak alınmıştır. 2 ve 3 şeritli yollar için her bir şerit kapasitesi %15 düşürülmüştür. Yol boyu park, yolu dikine kesen yaya yoğunluğu ve kavşak sayısının trafik akım hızına ve dolayısıyla da kapasiteye olan etkileri, yapılacak çalışmanın ana konusunu oluşturduğundan, regresyona katılacak yollar üzerinde bu sebeplerden dolayı mevcut kapasite miktarı düşürülmemiştir.

B-) Mevcut Trafik Hacmi İçerisindeki Bisiklet-Motosiklet Sayısı (BO), B; sayım noktalarından elde edilen trafik akımı kompozisyonu bilgileri içerisindeki bisiklet ve motosiklet sayısı BO'ya çevrilerek elde edilmiştir. Burada bisiklet ve motosikletin ayrı bir bağımsız değişken olarak ele alınmasının sebebi, motorlu taşıtlar üzerindeki etkisini bulmak içindir.

C-) Mevcut Trafik Hacmi İçerisindeki Ticari Taşıt Sayısı (BO), Ticari; sayım noktalarından elde edilen trafik akımı kompozisyonu bilgileri içerisindeki ticari taşıt ve diğer türlerinin BO'ya çevrilerek toplanması ile elde edilmiştir. Burada ticari taşıtın ayrı bir bağımsız değişken olarak ele alınmasının sebebi, yine motorlu taşıtlar üzerindeki etkisini bulmak içindir. Ticari taşıt olarak adlandırılan araçlar, kamyonet, panel-van, kangoo gibi kent içinde yük taşımaları için kullanılan araçlardır.

D-) Yolboyu Park Yoğunluğu İndeksi, Pi; bu indeks karayolu ağı verilerinden elde edilen park yoğunluğu indeksidir. Yol bağı olarak veya güzergah olarak sınıflandırılan yolun, trafik akımı yönünde sağ tarafında bulunan yolboyu park durumunun yoğunluğunu göstermektedir. Toplanan verilerde, park yoğunluğu değerleri 100m.lik yolboyu mesafesinde park eden araç sayısı olarak değerlendirilmiş ve 0,1,2,3 olarak derecelendirilmiştir. Park yoğunlukları için verilen dereceler Tablo 5.1'de verilmiştir.

Tablo 5.1. Park yoğunluğu için niteliksel değerler.

Park Yoğunluğu (100m. uzunlukta park eden araç sayısı)	Yoğunluk Derecesi
0-1	0
2-3	1
4-5	2
>5	3

E-) Yaya Yoğunluğu İndeksi, Y_i ; bu indeks yine aynı şekilde, karayolu yol ağı verilerinden elde edilen yaya yoğunluğu indeksidir. Yol bağı olarak veya güzergah olarak sınıflandırılan yol üzerinde, yolu dik kesen yaya yoğunluğunu göstermektedir. Toplanan verilerde, yaya yoğunluğu, 1 dakikalık süre içerisinde karşıdan karşıya geçen yaya sayısı olarak değerlendirilmiş ve 0,1,2,3 olarak derecelendirilmiştir. Yaya yoğunlukları için verilen dereceler Tablo 5.2’de verilmiştir.

Tablo 5.2. Yaya yoğunluğu için niteliksel değerler.

Yaya yoğunluğu (kişi/dk.)	Yoğunluk Derecesi
0-1	0
2-3	1
4-12	2
>12	3

F-) Güzergah Olarak Sınıflandırılan Yollardaki Kilometreye Düşen Kavşak Sayısı, KS/km ; bu değişken sadece güzergah olarak sınıflandırılan modeller için kullanılmıştır. Kent İçi trafik akım hızı modellenmek istenen güzergah üzerinde bulunan sinyalli veya sinyalsiz tüm eşdüzey kavşak türlerinin sayısının, güzergah uzunluğuna bölünmesi ile elde edilmiştir.

G-) Eğim, $E\%$; Konya ili coğrafi bakımdan çok düz olduğu için, kent içi trafik akım hızları modellenen yollardaki boyuna eğim, sabit olarak kabul edilmiştir.

H-) Hava Şartları, HS ; Hız etütleri, hafta içi günlerde ve normal hava şartlarında yapılmıştır. Bu sebeple, bu değişken de modellemeler sırasında sabit olarak kabul edilmiştir.

I-) Sürücü Davranışları; SD , Konya ili Ulaşım Master Planı çerçevesinde sürücü davranışları ile ilgili hiçbir veri toplama çalışması yapılmamıştır. Bu sebeple, bu değişken modellerde göz ardı edilmiştir.

5.4. Kent İçi Trafik Akım Hızı Model Verilerinde Çoklu Doğrusallık Araştırması: Korelasyon Matrisleri

Oluşturulan zirve saat ve tüm gün kent içi trafik akım hızı modellerinde kullanılan verilerin istatistiksel değeriendirilmesine başlandığında ilk olarak verilerin çoklu doğrusallık içerip içermediğı yani bağımsız değışkenler arasında tam doğrusal bir ilişki bulunup bulunmadığı incelenmiştir. Çünkü çoklu doğrusallığa sahip olan verilerle yapılacak olan regresyon analizinde parametreleri hesaplamak imkansızlaşır. Bu sebeple oluşturulan korelasyon matrislerinden elde edilen bağımsız değışkenler arasındaki doğrusal ilişki katsayıları incelenecek ve % 80 civarında bir doğrusal katsayıya sahip olan bağımsız değışkenler arasında doğrusal bir ilişki olduğu sonucuna varılacaktır. Microsoft Excel programı kullanılarak elde edilen korelasyon matrisleri, sırasıyla sınıflandırma türlerine göre incelenecektir.

5.4.1. Zirve Saat Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelleri

Zirve saat kent içi trafik akım hızı modellerinde kullanılan veriler, iki farklı kent içi trafik akım hızına göre değeriendirilmiştir. Bunlardan birincisi, özel otomobil hızı değeri, diğeri ise, her bir sayım noktasından geçen değışik türlere ait trafik hacmi oranlarının ilgili araç türünün hızı ile çarpılarak elde edilen ağırlıklı trafik akım hızıdır. Zirve saat kent içi trafik akım hızı modelleri daha sonra bu 2 ana başlık altında güzergah ve yol tipi olarak 15 alt başlıkta incelenmiştir.

5.4.1.1. Zirve Saat Kent İçi Özel Otomobil Hızı Modeli

Zirve saat özel otomobil hızı modelinde modellenecek hız, yani bağımlı değışken, Konya Ulaşım Master Planı çalışması çerçevesinde yapılan hız etütlerinden elde edilen özel otomobil ortalama yolculuk hızlarıdır. Bu hızlar, öncelikle güzergah bazında ele alınarak, şehrin 1., 2. ve 3. bölge olarak adlandırılan kısımlarında modellenecek, daha sonra da tüm bölgeler olarak modellenecektir. Aynı hız verileri ayrıca, yol tipi sınıflandırılmasına göre de tek yön, bölünmüş, bölünmemiş ve tüm yollar olarak da modellenecektir.

A-) Güzergah ve Bölge Olarak Sınıflandırılmış Özel Otomobil Modelleri

1. ve 2.Bölge, 3.Bölge ve Tüm Bölgeler: Yukarıda 1. Bölge olarak tanımlanan bölgede oluşturulan zirve saat kent içi özel otomobil hızı modeli için toplam 12

güzergah bulunmaktadır. Bu gözlem sayısı ile oluşturulacak bir regresyon denklemi yeterli derecede güvenli olmayacağı için 1.Bölge verileri, kendisine karakteristik özellikler bakımından en yakın bölge olan, 2.Bölge verileri ile birleştirilmiştir. Böylece toplam 44 adet güzergah elde edilmiş ve bu verilerle oluşturulan korelasyon matrisi Tablo 5.3'de verilmiştir. 3. Bölge olarak tanımlanan bölgede oluşturulan zirve saat kent içi özel otomobil hızı modeli için toplam 36 güzergah kullanılmıştır. Bu veriler için korelasyon matrisi de Tablo 5.4'de verilmiştir. Daha sonra 1.,2. ve 3. Bölge verilerinin tümü bir araya getirilerek, güzergahların hepsi aynı anda değerlendirilmek istenmiştir. Bu şekilde elde edilen toplam 80 gözlem verisinin değerlendirilmesi ile elde edilen korelasyon matrisi Tablo 5.5'de gösterilmiştir. Kullanılan tüm veriler Ek E Tablo E-1 ve E-2'de verilmiştir.

Korelasyon matrisleri incelendiğinde park ve yaya indeksleri değişkenlerinin önemli bir çoklu doğrusallık taşıdıkları görülür. Korelasyon katsayıları sırasıyla 0,87, 0,91 ve 0,90'dır. Ayrıca, zirve saat kent içi özel otomobil hızını tanımlayan değişkenlerin en önemlisinin yaya oranı olduğu ve hız üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 5.3. 1.+2.Bölge için korelasyon matrisi.

	<i>TAH</i> (km/s.)	<i>q/c</i>	<i>Bisiklet</i>	<i>Park</i> indeksi	<i>Yaya</i> indeksi	<i>KS/km</i>
<i>TAH(km/s.)</i>	1					
<i>q/c</i>	-0,16	1				
<i>Bisiklet</i>	0,007	0,38	1			
<i>Park endeksi</i>	-0,52	0,21	-0,07	1		
<i>Yaya endeksi</i>	-0,58	0,31	0,02	0,87	1	
<i>KS/km</i>	-0,27	-0,05	-3,4E-05	0,15	0,19	1

Tablo 5.4. 3.Bölge için korelasyon matrisi.

	<i>TAH</i> (km/s.)	<i>q/c</i>	<i>Bisiklet</i>	<i>Park</i> indeksi	<i>Yaya</i> indeksi	<i>KS/km</i>
<i>TAH(km/s.)</i>	1					
<i>q/c</i>	0,008	1				
<i>Bisiklet</i>	-0,39	0,27	1			
<i>Park endeksi</i>	-0,37	-0,14	0,22	1		
<i>Yaya endeksi</i>	-0,44	-0,17	0,25	0,91	1	
<i>KS/km</i>	-0,71	0,06	0,55	0,33	0,44	1

Tablo 5.5. Tüm Bölgeler için korelasyon matrisi.

	<i>TAH</i> (km/s.)	<i>q/c</i>	<i>Bisiklet</i>	<i>Park</i> <i>indeksi</i>	<i>Yaya</i> <i>indeksi</i>	<i>KS/km</i>
<i>TAH(km/s.)</i>	1					
<i>q/c</i>	-0,07	1				
<i>Bisiklet</i>	-0,17	0,54	1			
<i>Park endeksi</i>	-0,52	-0,008	0,03	1		
<i>Yaya endeksi</i>	-0,57	-0,004	0,10	0,90	1	
<i>KS/km</i>	-0,44	-0,09	0,09	0,36	0,38	1

B-) Yol Bağı ve Yol Tipi Olarak Sınıflandırılmış Modeller

Yol bağı ve yol tipi olarak yapılan sınıflandırma ile oluşturulan zirve saat kent içi özel otomobil hızı modellerinde kilometreye düşen kavşak sayısı (KS/km) değişkeni kullanılmamıştır. Çünkü bu sınıflandırma sırasında, zirve saat kent içi özel otomobil trafik akım hızları güzergah olarak değil sadece yol bağı olarak, yani herhangi iki ana kavşak arasındaki hız olarak hesaplanmıştır.

Tek Yönlü Yollar; Zirve saat kent içi özel otomobil hızı modeli için yapılan yol bağı ve yol tipi olarak sınıflandırmaya göre tek yönlü yollar gruplandırmasında sadece 7 adet veri bulunmaktadır. Bu kadar az sayıdaki gözlem verisi ile yapılan bir regresyonun sağlıklı olmayacağı en baştan söylenebilir. Bu sebeple, tek yönlü yollar ile ilgili gözlem verileri, tüm yollar sınıflandırılmasında değerlendirilmiştir.

Bölünmemiş Yollar; Zirve saat kent içi özel otomobil hızı modeli için yapılan yol bağı ve yol tipi olarak sınıflandırmaya göre bölünmemiş yollar gruplandırmasında 67 adet gözlem verisi kullanılmıştır. Bu veriler Ek E Tablo E-3'de gösterilmiştir. Değişkenlerin korelasyon matrisi de Tablo 5.6'da verilmiştir.

Tablo 5.6. Bölünmemiş Yollar için korelasyon matrisi.

	<i>TAH</i> (km/s.)	<i>q/c</i>	<i>Bisiklet</i>	<i>Park</i> <i>indeksi</i>	<i>Yaya</i> <i>indeksi</i>
<i>TAH(km/s.)</i>	1				
<i>q/c</i>	-0,36	1			
<i>Bisiklet</i>	-0,07	0,63	1		
<i>Park endeksi</i>	-0,05	0,10	-0,07	1	
<i>Yaya endeksi</i>	-0,44	0,34	0,039	0,39	1

Bölünmemiş yollar değişkenleri için oluşturulan korelasyon matrisi incelendiğinde, zirve saat kent içi özel otomobil hızını tanımlayan değişkenlerin en önemlisinin yine

yaya indeksi olduğu ve hız üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Aynı matriste bağımsız değişkenlerin çoklu doğrusallık içerip içermediklerine bakıldığında ise, diğer tüm gruplandırmalarda karşılaşılan yaya-park çoklu doğrusallığı burada görülmemektedir.

Bölünmüş Yollar; Zirve saat kent içi özel otomobil hızı modeli için yapılan yol bağı ve yol tipi olarak sınıflandırmaya göre bölünmüş yollar gruplandırmasında 161 adet gözlem verisi kullanılmıştır. Bu veriler Ek E Tablo E-3’de gösterilmiştir. Değişkenlerin korelasyon matrisi de Tablo 5.7’de verilmiştir.

Bölünmüş yollar değişkenleri için oluşturulan korelasyon matrisi incelendiğinde, zirve saat kent içi özel otomobil hızını tanımlayan değişkenlerin en önemlisinin bisiklet oranı olduğu ve hız üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Aynı matriste bağımsız değişkenlerin çoklu doğrusallık içerip içermediklerine bakıldığında ise, yaya ile park oranları arasında önemli (0,82) bir çoklu doğrusallık olduğu görülmektedir.

Tablo 5.7. Bölünmüş Yollar için korelasyon matrisi.

	<i>TAH (km/s.)</i>	<i>q/c</i>	<i>Bisiklet</i>	<i>Park indeksi</i>	<i>Yaya indeksi</i>
<i>TAH(km/s.)</i>	1				
<i>q/c</i>	-0,13	1			
<i>Bisiklet</i>	-0,16	0,49	1		
<i>Park endeksi</i>	0,14	0,14	-0,03	1	
<i>Yaya endeksi</i>	0,11	0,12	-0,02	0,83	1

Tüm Yollar; Bu sınıflandırmada zirve saat kent içi özel otomobil hızı modellemesi için yapılan tüm gözlemler aynı anda kullanılmıştır. Bu gözlem verileri Ek E Tablo E-3’de gösterilmiştir. Değişkenlerin korelasyon matrisi de Tablo 5.8’de verilmiştir. Bu matris değerleri incelendiğinde, zirve saat özel otomobil kent içi trafik akım hızını en önemli ölçüde tanımlayan bağımsız değişkenin yine yaya oranı olduğu görülür. Bu etki negatif yöndedir. Değişkenler arasında çoklu doğrusallık olup olmadığına bakılırsa yine yaya ve park oranları arasında önemli bir çoklu doğrusallık (0,79) olduğu fark edilmektedir.

Tablo 5.8. Tüm yollar için korelasyon matrisi.

	<i>TAH</i> (km/s.)	<i>q/c</i>	<i>Bisiklet</i>	<i>Park</i> <i>indeksi</i>	<i>Yaya</i> <i>indeksi</i>
<i>TAH(km/s.)</i>	1				
<i>q/c</i>	-0,10	1			
<i>Bisiklet</i>	-0,10	0,53	1		
<i>Park endeksi</i>	-0,24	-0,10	0,04	1	
<i>Yaya endeksi</i>	-0,35	-0,005	0,11	0,79	1

5.4.1.2. Zirve Saat Kent İçi Karma trafik Akım Hızı Modelleri

Zirve saat kent içi trafik akım hızı modelleri için bağımlı değişken, yani y , trafiğin ağırlıklı ortalama hızı olarak alınmıştır. Ağırlıklı ortalama trafik akım hızı hesaplanırken, her bir sayım noktasındaki değişik türlere ait trafik hacimleri ile hız etütlerinden elde edilen araç türü hızları kullanılmıştır. Hız etütlerinde, özel otomobil, minibüs ve otobüs güzergahları birbirleri ile örtüşmediğinden bu modellerin sınıflandırılması sadece yol bağı ve yol tipi olarak yapılmıştır. Ayrıca, ticari araç ve bisiklet için herhangi bir hız etüdü verisi olmadığından, bu araç türlerinin hızları için çeşitli kabuller yapılmıştır.

A-) Zirve Saat Kent İçi Karma Trafik Akım Hızı Modeli;

Bisiklet ve Ticari Taşıt Hacim Oranları Bağımsız Değişken Olarak

Bölünmemiş, Bölünmüş ve Tüm Yollar İçin; Bu modelde, bisiklet ve ticari taşıt hızları ile ilgili kesin veri olmadığından, bisiklet ve ticari taşıt oranları farklı birer bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. Ayrıca bu model, yol bağı ve yol tipi bazında değerlendirildiği için bölünmemiş yollar, bölünmüş yollar ve tüm yollar olmak üzere 3 alt gruba ayrılmıştır. Gözlem verileri yine aynı şekilde 68, 134 ve 209 olarak sıralanmaktadır. Yol tipi sınıflandırmasına göre elde edilen korelasyon matrisleri Tablo 5.9,5.10,5.11’de verilmiştir. Oluşturulan korelasyon matrisleri incelendiğinde, zirve saat kent içi karma trafik akım hızını tanımlayan değişkenlerin en önemlisinin bölünmüş yollar ve tüm yollar için yaya indeksi, bölünmemiş yollar için yaya oranı olduğu ve hız üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Aynı matriste bağımsız değişkenlerin çoklu doğrusallık içerip içermediklerine bakıldığında ise, yaya ile park oranları arasında, bölünmemiş yollarda bir çoklu doğrusallık görülmemekte, bölünmüş yollar ve tüm yollarda ise görülmektedir.

Tablo 5.9. Bölünmemiş yollar için zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli; Bisiklet ve ticari taşıt hacim oranları bağımsız değişken olarak oluşturulan modelin değişkenlerinin korelasyon matrisi.

	Ortalama Trafik Akım Hızı	q/c	Bisiklet (0,5BO)	Ticari (2BO)	Yaya indeksi	Park indeksi
Ortalama trafik akım hızı	1					
q/c	0,11	1				
Bisiklet (0,5BO)	-0,12	0,57	1			
Ticari (2BO)	0,19	0,60	0,42	1		
Yaya indeksi	-0,39	0,15	0,11	0,37	1	
Park indeksi	-0,14	-0,12	-0,09	-0,08	0,39	1

Tablo 5.10. Bölünmüş yollar için zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli; Bisiklet ve ticari taşıt hacim oranları bağımsız değişken olarak oluşturulan modelin değişkenlerinin korelasyon matrisi.

	Ortalama Trafik Akım Hızı	q/c	Bisiklet (0,5BO)	Ticari (2BO)	Yaya indeksi	Park indeksi
Ortalama trafik akım hızı	1					
q/c	-0,08	1				
Bisiklet (0,5BO)	-0,24	0,39	1			
Ticari (2BO)	0,13	0,71	0,31	1		
Yaya indeksi	-0,35	-0,03	0,10	-0,42	1	
Park indeksi	-0,23	-0,11	0,06	-0,38	0,82	1

Tablo 5.11. Tüm yollar için zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli; Bisiklet ve ticari taşıt hacim oranları bağımsız değişken olarak oluşturulan modelin değişkenlerinin korelasyon matrisi.

	OrtalamaT rafik Akım Hızı	q/c	Bisiklet (0,5BO)	Ticari (2BO)	Yaya indeksi	Park indeksi
Ortalama trafik akım hızı	1					
q/c	-0,03	1				
Bisiklet (0,5BO)	-0,18	0,44	1			
Ticari (2BO)	0,15	0,66	0,34	1		
Yaya indeksi	-0,35	0,04	0,11	-0,19	1	
Park indeksi	-0,22	-0,08	0,04	-0,22	0,79	1

B-) Zirve Saat Kent İçi Karma Trafik Akım Hızı Modeli;

Bisiklet Hızı=15km/sa. ve Ticari Taşıt Hızı=40km/sa.

Bölünmemiş, Bölünmüş ve Tüm Yollar İçin; Bu modelde, bisiklet ve ticari taşıt hızları ile ilgili kesin veri olmadığından, bisiklet ve ticari taşıt hızları sabit varsayılmıştır. Bu sabit değer seçilirken, tüm dünyada kabul edilen ortalama bisiklet hızı 15km/sa. (ortalama bisiklet hızı Endonezya'da 13,8 km/sa, Hindistan'da

15,63km/sa ve Hollanda'da 19,0 km/sa'tır [42]) ve ortalama ticari taşıt hızları (kent içi özel otomobil hızının % 80'i, 50km/sa*0,80 = 40km/sa.) göz önüne alınmıştır. Ayrıca bu model de yol bağı ve yol tipi bazında değerlendirildiği için bölünmemiş yollar, bölünmüş yollar ve tüm yollar olmak üzere 3 alt gruba ayrılmıştır. Gözlem verileri yine aynı şekilde 68, 134 ve 209 olarak sıralanmaktadır. Yol tipi sınıflandırmasına göre elde edilen korelasyon matrisleri Tablo 5.12,5.13,5.14'de verilmiştir. Oluşturulan korelasyon matrisleri incelendiğinde, zirve saat kent içi karma trafik akım hızını tanımlayan değişkenlerin en önemlisinin bölünmüş yollar ve tüm yollar için yaya indeksi, bölünmemiş yollar için q/c oranı olduğu ve hız üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Aynı matriste bağımsız değişkenlerin çoklu doğrusallık içerip içermediklerine bakıldığında ise, yaya ile park oranları arasında, bölünmemiş yollarda bir çoklu doğrusallık görülmemekte, bölünmüş yollar ve tüm yollarda ise görülmektedir.

Tablo 5.12. Bölünmemiş yollar için zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli;Bisiklet hızı=15km/sa, Ticari taşıt hızı=40km/sa. kabul edilerek oluşturulan modelin değişkenlerinin korelasyon matrisi.

	<i>OrtalamaTrafik Akım Hızı</i>	<i>q/c</i>	<i>Yaya indeksi</i>	<i>Park indeksi</i>
Ortalama trafik akım hızı	1			
q/c	-0,42	1		
Yaya indeksi	-0,089	0,21	1	
Park indeksi	0,13	-0,09	0,39	1

Tablo 5.13. Bölünmüş yollar için zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli;Bisiklet hızı=15km/sa, Ticari taşıt hızı=40km/sa. kabul edilerek oluşturulan modelin değişkenlerinin korelasyon matrisi.

	<i>Ortalama Trafik Akım Hızı</i>	<i>q/c</i>	<i>Yaya indeksi</i>	<i>Park indeksi</i>
Ortalama trafik akım hızı	1			
q/c	-0,07	1		
Yaya indeksi	-0,37	-0,09	1	
Park indeksi	-0,27	-0,12	0,82	1

Tablo 5.14. Tüm yollar için zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli;Bisiklet hızı=15km/sa, Ticari taşıt hızı=40km/sa. kabul edilerek oluşturulan modelin değişkenlerinin korelasyon matrisi.

	<i>Ortalama Trafik Akım Hızı</i>	<i>q/c</i>	<i>Yaya indeksi</i>	<i>Park indeksi</i>
Ortalama trafik akım hızı	1			
q/c	-0,01	1		
Yaya indeksi	-0,36	-0,002	1	
Park indeksi	-0,23	-0,09	0,79	1

C-) Zirve Saat Kent İçi Karma Trafik Akım Hızı Modeli;

Bisiklet Hızı=15km/sa. ve Ticari Taşıt Hızı=Özel Otomobil Hızı

Bölünmemiş, Bölünmüş ve Tüm Yollar İçin; Bu modelde, bisiklet ve ticari taşıt hızları ile ilgili kesin veri olmadığından, bisiklet hızı sabit ve 15 km/sa. ticari taşıt hızı da kent içinde bulunan hız tahdidi göz önüne alınarak özel otomobil hızına eşit varsayılmıştır. Ayrıca bu model de yol bağı ve yol tipi bazında değerlendirildiği için bölünmemiş yollar, bölünmüş yollar ve tüm yollar olmak üzere 3 alt gruba ayrılmıştır. Gözlem verileri yine aynı şekilde 68, 134 ve 209 olarak sıralanmaktadır. Yol tipi sınıflandırmasına göre elde edilen korelasyon matrisleri Tablo 5.15-5.16-5.17’de verilmiştir. Oluşturulan korelasyon matrisleri incelendiğinde, zirve saat kent içi karma trafik akım hızını tanımlayan değişkenlerin en önemlisinin bütün sınıflandırmalar için yaya indeksi olduğu ve hız üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Aynı matriste bağımsız değişkenlerin çoklu doğrusallık içerip içermediklerine bakıldığında ise, yaya ile park oranları arasında, bölünmemiş yollarda bir çoklu doğrusallık görülmemekte, bölünmüş yollar ve tüm yollarda ise görülmektedir.

Tablo 5.15. Bölünmemiş yollar için zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli;Bisiklet hızı=15km/sa, Ticari taşıt hızı=Özel otomobil hızı kabul edilerek oluşturulan modelin değişkenlerinin korelasyon matrisi.

	<i>Ortalama Trafik Akım Hızı</i>	<i>q/c</i>	<i>Yaya indeksi</i>	<i>Park indeksi</i>
<i>Ortalama trafik akım hızı</i>	1			
<i>q/c</i>	0,02	1		
<i>Yaya indeksi</i>	-0,42	0,21	1	
<i>Park indeksi</i>	-0,09	-0,09	0,39	1

Tablo 5.16. Bölünmüş yollar için zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli;Bisiklet hızı=15km/sa, Ticari taşıt hızı=Özel otomobil hızı kabul edilerek oluşturulan modelin değişkenlerinin korelasyon matrisi.

	<i>Ortalama Trafik Akım Hızı</i>	<i>q/c</i>	<i>Yaya indeksi</i>	<i>Park indeksi</i>
<i>Ortalama trafik akım hızı</i>	1			
<i>q/c</i>	-0,10	1		
<i>Yaya indeksi</i>	-0,38	-0,09	1	
<i>Park indeksi</i>	-0,29	-0,12	0,82	1

Tablo 5.17. Tüm yollar için zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli; Bisiklet hızı=15km/sa, Ticari taşıt hızı= Özel otomobil hızı kabul edilerek oluşturulan modelin değişkenlerinin korelasyon matrisi.

	<i>Ortalama trafik akım hızı</i>	<i>q/c</i>	<i>Yaya indeksi</i>	<i>Park indeksi</i>
<i>Ortalama trafik akım hızı</i>	1			
<i>q/c</i>	-0,06	1		
<i>Yaya indeksi</i>	-0,37	-0,002	1	
<i>Park indeksi</i>	-0,25	-0,09	0,79	1

5.4.2. Tüm Gün Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelleri

Kent içi trafik akım hızının gün içindeki dağılımını modelleyebilmek amacı ile sayım noktaları arasından tüm gün sayım yapılan 16 noktanın gözlem verileri değerlendirilmiştir. Bu veriler, 16 noktada 13 saat boyunca 2 yönde yapılan trafik sayımlarının aritmetik ortalamaları ile o noktadaki hacim oranına karşılık gelen trafik akım hızlarıdır. 16 noktadaki trafik hacim değerlerinin aritmetik ortalaması, istatistikte limit teoremi denilen teoreme bağlı olarak yapılmıştır. Bu teoreme göre, alt grupların ortalaması ana kütle ortalamasını vermektedir [65]. Böylece, her saat için 16 noktadaki trafik hacmi ortalaması alınmıştır. Konya Kent İçi ve Yakın Çevre Ulaşım Master Planı çerçevesinde tüm gün boyunca hız etüdü yapılmamıştır. Bu sebeple, trafik akım hızının gün içindeki değerleri, gün içindeki ortalama hacim değerlerine karşılık gözlenen en yakın hacim değerinin trafik akım hızı olarak kabul edilmiştir. 16 noktadaki tüm gün trafik sayımı noktalarının 13 tanesi bölünmüş, 2 tanesi tek yön ve 1 tanesi bölünmemiş yol kesiti olduğu için, bu modellerde güzergah ve yol tipi sınıflandırmaları yapılamamıştır. Burada uygun görülen sınıflandırma tipi tüm yollar bazında sınıflandırmadır. Tüm gün trafik akım hızı modelinde bağımlı değişken, yani y , karma trafiğin ağırlıklı ortalama hızı, özel otomobil hızı ve bisiklet hızı=15km/sa-ticari taşıt hızı=40km/sa. olmak üzere 3 farklı şekilde tanımlanmıştır. Ortalama karma trafik akım hızı hesaplanırken, her bir sayım noktasındaki trafik hacimleri ile hız etütlerinden elde edilen araç türü hızları kullanılmıştır.

A-) Tüm Gün Kent İçi Karma Trafik Akım Hızı Modeli;

Bisiklet Hızı=15km/sa. ve Ticari Taşıt Hızı=40km/sa.

Bu modelde, bisiklet ve ticari taşıt hızları ile ilgili kesin veri olmadığından, bisiklet ve ticari taşıt hızları sabit varsayılmıştır. Bu sabit değer seçilirken, tüm dünyada kabul edilen ortalama bisiklet hızı ve ortalama ticari taşıt hızları göz önüne

alınmıştır. Model için kullanılan veriler ve korelasyon matrisi Tablo 5.18’de verilmiştir. Tüm yollar modeli için oluşturulan korelasyon matrisi incelendiğinde, tüm gün kent içi trafik akım hızını tanımlayan değişkenlerin en önemlisinin yaya indeksi olduğu ve hız üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Aynı matriste bağımsız değişkenlerin çoklu doğrusallık içerip içermediklerine bakıldığında ise, yaya ile park oranları arasında, zirve saat trafik akım hızı; bir önceki modelde olduğu gibi, önemli bir çoklu doğrusallık (0,95) görülmektedir.

Tablo 5.18. Tüm gün kent içi karma trafik akım hızı modeli; Bisiklet hızı=15km/sa, Ticari taşıt hızı=40km/sa. kabul edilerek oluşturulan modelin gözlem verileri ve korelasyon matrisi.

Model Verileri				
Saat	Trafik Akım Hızı (km/s)	q/c	Yaya indeksi	Park indeksi
07:00	31	0,27	2	1
08:00	37	0,16	3	3
09:00	45	0,31	0	0
10:00	50	0,10	0	0
11:00	37	0,16	3	3
12:00	50	0,10	0	0
13:00	45	0,32	0	0
14:00	37	0,16	3	3
15:00	16	0,11	3	2
16:00	29	0,18	1	0
17:00	36	0,19	0	0
18:00	45	0,30	0	0
19:00	41	0,08	1	1

	Trafik Akım Hızı	q/c	Yaya indeksi	Park indeksi
Trafik Akım Hızı	1			
q/c	0,13	1		
Yaya indeksi	-0,67	-0,30	1	
Park indeksi	-0,44	-0,31	0,95	1

B-) Tüm Gün Kent İçi Özel Otomobil Hızı Modeli

Kent içi özel otomobil hızının gün içindeki değişimini modelleyebilmek amacı ile tüm gün kent içi trafik akım hızı modelindeki ile aynı şekilde ortalama trafik hacim değerleri ve bu hacim değerlerine karşılık gözlenen özel otomobil hızları kullanılmıştır. Model için kullanılan veriler ve korelasyon matrisi Tablo 5.19’da verilmiştir. Tüm gün kent içi özel otomobil hızı modeli için oluşturulan korelasyon

matrisi incelendiğinde, tüm gün kent içi özel otomobil hızını tanımlayan değişkenlerin en önemlisinin park indeksi olduğu ve hız üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Aynı matriste bağımsız değişkenlerin çoklu doğrusallık içerip içermediklerine bakıldığında ise, yaya ile park oranları arasında, zirve saat trafik akım hızı; bir önceki modelde olduğu gibi, önemli bir çoklu doğrusallık (0,85) görülmektedir.

Tablo 5.19. Tüm gün kent içi özel otomobil hızı modelinin gözlem verileri ve korelasyon matrisi.

Model Verileri				
Saat	Özel Otomobil Hızı (km/s)	q/c	Yaya indeksi	Park indeksi
07:00	63	0,13	1	1
08:00	38	0,16	3	3
09:00	48	0,31	0	0
10:00	69	0,10	0	0
11:00	38	0,16	3	3
12:00	66	0,10	0	0
13:00	48	0,32	0	0
14:00	38	0,16	3	3
15:00	13	0,11	1	2
16:00	24	0,18	1	0
17:00	40	0,19	0	2
18:00	66	0,10	0	0
19:00	46	0,08	1	1

	Özel Otomobil Hızı	q/c	Yaya indeksi	Park indeksi
Özel Otomobil Hızı	1			
q/c	-0,18	1		
Yaya indeksi	-0,44	-0,12	1	
Park indeksi	-0,51	-0,13	0,85	1

C-) Tüm Gün Kent İçi Karma Trafik Akım Hızı Modeli;

Bisiklet Sayısı Bağımsız Değişken Olarak

Bu modelde, bisiklet sayısının tüm gün kent içi trafik akım hızına etkisini inceleyebilmek için bisiklet sayısı bağımsız değişken olarak alınmıştır. Model için kullanılan veriler ve korelasyon matrisi Tablo 5.20’de verilmiştir. Tüm gün kent içi trafik akım hızı modeli için oluşturulan korelasyon matrisi incelendiğinde, tüm gün kent içi trafik akım hızını tanımlayan değişkenlerin en önemlisinin yaya indeksi

olduğu ve hız üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Aynı matriste bağımsız değişkenlerin çoklu doğrusallık içerip içermediklerine bakıldığında ise, yaya ile park oranları arasında, zirve saat trafik akım hızı; bir önceki modelde olduğu gibi, önemli bir çoklu doğrusallık (0,86) görülmektedir.

Tablo 5.20. Tüm gün kent içi trafik akım hızı; bisiklet sayısı bağımsız değişken olarak modelinin gözlem verileri ve korelasyon matrisi.

Saat	Trafik Akım Hızı (km/s)	q/c	Bisiklet Sayısı (0,5BO)	Yaya indeksi	Park indeksi
07:00	39,05	0,08	37	1	1
08:00	50,48	0,09	44,5	0	0
09:00	39,33	0,27	34	0	0
10:00	28,05	0,26	29	1	1
11:00	50,48	0,10	33	0	0
12:00	39,33	0,27	31,5	0	0
13:00	50,48	0,09	35	0	0
14:00	50,48	0,09	34	0	0
15:00	44,61	0,30	36	0	0
16:00	36,54	0,16	34	3	3
17:00	16,37	0,12	46	3	2
18:00	50,48	0,09	34	0	0
19:00	38,55	0,11	22	2	0

	Trafik Akım Hızı	q/c	Bisiklet sayısı (0,5BO)	Yaya indeksi	Park indeksi
Trafik Akım Hızı	1				
q/c	-0,28	1			
Bisiklet sayısı (0,5BO)	-0,15	-0,20	1		
Yaya indeksi	-0,75	-0,15	0,05	1	
Park indeksi	-0,65	-0,04	0,25	0,86	1

5.5. Kent İçi Trafik Akım Hızı Model Verilerinde Farklı Varyans Araştırması:

Genel White Testi

Bölüm 5.4’de yapılan korelasyon matrisleri değerlendirme sonuçlarına göre, bölünmemiş yollar sınıflandırması dışındaki tüm sınıflandırmalarda yaya indeksi ile park indeksi arasında çoklu doğrusallık problemi ortaya çıkmıştır.

Çoklu doğrusallık probleminin çözümü için, gözlem verileri tekrar tanımlanmıştır. Korelasyon matrislerinden görüldüğü üzere, bağımlı değişken kent içi trafik akım hızını, yaya yoğunluğu genellikle park yoğunluğundan daha fazla etkilemektedir (mutlak değer olarak). Bu sebeple, “çoklu doğrusallığı oluşturan verilerden birisinin regresyondan çıkarılması” düzeltici önlemi kullanılarak, regresyondan çıkarılacak

veri park yoğunluğu olarak belirlenmiştir. Regresyonda kalan yaya yoğunluğu indeksi de ticari yoğunluk indeksi olarak adlandırılmıştır.

Bağımsız değişken, Ticari Yoğunluk indeksi, TYi; Yaya yoğunluğu genellikle park yoğunluğu ile doğrusal ilişkili olduğundan yaya yoğunluğu gözlem verilerine ticari yoğunluk indeksi adı verilmiştir ve kısaca TYi olarak gösterilmiştir.

Bu değişken dönüşümü yapıldıktan sonra kent içi trafik akım hızı ve özel otomobil hızı verileri kullanılarak regresyon analizi yapılmadan önce, verilerin değişen varyansa sahip olup olmadıklarını araştırmak için, Bölüm 4.9.2’de anlatılan genel White testi kullanılacaktır.

5.5.1. Zirve Saat Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelleri

Bu bölümde, zirve saat kent içi özel otomobil hızı ve trafik akım hızı verilerinin farklı varyansa sahip olup olmadığını incelemek için genel White testi uygulanacaktır.

5.5.1.1. Zirve Saat Kent İçi Özel Otomobil Hızı Modeli

A-) Güzergah ve Bölge Olarak Sınıflandırılmış Modeller

1. ve 2.Bölge, 1. ve 2.Bölge olarak tanımlanan bölgede oluşturulan kent içi özel otomobil hızı modeli için toplam 4 bağımsız değişken kullanılmıştır. Bu değişkenlerle oluşturulan regresyon analizi Tablo 5.21’de verilmiştir. Tablo 5.21’deki değerler incelendiğinde, ortalama bir R^2 (0,37) ve anlamlılık derecesi iyi bir F testi sonucu (5,61) elde edildiği görülür. Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde sadece sabit terim ve Tyi bağımsız değişkenlerinin t-testinden geçtiği görülür. Bu regresyon denklemi anlamlıdır ancak, t-değerleri geçmeyen bağımsız değişkenler, yani hacim/kapasite, bisiklet ve ks/km, regresyondan çıkarılmalıdır. Ancak bu değişkenler çıkarıldığında da, elde edilecek denklem trafik mühendisliği açısından anlamsız olmaktadır. Bu sebeple, değişen varyans problemi de genel White testi uygulanarak incelenmiştir (Tablo 5.22).

3. Bölge; Bölüm 5.1.’de 3. Bölge olarak tanımlanan bölgede oluşturulan kent içi özel otomobil hızı modeli için toplam 36 güzergah kullanılmıştır. 4 bağımsız değişkenle, 3. Bölge için oluşturulan regresyon analizi Tablo 5.21’dedir. Tablo 5.21’deki değerler incelendiğinde, iyi bir R^2 (0,52) ve anlamlılık derecesi çok iyi bir F testi sonucu (8,51) elde edildiği görülür. Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde

sadece sabit terim ve ks/km bağımsız değişkenlerinin t-testinden geçtiği görülür. Bu regresyon denklemi de 1. ve 2. Bölge regresyon denklemi gibi istatistiksel olarak anlamlıdır. Ancak, t-değerleri geçmeyen bağımsız değişkenler, yani hacim/kapasite, bisiklet ve Tyi, regresyondan çıkarılmalıdır. Fakat yine bu değişkenler çıkarıldığında da, elde edilecek denklem trafik mühendisliği açısından anlamsız olmaktadır. Bu sebeple, değişen varyans problemi de genel White testi uygulanarak incelenmiştir. (Tablo 5.22)

Tüm Bölge; Burada 1.,2. ve 3. Bölge verilerinin tümü kullanılarak, tüm bölgeler için bir kent içi trafik akım hızı modellenmiştir. Toplam 80 gözlem ve 4 bağımsız değişkenle, Tüm Bölgeler için oluşturulan regresyon analizi Tablo 5.21’dedir.

Tablo 5.21’deki değerler incelendiğinde, ortalama bir $R^2(0,40)$ ve anlamlılık derecesi çok iyi bir F testi sonucu (12,4) elde edildiği görülür. Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde sadece sabit terim ve ks/km bağımsız değişkenlerinin t-testinden geçtiği görülür. Bu regresyon denklemi de diğer bölge regresyon denklemleri gibi istatistiksel olarak anlamlıdır. Ancak, t-değerleri geçmeyen bağımsız değişkenler, yani hacim/kapasite, bisiklet ve Tyi, regresyondan çıkarılmalıdır. Fakat yine bu değişkenler çıkarıldığında da, elde edilecek denklem trafik mühendisliği açısından anlamsız olmaktadır. Bu sebeple, değişen varyans problemi de genel White testi uygulanarak incelenmiştir (Tablo 5.22).

Tablo 5.21. Bölge ve güzergah sınıflandırmasına göre zirve saat kent içi özel otomobil hızı modeli için SEKK yöntemi ile regresyon analizi sonuçları.

Bölge	R ²	Gözlem Sayısı	F-testi Sonucu	t-testi Değerleri	Standart Hata	Model
1.ve2.Bölge	0,37	44	5,61	11.4, -0.02, 0.12 -3.95, -1.32	10,99	TAH=51,22-0,47q/c+0,007Bis.-6,83Tyi-1,07KS/km
3. Bölge	0,52	36	8,51	15.1, 0.31, -0.16, -1.02, -4.02	9,89	TAH=61,27+4,28q/c-0,009Bis.-1,82Tyi-10,25KS/km
Tüm Bölge	0,40	80	12,40	18.36, -0.87, -0.4, -2.78, -4.8	11,01	TAH=54,17-9,5q/c-0,009Bis.-2,06Tyi-5,63KS/km

Tablo 5.22. Bölge ve güzergah sınıflandırmasına göre zirve saat kent içi özel otomobil hızı modelinde Genel White testi için hesaplanan yan regresyon sonuçları ve farklı varyans araştırması.

Bölge	R ²	Gözlem Sayısı (n)	Serbestlik Derecesi	Ki-kare kritik değeri (%95 güvenirlilik düzeyi)	Yan regresyon ki-kare değeri (R ² *n)	Sonuç
1.ve2.Bölge	0,55	44	14	23,68	26,4	23,68<26,4, Farklı varyans var.
3. Bölge	0,72	36	14	23,68	25,56	23,68<25,56 Farklı varyans var.
Tüm Bölge	0,62	80	14	23,68	29,23	23,68<29,23 Farklı varyans var.

B-) Yol Bağı ve Yol Tipi Olarak Sınıflandırılmış Modeller

Yol bağı ve yol tipi olarak yapılan sınıflandırma ile oluşturulan kent içi trafik akım hızı modellerinde kavşak sayısı (KS/km) değişkeni kullanılmamıştır. Çünkü bu sınıflandırma sırasında, kent içi trafik akım hızları güzergah olarak değil sadece yol bağı olarak, yani herhangi iki önemli kavşak arasındaki hız olarak hesaplanmıştır.

Bölünmemiş Yollar; Bölünmemiş yollar için oluşturulan regresyon denkleminde 67 gözlem değeri ve 4 bağımsız değişken kullanılmıştır. Bölünmemiş yollarda, korelasyon matrisinde yaya ile park yoğunluğu arasında herhangi bir çoklu doğrusallık teşhis edilmediği için burada değişken dönüşümü yapılmamıştır. Tablo 5.23'deki bölünmemiş yollar için oluşturulan regresyon analizi sonuçları incelendiğinde, düşük bir R^2 (0,28) elde edilmesine rağmen anlamlılık derecesi çok iyidir (5,95). Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde de, sabit terim, q/c ve yaya indeksi değişkenlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları, kalan t-testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamsız oldukları görülür. Bu sebeple, değişen varyans problemi de genel White testi uygulanarak incelenmiştir (Tablo 5.24).

Bölünmüş Yollar; Bölünmüş yollar için oluşturulan regresyon denkleminde 161 gözlem değeri ve 3 bağımsız değişken kullanılmış ve analizin sonuçları Tablo 5.23'de verilmiştir. Tablo 5.23'deki değerler incelendiğinde, düşük bir R^2 (0,16) elde edilmesine rağmen anlamlılık derecesi çok iyidir (10,03). Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde de, sadece sabit terim ve T_{yi} değişkenlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları, kalan t değerlerinin istatistiksel olarak anlamsız oldukları görülür. Bu sebeple, değişen varyans problemi de genel White testi uygulanarak incelenmiştir (Tablo 5.24).

Tüm Yollar; Bu sınıflandırmada kent içi özel otomobil hızı modellemesi için yapılan tüm gözlemler aynı anda regresyona tabi tutulmuştur. Bu gözlem Ek E Tablo E-3'de gösterilmiştir. Tüm gözlem değerleri kullanılarak, bir regresyon denklemi kurulmuş ve analiz edilmiştir. Bu analiz sonuçları da Tablo 5.23'de gösterilmiştir. Tablo 5.23'deki değerler incelendiğinde, düşük bir R^2 (0,14) elde edilmesine rağmen anlamlılık derecesi çok iyidir. (12,73) Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde de, sadece sabit terim ve T_{yi} değişkenlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları, kalan t-testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamsız oldukları görülür. Bu sebeple, değişen varyans problemi de genel White testi uygulanarak incelenmiştir (Tablo 5.24).

Tablo 5.23. Yol bağı ve yol tipi sınıflandırmasına göre zirve saat kent içi özel otomobil hızı modeli için SEKK yöntemi ile regresyon analizi sonuçları.

Yol tipi	R ²	Gözlem Sayısı	F-testi	t-testi	Standart Hata	Model
Bölünmemiş	0,28	67	5,95	16.32, -2.41, 1.27 1.26, -3.01	11,75	TAH=47,5-39,91q/c+0,09Bis.+2,76Pi-7,43Yi
Bölünmüş	0,16	161	10,03	20.97, -1.51, -0.74, -4.98	13,99	TAH=51,28-14,09q/c-0,03Bis.-4,93Ti
Tüm Yollar	0,14	235	12,73	25.98, -1.24, -0.33, -5.89	13,79	TAH=48,61-9,98q/c-0,005Bis.-4,86Ti

Tablo 5.24. Yol bağı ve yol tipi sınıflandırmasına göre zirve saat kent içi özel otomobil hızı modelinde Genel White testi için hesaplanan yan regresyon sonuçları ve farklı varyans araştırması.

Yol tipi	R ²	Gözlem Sayısı	Serbestlik Derecesi	Ki-kare kritik değeri (%95 güvenirlilik düzeyi)	Yan regresyon ki-kare değeri (R ² *n)	Sonuç
Bölünmemiş	0,55	67	14	23,68	36,85	23,68<36,85, Farklı varyans var.
Bölünmüş	1	161	14	23,68	133	23,68<133 Farklı varyans var.
Tüm Yollar	1	235	14	23,68	208	23,68<208 Farklı varyans var.

5.5.1.2. Zirve Saat Kent İçi Karma Trafik Akım Hızı Modelleri

Zirve saat kent içi trafik akım hızı modellerinde de zirve saat özel otomobil hızı modellerinde olduğu gibi çoklu doğrusallık sorunu ortaya çıkmıştır. Çoklu doğrusallık sorununun çözümü için yine, park indeksi regresyon analizinden çıkarılmış ve yaya indeksi Ticari yoğunluk indeksi olarak tanımlanmıştır. Bu değişken dönüşümü yapıldıktan sonra kent içi trafik akım hızı ve özel otomobil hızı verileri kullanılarak regresyon analizi yapılmadan önce, verilerin değişen varyansa sahip olup olmadıklarını araştırmak için, Bölüm 4.9.2.'de anlatılan genel White testi kullanılacaktır.

A-) Zirve Saat Kent İçi Karma Trafik Akım Hızı Modeli;

Bisiklet ve Ticari Taşıt Hacim Oranları Bağımsız Değişken Olarak

Daha önce tanımlanan bu modelde, değişen varyans araştırması için genel White testi uygulaması yapılacaktır.

Bölünmemiş Yollar İçin; Yapılan yol bağı ve yol tipi olarak sınıflandırmaya göre bölünmemiş yollar regresyon analizinde 68 adet gözlem verisi ve 5 bağımsız değişken kullanılmıştır. Regresyon analizinin sonuçları Tablo 5.25'de gösterilmiştir.

Tablo 5.25'deki değerler incelendiğinde, düşük bir R^2 (0,36) elde edilmesine rağmen anlamlılık derecesi iyidir (7,06). Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde de, sabit terim, yaya indeksi ve ticari taşıt hacim oranı değişkenlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları, kalan t-testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamsız oldukları görülür. Bu sebeple, değişen varyans problemi de genel White testi uygulanarak incelenmiştir (Tablo 5.26).

Bölünmüş Yollar İçin; Bu modelde de, yapılan yol bağı ve yol tipi olarak sınıflandırmaya göre bölünmüş yollar regresyon analizinde 134 adet gözlem verisi ve 4 bağımsız değişken kullanılmıştır. Regresyon analizinin sonuçları Tablo 5.25'de gösterilmiştir. Tablo 5.25'deki değerler incelendiğinde, düşük bir R^2 (0,17) elde edilmesine rağmen anlamlılık derecesi iyidir (6,78). Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde de, sadece sabit terim değişkeninin istatistiksel olarak anlamlı olduğu, kalan t-testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamsız oldukları görülür. Bu sebeple, değişen varyans problemi de genel White testi uygulanarak incelenmiştir (Tablo 5.26).

Tablo 5.25. Zirve saat kent içi trafik akım hızı modeli;Bisiklet ve ticari taşıt hacim oranları bağımsız değişken olarak oluşturulan modeli için SEKK yöntemi ile regresyon analizi sonuçları.

Yol tipi	R ²	Gözlem Sayısı	F-testi	t-testi değerleri	Standart Hata	Model
Bölünmemiş	0,36	68	7,06	27.51, 0.54, -2.34, 3.66, -4.98, 1,11	5,21	TAH=36,8+5,34q/c-0,07Bis.+0,04Tic.-5,64Yi+1,1Pi
Bölünmüş	0,17	134	6,78	21.98, -1.21, -2.41, 1.45, -2.45	13,99	TAH=40,17-14,89q/c-0,05Bis.+0,008Tic.-1,82Yi
Tüm Yollar	0,17	209	10,11	34.62, -0.78, -2.65, 2.31, -4.18	7,5	TAH=38,62-6,35q/c-0,05Bis.+0,009Tic.-2,06Yi

Tablo 5.26. Zirve saat kent içi trafik akım hızı modeli;Bisiklet ve ticari taşıt hacim oranları bağımsız değişken olarak oluşturulan modelinde Genel White testi için hesaplanan yan regresyon sonuçları ve farklı varyans araştırması.

Yol tipi	R ²	Gözlem Sayısı	Serbestlik Derecesi	Ki-kare kritik değeri (%95 güvenirlilik düzeyi)	Yan regresyon ki-kare değeri (R ² *n)	Sonuç
Bölünmemiş	0,68	68	14	23,68	46,24	23,68<46,24, Farklı varyans var.
Bölünmüş	0,4	134	14	23,68	53,6	23,68<53,6 Farklı varyans var.
Tüm Yollar	0,35	209	14	23,68	71,06	23,68<71,06 Farklı varyans var.

Tüm Yollar İçin; Bu modelde de, yapılan yol bağı ve yol tipi olarak sınıflandırmaya göre tüm yollar regresyon analizinde 209 adet gözlem verisi ve 4 bağımsız değişken kullanılmıştır. Regresyon analizinin sonuçları Tablo 5.25’de gösterilmiştir. Tablo 5.25’deki değerler incelendiğinde, düşük bir $R^2(0,17)$ elde edilmesine rağmen anlamlılık derecesi iyidir. (10,11) Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde de, sabit terim, bisiklet ve ticari yoğunluk oranı değişkenlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları, kalan t-testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamsız oldukları görülür. Bu sebeple, değişen varyans problemi de genel White testi uygulanarak incelenmiştir (Tablo 5.26).

B-) Zirve Saat Kent İçi Karma Trafik Akım Hızı Modeli;

Bisiklet Hızı=15km/sa. ve Ticari Taşıt Hızı=40km/sa.

Daha önce tanımlanan bu modelde, değişen varyans araştırması için genel White testi uygulaması yapılacaktır.

Bölünmemiş Yollar İçin; Yapılan yol bağı ve yol tipi olarak sınıflandırmaya göre bölünmemiş yollar regresyon analizinde 68 adet gözlem verisi ve 3 bağımsız değişken kullanılmıştır. Regresyon analizinin sonuçları Tablo 5.27’de gösterilmiştir. Tablo 5.27’deki değerler incelendiğinde, düşük bir $R^2(0,22)$ elde edilmiş ve 3,74 F değerine göre regresyon anlamsız çıkmıştır. Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde de, sadece sabit terim değişkeninin istatistiksel olarak anlamlı olduğu, kalan t-testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamsız oldukları görülür. Bu sebeple, değişen varyans problemi de genel White testi uygulanarak incelenmiştir (Tablo 5.28).

Bölünmüş Yollar İçin; Bu modelde de, yapılan yol bağı ve yol tipi olarak sınıflandırmaya göre bölünmüş yollar regresyon analizinde 134 adet gözlem verisi ve 2 bağımsız değişken kullanılmıştır. Regresyon analizinin sonuçları Tablo 5.27’de gösterilmiştir. Tablo 5.27’deki değerler incelendiğinde, düşük bir $R^2(0,15)$ elde edilmesine rağmen anlamlılık derecesi iyidir. (11,15) Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde de, sabit terim ve ticari yoğunluk oranı değişkenlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları, kalan t-testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamsız oldukları görülür. Bu sebeple, değişen varyans problemi de genel White testi uygulanarak incelenmiştir (Tablo 5.28).

Tüm Yollar İçin; Bu modelde de, yapılan yol bağı ve yol tipi olarak sınıflandırmaya göre tüm yollar regresyon analizinde 209 adet gözlem verisi ve 2 bağımsız değişken kullanılmıştır. Regresyon analizinin sonuçları Tablo 5.27’de gösterilmiştir. Tablo 5.27’deki değerler incelendiğinde, düşük bir $R^2(0,13)$ elde edilmesine rağmen anlamlılık derecesi iyidir. (15,70) Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde de, sabit terim ve ticari yoğunluk oranı değişkenlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları, kalan t-testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamsız oldukları görülür. Bu sebeple, değişen varyans problemi de genel White testi uygulanarak incelenmiştir (Tablo 5.28).

C-) Zirve Saat Kent İçi Karma Trafik Akım Hızı Modeli;

Bisiklet Hızı=15km/sa. ve Ticari Taşıt Hızı=Özel Otomobil Hızı

Daha önce tanımlanan bu modelde, değişen varyans araştırması için genel White testi uygulaması yapılacaktır.

Bölünmemiş Yollar İçin; Yapılan yol bağı ve yol tipi olarak sınıflandırmaya göre bölünmemiş yollar regresyon analizinde 68 adet gözlem verisi ve 3 bağımsız değişken kullanılmıştır. Regresyon analizinin sonuçları Tablo 5.29’da gösterilmiştir. Tablo 5.29’daki değerler incelendiğinde, düşük bir $R^2(0,20)$ elde edilmesine rağmen anlamlılık derecesi iyidir (5,40). Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde de, sadece sabit terim ve yaya indeksi değişkenlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları, kalan t-testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamsız oldukları görülür. Bu sebeple, değişen varyans problemi de genel White testi uygulanarak incelenmiştir (Tablo 5.30).

Bölünmüş Yollar İçin; Bu modelde de, yol bağı ve yol tipi olarak sınıflandırmaya göre bölünmüş yollar regresyon analizinde 134 adet gözlem verisi ve 2 bağımsız değişken kullanılmıştır. Regresyon analizinin sonuçları Tablo 5.29’da gösterilmiştir. Tablo 5.29’daki değerler incelendiğinde, düşük bir $R^2(0,17)$ elde edilmesine rağmen anlamlılık derecesi iyidir. (12,99) Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde de, sabit terim ve ticari yoğunluk oranı değişkenlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları, kalan t-testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamsız oldukları görülür. Bu sebeple, değişen varyans problemi de genel White testi uygulanarak incelenmiştir (Tablo 5.30).

Tablo 5.29. Zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli; Bisiklet hızı=15km/sa, Ticari taşıt hızı=Özel otomobil hızı kabul edilerek oluşturulan modelin SEKK yöntemi ile regresyon analizi sonuçları.

Yol tipi	R ²	Gözlem Sayısı	F-testi	t-testi değerleri	Standart Hata	Model
Bölünmemiş	0,20	68	5,40	15.85, 1.21, -3.94, 0.94	9,96	TAH=39,11+12,01q/c-7,95Yi+1,75Pi
Bölünmüş	0,17	134	12,99	19.08, -1.7, -4.94	12,69	TAH=46,03-12,21q/c-4,66Ti
Tüm Yollar	0,14	209	17,18	25.17, -1.02, -5.77	12,02	TAH=42,71-5,88q/c-4,32Ti

Tablo 5.30. Zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli; Bisiklet hızı=15km/sa, Ticari taşıt hızı=Özel otomobil hızı kabul edilerek oluşturulan modelde Genel White testi için hesaplanan yan regresyon sonuçları ve farklı varyans araştırması.

Yol tipi	R ²	Gözlem Sayısı	Serbestlik Derecesi	Ki-kare kritik değeri (%95 güvenirlilik düzeyi)	Yan regresyon ki-kare değeri (R ² *n)	Sonuç
Bölünmemiş	1	68	14	23,68	68	23,68<68, Farklı varyans var.
Bölünmüş	1	134	9	16,91	134	16,91<134 Farklı varyans var.
Tüm Yollar	1	209	9	16,91	209	16,91<209 Farklı varyans var.

B-) Tüm Gün Kent İçi Özel Otomobil Hızı Modeli

Bu modelde de, tüm gün kent içi trafik akım hızı modelinde olduğu gibi, tüm yollar sınıflandırması yapılmış ve 2 bağımsız değişken kullanılmıştır. Regresyon analizinde kullanılan gözlem sayısı 12 olarak gözükmese rağmen, buradaki 12 gözlem sayısı $16 \times 13 \times 2 = 416$ gözlem sayısını temsil etmektedir. (Büyük sayılar kanunu, [65].) Bu veriler Tablo 5.19'da ve analizin sonuçları Tablo 5.31'de gösterilmiştir.

Tablo 5.31'deki değerler incelendiğinde, ortalama bir $R^2(0,25)$ elde edilmesine rağmen anlamlılık derecesi çok kötüdür. (1,51) Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde de, sabit terim değişkeninin istatistiksel olarak anlamlı olduğu, kalan t-testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamsız oldukları görülür. Bu sebeple, değişen varyans problemi de genel White testi uygulanarak incelenmiştir (Tablo 5.32).

C-) Tüm Gün Kent İçi Karma Trafik Akım Hızı Modeli;

Bisiklet Sayısı Bağımsız Değişken Olarak

Bu modelde de, tüm gün kent içi trafik akım hızı modelinde olduğu gibi, tüm yollar sınıflandırması yapılmış ve 3 bağımsız değişken kullanılmıştır. Regresyon analizinde kullanılan gözlem sayısı 12 olarak gözükmese rağmen, buradaki 12 gözlem sayısı $16 \times 13 \times 2 = 416$ gözlem sayısını temsil etmektedir. (Büyük sayılar kanunu, [65].) Bu veriler Tablo 5.20'de ve analizin sonuçları Tablo 5.31'de gösterilmiştir. Tablo 5.31'deki değerler incelendiğinde, iyi bir $R^2(0,75)$ elde edilmiş ve anlamlılık derecesi iyidir. (8,19) Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde de, sabit terim ve ticari yoğunluk oranı değişkeninin istatistiksel olarak anlamlı olduğu, kalan t-testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamsız oldukları görülür. Bu sebeple, değişen varyans problemi de genel White testi uygulanarak incelenmiştir (Tablo 5.32).

Tablo 5.31. Tüm gün kent içi karma trafik akım hızı modeli için SEKK yöntemi ile regresyon analizi sonuçları.

Tüm Gün Modelleri	R ²	Gözlem Sayısı	F-testi	t-testi değerleri	Standart Hata	Model
Bisiklet hızı=15km/s Ticaritaşıtı hızı=40km/s	0,45	12	3,7	5.88, -0.24, -2.63	8,09	TAH=45,6-7,79q/c-4,8Tyi
Özel otomobil hızı	0,25	12	1,51	4.52, -0.85, -1.61	16,94	TAH=62,07-58,8q/c-6,5Tyi
Bisiklet sayısı bağımsız değişken	0,75	12	8,19	3.99, -2.31, -0.86, -4.09	6,23	TAH=67,94-54,2q/c-0,37Bis.-7,03Tyi

Tablo 5.32. Tüm gün kent içi karma trafik akım hızı modellerinde Genel White testi için hesaplanan yan regresyon sonuçları ve farklı varyans araştırması.

Tüm Gün Modelleri	R ²	Gözlem Sayısı	Serbestlik Derecesi	Ki-kare kritik değeri (%95 güvenirlilik düzeyi)	Yan regresyon ki-kare değeri (R ² *n)	Sonuç
Bisiklet hızı=15km/s Ticaritaşıtı hızı=40km/s	1	12	5	11,07	12	11,07<12, Farklı varyans var.
Özel otomobil hızı	1	12	5	11,07	12	11,07<12 Farklı varyans var.
Bisiklet sayısı bağımsız değişken	1	12	5	11,07	12	11,07<12 Farklı varyans var.

5.6. Çoklu Doğrusallık ve Genel White Testi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Uygulanan çoklu doğrusallık ve genel White testi sonuçlarına göre oluşturulan kent içi trafik akım hızı modellerinde istatistiksel olarak iki çeşit problem ortaya çıkmıştır. Bunlardan birincisi çoklu doğrusallık problemidir. Oluşturulan tüm kent içi trafik akım hızı modellerinde yaya ile park yoğunluğu arasında önemli derecede çoklu doğrusallık olduğu korelasyon matrislerinin incelenmesi ile saptanmıştır. İkinci problem ise değişen varyans problemidir. Tekdüze olmayan birimler içeren kesit verilerinde, değişen varyans istisna olmaktan çok bir kuraldır [62] denildiği için, verilere genel White testi uygulanmış ve değişen varyans sorunu teşhis edilmiştir.

Çoklu doğrusallık probleminin çözümü için, gözlem verileri tekrar tanımlanmıştır. Korelasyon matrislerinden görüldüğü üzere, bağımlı değişken kent içi trafik akım hızını, yaya yoğunluğu genellikle park yoğunluğundan daha fazla etkilemektedir (mutlak değer olarak). Bu sebeple, “çoklu doğrusallığı oluşturan verilerden birisinin regresyondan çıkarılması” düzeltici önlemi kullanılarak, regresyondan çıkarılacak veri park yoğunluğu olarak belirlenmiştir. Yaya yoğunluğu ise genellikle park yoğunluğu ile doğrusal ilişkili olduğundan yaya yoğunluğu gözlem verilerine ticari yoğunluk oranı adı verilmiştir ve kısaca Tyi olarak gösterilmiştir.

Farklı varyans probleminin çözümü için ise, yöntemin değiştirilmesi gerektiği anlaşılmış ve sıradan en küçük kareler (SEKK) yönteminden, genelleştirilmiş en küçük kareler (GEKK) yöntemine geçiş yapılmıştır. Bunun sebebi, GEKK yöntemi ile bulunan denklemin, istatistiksel olarak “doğrusal en iyi sapmasız tahmin edici” olmasıdır. Çünkü GEKK yöntemi, tahmin sürecini tasarlarken, daha büyük değişkenliği olan anakütlelerden gelen gözlemlere, değişkenliği küçük anakütlelerden gelenlere oranla daha az ağırlık vermektedir [62]. Özetle, sıradan en küçük kareler varsayımlarını sağlayan dönüştürülmüş değişkenlere uygulanan SEKK, GEKK’tir. Bu yolla bulunan tahmin edicilere de GEKK tahmin edicileri denir, DESTE (doğrusal en iyi sapmasız tahmin edici=BLUE, Best Linear Unbiased Estimator) olan tahmin ediciler de bunlardır [62]. GEKK yönteminin nasıl uygulandığı daha önce Bölüm 4.9’da kısaca özetlendiği için şimdi bu yöntemin uygulamasına geçilmiştir.

5.7. Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelleri: Genelleştirilmiş En Küçük Kareler (GEKK) Yöntemi - White Düzeltmesi

5.7.1. Zirve Saat Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelleri

Bu bölümde, zirve saat kent içi trafik akım hızı ve özel otomobil hızı verileri ile genelleştirilmiş en küçük kareler yönteminin bir uygulaması olan White düzeltmesi kullanılarak, zirve saat kent içi trafik akım hızları ve özel otomobil hızları modellenecektir.

5.7.1.1. Zirve Saat Kent İçi Özel Otomobil Hızı Modeli

A-) Güzergah ve Bölge Olarak Sınıflandırılmış GEKK Modelleri

1. ve 2. Bölgede GEKK Uygulaması; Bu bölümde kurulan kent içi özel otomobil hızı modelleri, yine güzergah-bölge ve yol bağı-yol tipi olarak sınıflandırılmış ve genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemi kullanılarak modellenmiştir.

1. ve 2. Bölge olarak tanımlanan bölgede oluşturulan kent içi özel otomobil hızı modeli için toplam 44 güzergah kullanılmıştır. Bu güzergahlardaki gözlem değerleri daha önce verilmişti. Tablo 5.33'de ise aynı gözlem değerlerinin GEKK yöntemi ile genelleştirilmiş hali, yani, gözlem değerlerinin hepsinin SEKK yöntemiyle oluşturulan regresyonun standart hatalarının mutlak değerine bölünmesiyle elde edilen yeni regresyon değerleri gösterilmiştir. Tablo 5.33'deki analiz sonuçlarına bakıldığında, çok yüksek bir R^2 değeri (0,99) ve çok çok iyi F anlamlılık testi sonucu elde edilmiştir. Ancak bağımsız değişkenlerden Hacim/kapasite ve bisikletin t-testi sonuçları anlamsızdır. Bu bağımsız değişkenleri regresyondan çıkarılarak, regresyon işlemi tekrar edilmelidir. Ancak, bu değişkenler çıkarıldığında, elde edilecek model trafik mühendisliği bakımından anlamsız olacaktır. Bu sebeple, 1. ve 2. Bölge için elde edilen model başarısızdır. Güzergah sınıflandırmasında 1. ve 2. Bölge için geçerli bir model geliştirilememiştir.

3. Bölgede GEKK Uygulaması; 3. Bölge olarak tanımlanan bölgede oluşturulan kent içi özel otomobil hızı modeli için toplam 36 güzergah kullanılmıştır. Bu güzergahlardaki gözlem değerleri daha önce verilmişti. Burada ise aynı gözlem değerlerinin GEKK yöntemi ile genelleştirilmiş hali, yani, gözlem değerlerinin hepsinin SEKK yöntemiyle oluşturulan regresyonun standart hatalarına bölünmesiyle

elde edilen yeni veriler gösterilmiştir. (Tablo 5.33.) Tablo 5.33'deki analiz sonuçlarına bakıldığında, çok yüksek bir R^2 değeri (0,99) ve çok çok iyi F anlamlılık testi sonucu elde edilmiştir. Ancak bağımsız değişkenlerden Hacim/kapasite ve bisikletin t-testi sonuçları anlamsızdır. Bu bağımsız değişkenleri regresyondan çıkarılarak, regresyon işlemi tekrar edilmelidir. Ancak, bu değişkenler çıkarıldığında, elde edilecek model trafik mühendisliği bakımından anlamsız olacaktır. Bu sebeple, 3. Bölge için elde edilen model başarısızdır. Güzergah sınıflandırmasında 3.Bölge için geçerli bir model geliştirilememiştir.

Tüm Bölgelerde GEKK Uygulaması; 1.,2. ve 3. Bölgelerin toplamında oluşturulan kent içi özel otomobil hızı modeli için toplam 80 güzergah kullanılmıştır. Burada ise aynı gözlem değerlerinin GEKK yöntemi ile genelleştirilmiş hali, yani, gözlem değerlerinin hepsinin SEKK yöntemiyle oluşturulan regresyonun standart hatalarına bölünmesiyle elde edilen yeni verilerle oluşturulan regresyon analizi incelenmiştir. (Tablo 5.33) Tablo 5.33'deki analiz sonuçlarına bakıldığında, çok yüksek bir R^2 değeri (0,99) ve çok çok iyi F anlamlılık testi sonucu elde edilmiş ve bağımsız değişkenlerin hepsinin t-testi sonuçları anlamlıdır. Bölgeleme sınıflandırması ile elde edilen tüm diğer regresyon sonuçları geçerli değilken, tüm bölge yani tüm güzergahlar için kurulan model hem istatistiksel olarak hem de trafik mühendisliği açısından anlamlıdır.

TAH=54,26-9,03(Hacim/kapasite)-0,01Bisiklet-1,95Tyi-5,77KS/km

B-) Yol bağı ve Yol Tipi Olarak Sınıflandırılmış GEKK Modelleri

Yol bağı ve yol tipi olarak yapılan sınıflandırma ile oluşturulan kent içi özel otomobil hızı modellerinde daha önce yapıldığı gibi kavşak sayısı (KS/km) değişkeni kullanılmamıştır. Çünkü bu sınıflandırma sırasında, kent içi trafik akım hızları güzergah olarak değil sadece yol bağı olarak, yani herhangi iki önemli kavşak arasındaki hız olarak hesaplanmıştır. Bu bölümde, yol bağı ve yol tipi olarak sınıflandırılan gözlem verilerine GEKK yöntemi uygulanacaktır.

Tablo 5.33. Zirve saat kent içi özel otomobil hızı için güzergah ve bölge olarak sınıflandırılmış GEKK modelleri regresyon analizi sonuçları.

Bölge	R ²	Gözlem Sayısı	F-testi Sonucu	t-testi Değerleri	Standart Hata	Model
1.ve2.Bölge	0,99	44	267659,2	85.95, -0.73, 0.21 -75.54, -16.2	1,03	Geliştirilemedi.
3. Bölge	0,99	36	3144,43	31.39, -0.01, 0.07, -2.82, -8.09	1,05	Geliştirilemedi.
Tüm Bölge	0,99	80	9477,11	111.36, -4.07, -1.82, -9.82, -35.89	1,02	TAH=54,26-9,03q/c-0,01Bis.-1,95Tyi-5,77KS/km

Tablo 5.34. Zirve saat kent içi özel otomobil hızı için yol bağı ve yol tipi olarak sınıflandırılmış GEKK modelleri regresyon analizi sonuçları.

Yol tipi	R ²	Gözlem Sayısı	F-testi Sonucu	t-testi Değerleri	Standart Hata	Model
Bölünmemiş	0,99	67	18003,64	96.09, -10.31, 7.08, 5.38, -9.79	0,98	TAH=46,64-49,16q/c+0,13Bis.+3,48Pi-6,75Yi
Bölünmüş	0,99	161	174697,7	194.41, -14.48, -23.28, -72.32	0,99	TAH=51,53-14,18q/c-0,03Bis.-4,94Tyi
Tüm Yollar	0,99	235	638614,5	242.84, -15.88, -5.25, -83.06	1,00	TAH=48,63-10,01q/c-0,007Bis.-4,83Tyi

Bölünmemiş Yollar; Kent içi özel otomobil hızı modeli için yapılan yol bağı ve yol tipi sınıflandırmasına göre bölünmemiş yollar gruplamasında kullanılan 67 adet gözlem verisi ve 4 bağımsız değişkenle GEKK yöntemi kullanılarak elde edilen regresyon denkleminin analizi Tablo 5.34’de verilmiştir. Tablo 5.34’deki değerler incelendiğinde, çok yüksek bir $R^2(0,99)$ elde edilmiş ve çok iyi bir F testi sonucu ortaya çıkmıştır. Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde de değişkenlerin tümü istatistiksel açıdan anlamlıdır. Ancak bisiklet sayısı ve park indeksi katsayılarının pozitif çıkması trafik mühendisliği açısından anlamlı değildir. Bu sonucun yorumu değerlendirme kısmında yapılacaktır.

$$TAH=46,64-49,16q/c+0,13B+3,48P_i-6,75Y_i$$

Bölünmüş Yollarda GEKK Uygulaması; Kent içi özel otomobil hızı modeli için yapılan yol bağı ve yol tipi olarak sınıflandırmaya göre bölünmüş yollar gruplamasında kullanılan 161 adet gözlem verisi burada da genelleştirilerek kullanılmıştır. Bu verilerle yapılan GEKK yöntemiyle regresyon analizi sonuçları da Tablo 5.34’de verilmiştir. Bu analiz sonuçlarına göre, çok yüksek bir $R^2(0,99)$ elde edilmiş ve çok iyi bir F testi sonucu ortaya çıkmıştır. Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde de değişkenlerin tümünün istatistiksel ve trafik mühendisliği açısından anlamlı oldukları görülmüştür.

$$TAH=51,53-14,18q/c-0,03B-4,94T_yi$$

Tüm Yollarda GEKK Yöntemi Uygulaması; Bu sınıflandırmada kent içi özel otomobil hızı modellemesi için yapılan tüm gözlemler genelleştirilerek aynı anda regresyona tabi tutulmuştur. Genelleştirilmiş gözlem verileri ile GEKK yöntemine göre yapılan regresyon analizi sonuçları Tablo 5.34’de verilmiştir. Bu analiz sonuçlarına göre, çok yüksek bir $R^2(0,99)$ elde edilmiş ve çok iyi bir F testi sonucu ortaya çıkmıştır. Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde de yine değişkenlerin tümünün istatistiksel ve trafik mühendisliği açısından anlamlı oldukları görülmüştür.

$$TAH=48,63-10,01q/c-0,007B-4,83T_yi$$

5.7.1.2. Zirve Saat Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelleri

Zirve saat kent içi trafik akım hızı verilerine de zirve saat özel otomobil hızı verilerine olduğu gibi genelleştirilmiş en küçük kareler(GEKK) yönteminin bir uygulaması olan White düzeltmesi yöntemi uygulanarak, DESTE tahmin ediciler modellenecektir.

A-) Zirve Saat Kent İçi Karma Trafik Akım Hızı Modeli;

Bisiklet ve Ticari Taşıt Hacim Oranları Bağımsız Değişken Olarak GEKK Modeli

Bölüm 5.4.1.2’de tanımlanan bu modelde, zirve saat kent içi trafik akım hızı modeli; bisiklet ve ticari taşıt hacim oranları bağımsız değişken olarak kabul edilip GEKK modeli kurulacaktır.

Bölünmemiş Yollar İçin; Yapılan yol bağı ve yol tipi olarak sınıflandırmaya göre bölünmemiş yollar gruplandırmasında GEKK modeli için 68 adet gözlem verisi ve 5 bağımsız değişken kullanılmıştır. Regresyon analizinin sonuçları Tablo 5.35’de gösterilmiştir. Tablo 5.35’deki değerler incelendiğinde, çok çok iyi bir $R^2(0,99)$ ve F değeri elde edilmiştir. Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde de tüm bağımsız değişkenlerin t-testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülür. Bu sebeple, GEKK yöntemi ile elde edilen tahmin edici

$$\text{Trafik Akım Hızı} = 36,35 + 6,99 * q/c - 0,07 * B + 0,04 * \text{Ticari} - 4,98 * Y_i + 1,06 * P_i$$

olarak belirlenmiştir. Ancak, bu denklem istatistik açıdan doğru olsa da trafik mühendisliği açısından anlamsızdır çünkü denkleme göre hacim/kapasite oranı trafik akım hızı ile doğru orantılıdır. Bu sonucun değerlendirmesi sonuçlar bölümünde yapılacaktır.

Bölünmüş Yollar İçin; Zirve saat trafik akım hızının buradaki GEKK uygulamasında, veriler yol bağı ve yol tipi olarak sınıflandırılmış ve 134 adet gözlem verisi ile 4 bağımsız değişken kullanılmıştır. Regresyon analizinin sonuçları Tablo 5.35’de verilmiştir.

Tablo 5.35’deki değerler incelendiğinde, çok çok iyi bir $R^2(0,99)$ ve F değeri elde edilmiştir. Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde de tüm bağımsız değişkenlerin t-testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülür. Bu sebeple, GEKK yöntemi ile elde edilen tahmin edici

$$\text{Trafik Akım Hızı} = 40,26 - 16,4 * q/c - 0,05 * B + 0,01 * \text{Ticari} - 1,83 * T_y$$

olarak belirlenmiştir. Bu denklem hem istatistik açıdan anlamlı olsa da, ticari taşıt sayısı değişkeninin pozitif katsayıya sahip olması trafik mühendisliği açısından anlamlı değildir. Bu sonucun değerlendirmesi sonuçlar bölümünde yapılacaktır.

Tüm Yollar İçin; Bu modelde de, yol bağı ve yol tipi olarak sınıflandırmaya göre tüm yollar gruplandırmasında 209 adet gözlem verisi ve 4 bağımsız değişken kullanılmıştır.

Tablo 5.35. Zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli; bisiklet ve ticari taşıt hacim oranları bağımsız değişken olarak geliştirilen GEKK yöntemi regresyon analizi sonuçları.

Yol tipi	R ²	Gözlem Sayısı	F-testi Sonucu	t-testi Değerleri	Standart Hata	Model
Bölünmemiş	0,99	68	5943,86	100.07, 2.29, 9.17, 16.04, -14.12, 3.33	0,99	TAH=36,35+6,99q/c-0,07Bis.+0,04Tic.-4,98Yi+1,06Pi
Bölünmüş	0,99	134	46463,66	117.6, -7.58, -11.59, 6.20, -14.12	1,01	TAH=40,26-16,4q/c-0,05Bis.+0,01Tic.-1,83Tyi
Tüm Yollar	0,99	209	2073865	280.89, -3.62, -28.06, 7.52, -28.97	0,99	TAH=38,85-5,14q/c-0,05Bis.+0,01Tic.-2,24Tyi

Tablo 5.36. Zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli; bisiklet hızı=15km/s ve ticari taşıt hızı=40km/s olarak geliştirilen GEKK yöntemi regresyon analizi sonuçları.

Yol tipi	R ²	Gözlem Sayısı	F-testi Sonucu	t-testi Değerleri	Standart Hata	Model
Bölünmemiş	0,99	68	13768,5	127.88, -2.09, -3.22, -1.08	1,01	TAH=36,95-7,51q/c-2,52Yi-0,84Pi
Bölünmüş	0,99	134	113106	143.18, 5.01, 47.30	0,99	TAH=41,16-4,63q/c-2,72Tyi
Tüm Yollar	0,99	209	4154827	392.02, -2.70, -27.54	1,00	TAH=39,19-1,004q/c-2,65Tyi

Regresyon analizinin sonuçları Tablo 5.35’de gösterilmiştir. Tablo 5.35’deki değerler incelendiğinde, çok çok iyi bir $R^2(0,99)$ ve tam anlamlı bir F değeri elde edilmiştir. Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde de tüm bağımsız değişkenlerin t-testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülür. Bu sebeple, GEKK yöntemi ile elde edilen tahmin edici

$$\text{Trafik Akım Hızı} = 38,85 - 5,14 * q/c - 0,05 * B + 0,01 * \text{Ticari} - 2,24 * T_{yi}$$

olarak belirlenmiştir. Bu denklem istatistik açıdan anlamlıdır. Ancak ticari taşıt sayısı değişkeninin pozitif katsayıya sahip olması trafik mühendisliği açısından anlamlı değildir.

B-) Zirve Saat Kent İçi Karma Trafik Akım Hızı Modeli;

$$\text{Bisiklet Hızı} = 15 \text{ km/sa. ve Ticari Taşıt Hızı} = 40 \text{ km/sa.}$$

Bölünmemiş Yollar İçin; Yapılan yol bağı ve yol tipi olarak sınıflandırmaya göre bölünmemiş yollar gruplandırmasında 68 adet gözlem verisi ve 3 bağımsız değişken kullanılmıştır. Regresyon analizinin sonuçları Tablo 5.36’da gösterilmiştir. Tablo 5.36’daki değerler incelendiğinde, çok çok iyi bir $R^2(0,99)$ ve F değeri elde edilmiştir. Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde de yaya indeksi haricindeki tüm bağımsız değişkenlerin t-testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülür. Burada aslında yaya indeksinin de t-testi trafik mühendisliği açısından anlamlı kabul edilebilir. Çünkü yaya indeksinin P değeri % 15 olmakta, yani yaya indeksi % 15 hatalı tahmin edilebilmektedir. Bu sebeple, GEKK yöntemi ile elde edilen tahmin edici

$$\text{Trafik Akım Hızı} = 36,95 - 7,51 * q/c - 2,52 * Y_i - 0,84 * P_i$$

olarak belirlenmiştir. Bu denklem hem istatistik açıdan hem de trafik mühendisliği açısından anlamlıdır.

Bölünmüş Yollar İçin; Bu modelde de, yapılan yol bağı ve yol tipi olarak sınıflandırmaya göre bölünmüş yollar gruplandırmasında 134 adet gözlem verisi ve 2 bağımsız değişken kullanılmıştır. Regresyon analizinin sonuçları Tablo 5.36’da gösterilmiştir. Tablo 5.36’daki değerler incelendiğinde, çok çok iyi bir $R^2(0,99)$ ve F değeri elde edilmiştir. Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde tüm bağımsız değişkenlerin t-testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülür. Bu sebeple, GEKK yöntemi ile elde edilen tahmin edici

$$\text{Trafik Akım Hızı} = 41,16 - 4,63 * q/c - 2,72 * T_{yi}$$

olarak belirlenmiştir. Bu denklem hem istatistik açıdan hem de trafik mühendisliği açısından anlamlıdır.

Tüm Yollar İçin; Bu modelde de, yapılan yol bağı ve yol tipi olarak sınıflandırmaya göre tüm yollar gruplandırmasında 209 adet gözlem verisi ve 2 bağımsız değişken kullanılmıştır. Regresyon analizinin sonuçları Tablo 5.36'da gösterilmiştir. Tablo 5.36'daki değerler incelendiğinde, çok çok iyi bir $R^2(0,99)$ ve tam anlamlılığı ifade eden bir F değeri elde edilmiştir. Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde tüm bağımsız değişkenlerin t-testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülür. Bu sebeple, GEKK yöntemi ile elde edilen tahmin edici

$$\text{Trafik Akım Hızı} = 39,19 - 1,004 * q/c - 2,65 * Ty_i$$

olarak belirlenmiştir. Bu denklem hem istatistik açıdan hem de trafik mühendisliği açısından anlamlıdır.

C-) Zirve Saat Kent İçi Karma trafik Akım Hızı Modeli;

$$\text{Bisiklet Hızı} = 15 \text{ km/sa. ve Ticari Taşıt Hızı} = \text{Özel Otomobil Hızı}$$

Bölünmemiş Yollar İçin; Yapılan yol bağı ve yol tipi olarak sınıflandırmaya göre bölünmemiş yollar gruplandırmasında 68 adet gözlem verisi ve 3 bağımsız değişken kullanılmıştır. Regresyon analizinin sonuçları Tablo 5.37'de gösterilmiştir. Tablo 5.37'deki değerler incelendiğinde, çok çok iyi bir $R^2(0,99)$ ve F değeri elde edilmiştir. Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde tüm bağımsız değişkenlerin t-testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülür.

Bu sebeple, GEKK yöntemi ile elde edilen tahmin edici aşağıdaki gibidir.

$$\text{Trafik Akım Hızı} = 38,14 + 15,47 * q/c - 8,41 * Yi + 3,14 * Pi$$

Ancak, bu denklem istatistik açıdan doğru olsa da trafik mühendisliği açısından anlamsızdır çünkü denkleme göre hacim/kapasite oranı trafik akım hızı ile doğru orantılıdır. Bu sonucun değerlendirmesi sonuçlar bölümünde yapılacaktır.

Bölünmüş Yollar İçin; Bu modelde de, yapılan yol bağı ve yol tipi olarak sınıflandırmaya göre bölünmüş yollar gruplandırmasında 134 adet gözlem verisi ve 2 bağımsız değişken kullanılmıştır. Regresyon analizinin sonuçları Tablo 5.37'de gösterilmiştir. Tablo 5.37'deki değerler incelendiğinde, çok çok iyi bir $R^2(0,99)$ ve F değeri elde edilmiştir. Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde tüm bağımsız değişkenlerin t-testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülür. Bu sebeple, GEKK yöntemi ile elde edilen tahmin edici

$$\text{Trafik Akım Hızı} = 45,99 - 12,09 * q/c - 4,61 * Ty_i$$

olarak belirlenmiştir. Bu denklem hem istatistik açıdan hem de trafik mühendisliği açısından anlamlıdır.

Tüm Yollar İçin; Bu modelde de, yapılan yol bağı ve yol tipi olarak sınıflandırmaya göre tüm yollar gruplandırmasında 209 adet gözlem verisi ve 2 bağımsız değişken kullanılmıştır. Regresyon analizinin sonuçları Tablo 5.37’de gösterilmiştir. Tablo 5.37’deki değerler incelendiğinde, çok çok iyi bir $R^2(0,99)$ ve tam anlamlılığı ifade eden bir F değeri elde edilmiştir. Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde tüm bağımsız değişkenlerin t-testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülür. Bu sebeple, GEKK yöntemi ile elde edilen tahmin edici

Trafik Akım Hızı = $42,73 - 6,49 * q/c - 4,23 * Tyi$

olarak belirlenmiştir. Bu denklem hem istatistik açıdan hem de trafik mühendisliği açısından anlamlıdır.

5.7.2. Tüm Gün Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelleri

Tüm gün kent içi trafik akım hızı model verilerinde de zirve saat trafik akım hızı modellerinde olduğu gibi genelleştirilmiş en küçük kareler yönteminin bir uygulaması olan White düzeltmesi kullanılarak, DESTE tahmin ediciler hesaplanacaktır.

A-) Tüm Gün Kent İçi Karma Trafik Akım Hızı Modeli;

Bisiklet Hızı=15km/sa. ve Ticari Taşıt Hızı=40km/sa.

Bu modelde de, tüm yollar sınıflandırması yapılmış ve 2 bağımsız değişken kullanılmıştır. Regresyon analizinin sonuçları Tablo 5.38’de gösterilmiştir. Tablo 5.38’deki değerler incelendiğinde, çok çok iyi bir $R^2(0,99)$ ve F değeri elde edilmiştir. Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde genel q/c değişkeninin haricindeki tüm bağımsız değişkenlerin t-testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülür. Burada aslında q/c değişkeninin de t-testi trafik mühendisliği açısından anlamlı kabul edilebilir. Çünkü q/c değişkeninin P değeri %19 olmakta, yani yaya indeksi %19 hatalı tahmin edilebilmektedir. Bu sebeple, GEKK yöntemi ile elde edilen tahmin edici

Trafik Akım Hızı = $51,74 - 23,73 * q/c - 5,64 * Tyi$

olarak belirlenmiştir. Bu denklem hem istatistik açıdan hem de trafik mühendisliği açısından anlamlıdır.

Tablo 5.37. Zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli; bisiklet hızı=15km/s ve ticari taşıt hızı=özel otomobil hızı, olarak geliştirilen GEKK yöntemi regresyon analizi sonuçları.

Yol tipi	R ²	Gözlem Sayısı	F-testi Sonucu	t-testi Değerleri	Standart Hata	Model
Bölünmemiş	0,99	68	6029,59	64.06, 6.19, -16.03, 5.94	0,97	TAH=38,14+15,47q/c-8,41Yi+3,14Pi
Bölünmüş	0,99	134	8902,52	75.03, -5.58, -19.83	1,01	TAH=45,99-12,09q/c-4,61Yi
Tüm Yollar	0,99	209	200063,3	258.09, -9.24, -52.17	1,00	TAH=42,73-6,5q/c-4,23Yi

Tablo 5.38. Tüm gün kent içi karma trafik akım hızı modelleri için geliştirilen GEKK yöntemi regresyon analizi sonuçları.

Tüm Gün Modelleri	R ²	Gözlem Sayısı	F-testi	t-testi değerleri	Standart Hata	Model
Bisiklet hızı=15km/s	0,99	12	555,34	10.15, -1.41, -5.2	0,96	TAH=51,74-23,73q/c-5,64Yi
Ticaritaşıthızı=40km/s						
Özel otomobil hızı	0,95	12	68,04	10.71, -3.11, -5.38	0,81	TAH=70,32-73,55q/c-6,93Yi
Bisiklet sayısı bağımsız değişken olarak	0,99	12	33397,05	16.14, -12.88, -2.43, -10.41	0,87	TAH=66,29-61,05q/c—0,3Bis.-7,25Yi

B-) Tüm Gün Kent İçi zel Otomobil Hızı Modeli

Bu modelde de, tüm gün kent içi trafik akım hızı modelinde olduğu gibi, tüm yollar sınıflandırması yapılmış ve 2 bağımsız değişken kullanılmıştır. Regresyon analizinin sonuçları Tablo 5.38’de gösterilmiştir. Tablo 5.38’deki değerler incelendiğinde, çok çok iyi bir $R^2(0,99)$ ve F değeri elde edilmiştir. Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde tüm bağımsız değişkenlerin t-testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülür. Bu sebeple, GEKK yöntemi ile elde edilen tahmin edici

$$\text{Trafik Akım Hızı} = 70,32 - 73,55 \cdot q/c - 6,93 \cdot T_{yi}$$

olarak belirlenmiştir. Bu denklem istatistik açıdan anlamlıdır. Ancak model bazı durumlarda negatif hız değerleri vermektedir. Bu durum trafik mühendisliği açısından anlamlı değildir.

C-) Tüm Gün Kent İçi Karma Trafik Akım Hızı Modeli;

Bisiklet Sayısı Bağımsız Değişken Olarak

Bu modelde de, tüm gün kent içi trafik akım hızı modelinde olduğu gibi, tüm yollar sınıflandırması yapılmış ve 3 bağımsız değişken kullanılmıştır. Regresyon analizinin sonuçları Tablo 5.38’de gösterilmiştir. Tablo 5.38’deki değerler incelendiğinde, çok çok iyi bir $R^2(0,99)$ ve F değeri elde edilmiştir. Katsayıların t-testi değerleri incelendiğinde tüm bağımsız değişkenlerin t-testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülür. Bu sebeple, GEKK yöntemi ile elde edilen tahmin edici

$$\text{Trafik Akım Hızı} = 66,29 - 61,03 \cdot q/c - 0,30 \cdot B - 7,25 \cdot T_{yi}$$

olarak belirlenmiştir. Bu denklem hem istatistik açıdan hem de trafik mühendisliği açısından anlamlıdır.

6. DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, karma trafik ortamında, akım hızlarının nasıl etkilendiği araştırılmıştır. Araştırma verileri olarak, “Konya Kent İçi ve Yakın Çevre Ulaşım Master Planı Çalışması”nda, elde edilen veriler kullanılmıştır. Karma trafik akımını oluşturan, motorlu ve motorsuz araçların, kent içi yollarda, trafik akım hızına etkisi incelenmiş ve bu etki matematiksel modeller olarak ifade edilmiştir. Çalışma alanı, Konya Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde kalan kısımdır. Konya yakın çevre ve yerleşmeleri bu çalışmanın alanı dışında bırakılmıştır.

Karma trafik akımının özelliklerini analiz edebilmek için, 60 sayım noktasında yapılan zirve saat trafik sayımları ve 15 sayım noktasında yapılan 13 saatlik trafik sayımları kullanılmıştır.

Mevcut hızların analizi için ise, 44 güzergahta yapılan özel otomobil, 30 güzergahta yapılan otobüs ve 15 güzergahta yapılan minibüs hız etüdü sonuçları kullanılmıştır. Hız etüdü güzergahları belirlenirken Konya’daki ana yollar ve bir kısım ikinci derece yollar seçilmiştir.

Kent içi trafik akım hızları modellenirken iki tür sınıflandırma yapılmıştır. Bu sınıflandırmalar; güzergah-bölge sınıflandırması ve yol bağı-yol tipi sınıflandırması olarak adlandırılmıştır. Modelde kullanılacak bağımsız değişkenler tanımlanırken, eldeki verilerin tümü kullanılmıştır. Bu değişkenler hız ölçümü yapılan güzergah veya yol bağındaki, trafik hacminin o yolun kapasitesine oranı (q/c), ölçüm yapılan yol üstündeki BO eşdeğer bisiklet sayısı (B), ölçüm yapılan yol üstündeki BO eşdeğer ticari taşıt sayısı ($Tic.$), yol üstünde bulunan park ve yaya yoğunluğunu ifade eden ticari yoğunluk indeksi (Tyi) ve kilometreye düşen sinyalli veya sinyalsiz önemli kavşak sayısıdır (KS/km). Bağımlı değişken olarak da Konya’da yapılan hız ve gecikme etütlerinde ölçülen ağırlıklı ortalama kent içi trafik akım hızları alınmıştır. Trafik hacmi içindeki, özel otomobil, otobüs ve minibüs türleri için ayrı ayrı hız etüdü bilgileri mevcut olmasına rağmen bisiklet ve ticari taşıt türleri için herhangi bir hız etüdü bilgisi bulunmamaktadır. Bu sebeple, kent içi trafik akım

hızlarının ağırlıklı ortalamaları hesaplanırken çeşitli varsayımlar göz önünde bulundurulmuştur. Bunlar; ticari taşıt hızı özel otomobil hızına eşit veya ticari taşıt hızı 40km/sa. ve bisiklet hızı da 15km/sa. varsayımlarıdır.

Bağıntıların elde edilmesi sıradan en küçük kareler yöntemi ile yapılmıştır. Ancak bu yöntemde çoklu doğrusallık ve değişen varyans problemleri ortaya çıkmıştır. Yol üstündeki park ve yaya yoğunluğu indeksleri arasında ortaya çıkan çoklu doğrusallık probleminin düzeltilmesi için değişkenlerden birini regresyondan dışlama yöntemi kullanılmıştır. Kesit verilerinde oluşması hemen her zaman beklenen değişen varyans problemi için ise genelleştirilmiş en küçük kareler yönteminin bir uygulaması olan White düzeltmesi yöntemi kullanılmıştır. Genelleştirilmiş en küçük karelerin White düzeltmesi yöntemi ile elde edilen kent içi trafik akım hızı modelleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır (Şekil 6.1):

1- Zirve Saat Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelleri

A- Zirve Saat Kent İçi Özel Otomobil Hızı Modelleri

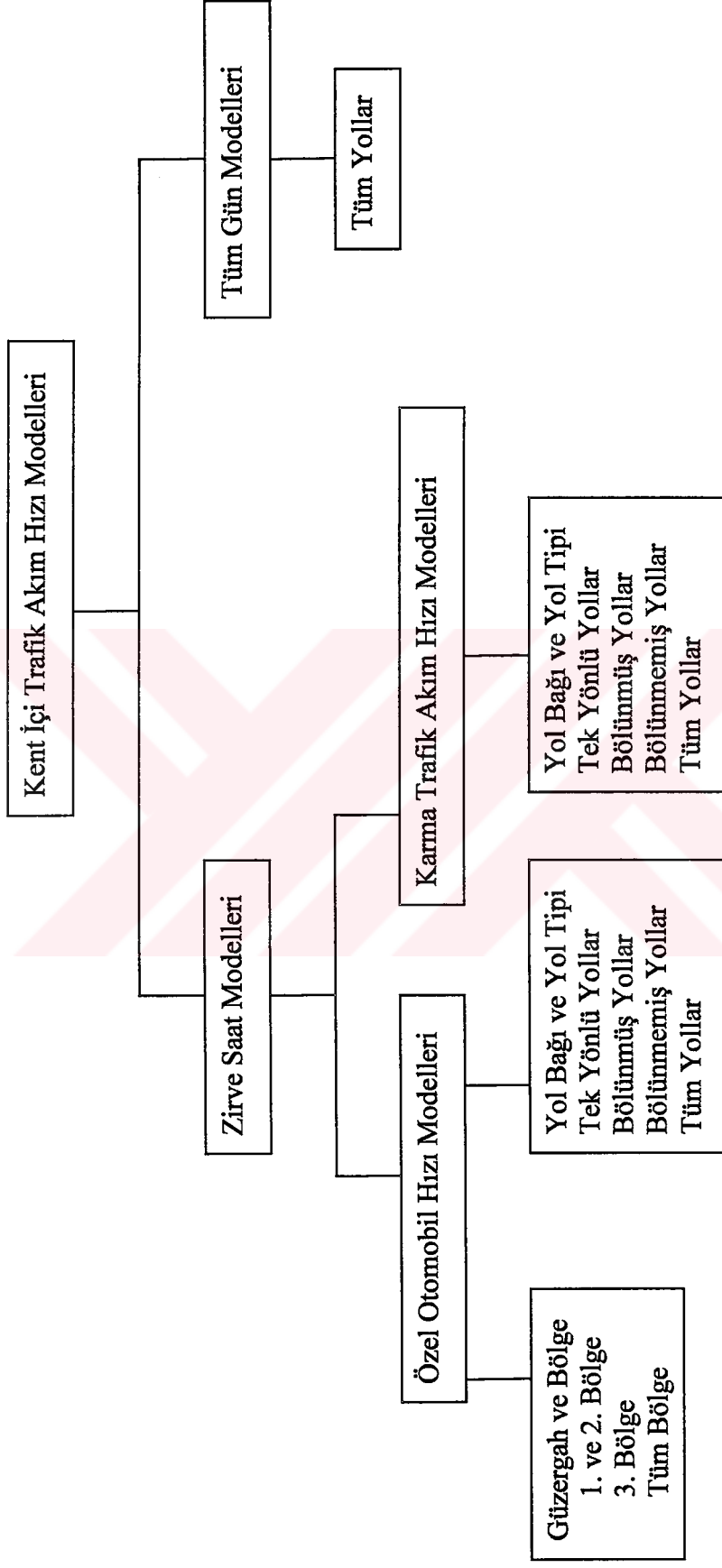
- i- güzergah olarak (1.+2. Bölge, 3. Bölge ve Tüm Bölge)
- ii- yol bağı olarak (bölünmemiş, bölünmüş ve tüm yollar)

B- Zirve Saat Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelleri

- i- bisiklet ve ticari taşıt oranı farklı birer değişken olarak, (bölünmemiş, bölünmüş ve tüm yollar)
- ii- ticari taşıt hızı=40km/sa. ve bisiklet hızı=15km/sa. olarak, (bölünmemiş, bölünmüş ve tüm yollar)
- iii- ticari taşıt hızı=özel otomobil hızı ve bisiklet hızı=15km/sa. olarak, (bölünmemiş, bölünmüş ve tüm yollar)

2- Tüm Gün Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelleri

- A- ticari taşıt hızı=40km/sa. ve bisiklet hızı=15km/sa. olarak, (tüm yollar)
- B- tüm gün özel otomobil hızı modeli (tüm yollar)
- C- bisiklet sayısı farklı bir değişken olarak, (tüm yollar)



Şekil 6.1 Geliştirilen Modellerin Sınıflandırması.

6.1. Zirve Saat Özel Otomobil Hızı Modelleri

Yukarıdaki sınıflandırma göz önüne alınarak zirve saat özel otomobil hızı modelleri için elde edilen bağıntılar Tablo 6.1 ve 6.2’de özetlenerek verilmiştir. Bu tablolardaki bağıntılar dikkatlice incelendiğinde, katsayılar arasında pek önemli farklar olmadığı anlaşılabacaktır. Örneğin; Tablo 6.1’deki tüm bölgeler için oluşturulan SEKK yöntemi ile elde edilen bağıntının sabit terimi 54,16 iken GEKK yöntemi ile elde edilen bağıntının sabit terimi 54,26’dır. SEKK yöntemini başarısız bularak GEKK yöntemine geçmemizin sebebi, SEKK yöntemini kullanarak oluşturduğumuz bağıntıdan elde ettiğimiz istatistik analiz sonuçlarının geçerli olmamasıdır. İstatistik analiz sonuçlarının geçerli olmaması sonucu, bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişken üzerinde etkisiz olduğunu göstermemektedir. Ancak, eğer değişen varyans problemi teşhis edilmeyerek sadece SEKK yöntemi ile karar verilmeye çalışılsa idi, t-testi sonuçları geçerli olmayan bağımsız değişkenlerin regresyon denkleminde çıkarılması gerekirdi. Yani t-testi sonuçları geçerli olmayan bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkeni etkilemediği sonucuna varılırdı. Bu sebeple, yöntem değiştirilmiş ve genelleştirilmiş en küçük karelerin bir uygulaması olan White düzeltmesi uygulanmıştır. White düzeltmesi uygulandığı halde, bölge ve güzergah sınıflandırması yapılarak elde edilen bağıntılardan 1., 2. ve 3. Bölge için ayrı ayrı elde edilen bağıntılarda, hacim/kapasite oranı ve bisiklet sayısı değişkenlerinin t-testi sonuçları yine de istatistik olarak geçersiz olmuştur. Bu durumda, adı geçen bağımsız değişkenlerin regresyondan çıkarılmaları gerekmektedir. Ancak, bu değişkenlerin regresyondan çıkarılarak elde edilecek bir kent içi trafik akım hızı denklemi, o yol üzerindeki trafik hacminden etkilenmiyor sonucunu verecektir. Bu sonuç da trafik mühendisliği açısından anlamsızdır. Bu sebeple, SEKK veya GEKK yöntemi kullanılarak, güzergah ve bölge sınıflandırmasında bölgeleri ayrı ayrı ifade edebilecek, bölgeye özel ve trafik mühendisliği açısından geçerli modeller elde edilememiştir. Sadece tüm bölgeler için istatistik ve trafik mühendisliği açısından geçerli bir bağıntı elde edilmiştir.

Tablo 6.1’de, tüm bölgeler için geçerli olan modelde sabit terim serbest akım hızını göstermektedir. 54,26 km/sa serbest hız, kent içi için kabul edilebilir bir seviyedir. Diğer değişkenlerden, bisiklet sayısının çok küçük de olsa pozitif bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 6.1. Güzergah ve bölge sınıflandırmasına göre özel otomobil için elde edilen bağıntılar ve istatistiksel analiz sonuçları.

Bölge	Model Yöntemi	Kurulan Bağntı	R ²	Anlamlılık F	t-testi geçerli değişken sayısı
1.ve2.Bölge	SEKK	TAH=51,22-0,47q/c+0,007B-6,83Tyi-1,07KS/km	0,36	0,001	2
	GEKK	Geçerli bir model geliştirilemedi	-	-	-
3.Bölge	SEKK	TAH=61,27+4,27q/c-0,009B-1,82Tyi-10,24KS/km	0,52	9,38 E-05	2
	GEKK	Geçerli bir model geliştirilemedi	-	-	-
Tüm Bölge	SEKK	TAH=54,16-9,49q/c+0,008B-2,06Tyi-5,63KS/km	0,39	8,5E-08	3
	GEKK	TAH=54,26-9,03q/c+0,01B-1,95Tyi-5,77KS/km	0,99	2,4 E-102	Tümü

Not: q/c:Hacim(BO)/kapasite oranı

B:Bisiklet sayısı(BO)

Tyi: Yolda bulunan park ve yaya yoğunluğunu ifade eden ticari yoğunluk indeksi .

KS/km:Kilometreye düşen sinyalli veya sinyalsiz önemli kavşak sayısı.

Tablo 6.2'ye bakıldığında, bölünmemiş yollar için oluşturulan modelde ticari yoğunluk indeksi yerine, park ve yaya yoğunluğu indeksleri ayrı ayrı bağımsız değişkenler olarak alınmıştır. Bölünmemiş yollar için kurulan modelde yaya ve park yoğunluğu indekslerinin ayrı ayrı bağımsız değişkenler olarak alınmasının sebebi, diğer tüm sınıflandırmalarda karşımıza çıkan çoklu doğrusallık probleminin bu sınıflandırma türünde ortaya çıkmamasıdır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, park indeksinin ve bisiklet sayısı değişkenlerinin katsayılarının yine pozitif olduğu görülmüştür. Arazide yapılan gözlemler sırasında, Konya'da, yol boyu parkların bulunduğu bölünmemiş yollarda, şerit sayısı azalmakta ve mevcut trafik hacmi genellikle geriye kalan tek şeridi kullanmaktadır. Bu sebeple, zaten düşük olan trafik hacimleri için tek şerit yeterli olmakta ayrıca, tek şerit kullanıldığı için gereksiz manevralardan ve sollamalardan kaçınılmaktadır. Yani trafik hacmi yüksek olan yollardaki şerit disiplinine yakın bir davranış biçimi ortaya çıkmaktadır. Aynı zamanda, yol kenarındaki parklanma çoğunlukla gün boyu yapıldığı için park etme manevra etkisi de kalmamaktadır. Bu sebeple, burada pozitif çıkan park indeksi

sadece Konya'ya özel olarak kabul edilebilir. Elde edilen tüm denklemler arasındaki en büyük q/c katsayısının bölünmemiş yollarda olduğu da bu varsayımı desteklemektedir. Çünkü, bölünmemiş yollardaki trafik hacmi, Konya için ölçülen hacimler arasında kapasiteye en yakın olan hacimlerdir. Bu sebeple de, kent içi trafik akım hızı üzerindeki etkisi beklenildiği gibi yüksek olmuştur.

Tablo 6.2. Yol bağı ve yol tipi sınıflandırmasına göre özel otomobil için elde edilen bağıntılar ve istatistiksel analiz sonuçları.

Yol Tipi	Model Yöntemi	Kurulan Bağntı	R ²	Anlamlılık F	t-testi geçerli değişken sayısı
Bölünmemiş Yollar	SEKK	TAH=47,49-39,91q/c+0,09B+2,75Pi-7,43Yi	0,27	0,0004	3
	GEKK	TAH=46,64-49,16q/c+0,13B+3,48Pi-6,75Yi	0,99	2,92E-95	tümütü
Bölünmüş Yollar	SEKK	TAH=51,28-14,09q/c-0,03B-4,93Tyi	0,16	4,36 E-06	2
	GEKK	TAH=51,53-14,18q/c-0,03B-4,94Tyi	0,99	1,2E-283	tümütü
Tüm Yollar	SEKK	TAH=48,61-9,98q/c-0,005B-4,87Tyi	0,14	9,89E-08	2
	GEKK	TAH=46,63-10,01q/c-0,007B-4,83Tyi-	0,99	0	tümütü

Not: q/c:Hacim(BO)/kapasite oranı
B:Bisiklet sayısı(BO)
Pi:Trafik akımı yönünde yolun sağ tarafındaki park yoğunluğu indeksi
Yi:Yolu dik kesen yaya yoğunluğu indeksi
Tyi:Yolda bulunan park ve yaya yoğunluğunu ifade eden ticari yoğunluk indeksi.

Ancak yine de matematik modele genel olarak bakıldığında, modelin bazı durumlarda negatif sonuçlar vereceği görüldüğü için, bölünmemiş yollar için oluşturulan model trafik mühendisliği açısından uygun görülmemiştir. Bölünmüş yollar ve tüm yollar için elde edilen bağıntılarda, trafik mühendisliği veya istatistik olarak herhangi bir anormallik görülmemektedir. Bu bağıntıların Konya kenti veya benzerleri için geçerli kabul edileceği unutulmamalıdır. Bu ölçekteki kentlerde, trafik hacimleri henüz kapasite sınırına yaklaşmamıştır.

6.2. Zirve Saat Karma Trafik Akım Hızı Modelleri

Zirve saat özel otomobil modellerinde olduğu gibi, zirve saat karma trafik akım hızı için elde edilen modeller de Tablo 6.3'de verilmiştir. Tablodaki modeller incelendiğinde, bölünmemiş yollar için elde edilen modellerin iki tanesinde q/c değişkeninin katsayısı pozitif olduğu görülür. Bu modeller istatistik olarak başarılı olmalarına rağmen, q/c katsayısının pozitif olması trafik mühendisliği açısından anlamsızdır. Bu sebeple, bölünmemiş yollarda zirve saat trafik hacmi için kurulan modellerden sadece ticari taşıt hızı=40km/sa. ve bisiklet hızı=15km/sa. varsayımlarının yapıldığı model kabul edilmiştir. Geriye kalan sınıflandırma şekillerinin tüm varsayımlarında modeller hem istatistik hem de trafik mühendisliği açısından anlamlıdır ve kabul edilmiştir.

6.3. Tüm Gün Kent İçi Trafik Akım Hızı Modelleri

Zirve saat modellerinde olduğu gibi, tüm gün trafik akım hızı için elde edilen modeller de Tablo 6.4'de verilmiştir. Tablodaki modeller incelendiğinde, tüm yollar için elde edilen tüm gün modellerinin iki tanesinde $q/c=1$ ve $T_{yi}=3$ değerleri için trafik akım hızının negatif değer aldığı görülür. Bu durum, modelleri istatistik olarak başarılı olmalarına rağmen, trafik mühendisliği açısından anlamsızlaştırmaktadır. Bu sebeple, tüm yollarda tüm gün trafik hacmi için kurulan modellerden sadece ticari taşıt hızı=40km/sa. ve bisiklet hızı=15km/sa. varsayımlarının yapıldığı model kabul edilmiştir.

Burada yapılan çalışmada, derlenen veriler, çoklu regresyonun çeşitli alt tipleri araştırılarak uygun olanı ile modellenmiştir. Çalışmada uygulanan genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemi, bu tür çalışmalar için, takip edilebilecek yeni bir yol açmıştır.

Tablo 6.3. Zirve saat karma trafik akım hızı modellerinden elde edilen bağıntılar ve istatistiksel analiz sonuçları.

Yol Tipi	Model Yöntemi	Kurulan Bağıntı	R ²	Anlamlılık F	t-testi geçerli değişken sayısı
Bölünmemiş Yollar	Bisiklet ve ticari taşıt oranı farklı değişken olarak	$TAH=36,35+6,99q/c-0,07B+0,04Tic.+1,06Pi-4,98Yi$	0,99	1,97E-82	Tümü
	Ticari taşıt hızı=40km/sa, Bisiklet hızı=15km/sa.	$TAH=36,95-7,51q/c-2,52Yi-0,84Pi$	0,99	3,45E-62	Pi=-1,08 dışında tümü
	Ticari taşıt hızı=Özel otomobil hızı, Bisiklet hızı=15km/sa.	$TAH=38,14+15,47q/c-8,41Yi+3,14Pi$	0,99	1,29E-80	Tümü
Bölünmüş Yollar	Bisiklet ve ticari taşıt oranı farklı değişken olarak	$TAH=40,26-16,4q/c-0,05B+0,01Tic.-1,83Yi$	0,99	1E-206	Tümü
	Ticari taşıt hızı=40km/sa, Bisiklet hızı=15km/sa.	$TAH=41,16-4,63q/c-2,72Yi$	0,99	7,4E-222	Tümü
	Ticari taşıt hızı=Özel otomobil hızı, Bisiklet hızı=15km/sa.	$TAH=45,99-12,09q/c-4,61Yi$	0,99	3,2E-150	Tümü
Tüm Yollar	Bisiklet ve ticari taşıt oranı farklı değişken olarak	$TAH=38,85-5,14q/c-0,05B+0,01Tic.-2,24Yi$	0,99	0	Tümü
	Ticari taşıt hızı=40km/sa, Bisiklet hızı=15km/sa.	$TAH=39,19-1,004q/c-2,65Yi$	0,99	0	Tümü
	Ticari taşıt hızı=Özel otomobil hızı, Bisiklet hızı=15km/sa.	$TAH=42,73-6,49q/c-4,23Yi$	0,99	0	Tümü

Not: TAH=modellenen trafik akım hızı
q/c: Bir saatlik hacim(BO)/kapasite oranı
B: Bir saatte geçen bisiklet sayısı(BO)
Tic: Ticari taşıt sayısı(BO)
Pi: Trafik akımı yönünde yolun sağ tarafındaki park yoğunluğu indeksi
Yi: Yolu dik kesen yaya yoğunluğu indeksi
Yti: Yolda bulunan park ve yaya yoğunluğunu ifade eden ticari yoğunluk indeksi.

Tablo 6.4. Tüm gün kent içi trafik akım hızı modellerinden elde edilen bağıntılar ve istatistiksel analiz sonuçları.

Yol Tipi	Model Yöntemi	Kurulan Bağıntı	R ²	Anlamlılık F	t-testi geçerli değişken sayısı
Tüm Yollar	Bisiklet oranı farklı değişken olarak	TAH=66,29-61,05q/c -0,30B-7,25Tyi	0,99	6,43E-17	Tümü
	Ticari taşıt hızı=40km/sa, Bisiklet hızı=15km/sa.	TAH=51,74-23,73q/c -5,64Tyi	0,99	1,28E-09	Q/c=1,41
	Trafik akım hızı=Özel otomobil hızı	TAH=70,32-73,55q/c -6,93Tyi-	0,95	4,9E-06	Tümü

Not: q/c: Bir saatlik hacim(BO)/kapasite oranı
B: Bir saatte geçen bisiklet sayısı(BO)
Pi: Trafik akımı yönünde yolun sağ tarafındaki park yoğunluğu indeksi
Yi: Yolu dik kesen yaya yoğunluğu indeksi
Tyi: Yolda bulunan park ve yaya yoğunluğunu ifade eden ticari yoğunluk indeksi.

6.4. Trafik Akım Hızı Modellerinden Elde Edilen Sonuçlar

Bu çalışmanın özgün ve dikkat çekici noktası genelleştirilmiş en küçük kareler yönteminin kullanılmasıdır. Bu yöntem, daha önce yapılan çalışmaların hiçbirinde kullanılmamıştır. Yöntem, veriler arasındaki farklı varyanstan oluşan regresyon uyumsuzluğunu ortadan kaldırmakta ve regresyon uyum katsayısını yükseltmektedir. Veriler arasındaki farklı varyans sorunu farkına varılmayarak yapılan regresyonun t-testi sonuçları değerlendirilseydi, trafik akım hızını doğrudan etkileyen hacim/kapasite oranı, yol boyu park veya yaya yoğunluğu gibi önemli bağımsız değişkenlerin regresyon dışında bırakılması gerekirdi. Ancak, genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemi kullanılarak, önemli bağımsız değişkenlerin trafik akım hızına olan etkileri ortaya çıkarılmıştır. Çalışmanın bir başka önemli noktası ise, trafik mühendisliği projelerinde nadiren yapılan yolculuk hızı veya yolculuk süresi arazi etütlerinin yapılmış olmasıdır. Kapsam bakımından bu genişlikteki bir arazi çalışması, Türkiye’de ilk kez yapılmaktadır.

Çalışma yapılırken, kent içi trafik akım hızları, güzergah ve yol tipi sınıflandırmaları olarak iki farklı sınıflandırma şekliyle incelenmiştir. Elde edilen modeller şöyledir:

1- ZİRVE SAAT KENT İÇİ TRAFİK AKIM HIZI MODELLERİ

A- Zirve Saat Kent İçi Özel Otomobil Modelleri

- i- Belirli bir güzergah boyunca kent içi özel otomobil hızı modeli:

$$TAH=54,26-9,03*q/c+0,01*B-1,95*Tyi-5,77*KS/km$$

olarak elde edilmiştir. Güzergah ve bölge sınıflandırmasına göre 3 bölgeye ayrılan Konya'da, sadece tüm bölge sınıflandırması için geçerli bir model geliştirilmiştir. Diğer bölgelemeler için geçerli model geliştirilememesinin sebebi, kent merkezi, orta yoğunluklu bölge ve kentin uç kısımları olarak yapılan bölgelemenin Konya'da gerçekten bu şekilde bir ayrıma henüz sahip olmamasıdır. Sonuç olarak, kent 1 milyon nüfusa sahip olmasına rağmen henüz küçük ölçekli kent alışkanlıklarını bırakamamış ve bölgeler arasındaki özellikler henüz çok büyük farklılıklar göstermemiştir. Böylece, kentin tümü tek bölge olarak alındığında geçerli bir model geliştirilmiştir. Bu modelle, Konya'da, belirli bir güzergahta seyreden özel otomobil hızları tahmin edilebilmektedir.

Bu modelde şerit sayısı 2, bisiklet sayısı 100 BO eşdeğeri, yol boyu ticari yoğunluk (Tyi) 2 ve kilometreye düşen kavşak sayısı 2 kabul edilerek çözüldüğünde, trafik hacmi 150-3600 BO arasında değişirken, güzergahtaki serbest akım hızı 54,26 km/sa, doymuş akım hızı 30,79 km/sa. olmaktadır.

- ii- Bölünmüş yollar zirve saat kent içi özel otomobil hızı modeli:

$$TAH=51,53-14,18*q/c-0,03*B-4,94*Tyi$$

olarak elde edilmiştir.

Bu modelde yine şerit sayısı 2, bisiklet sayısı 100 BO eşdeğeri ve yol boyu ticari yoğunluk (Tyi) 2 kabul edilerek çözüldüğünde, trafik hacmi 150-3600 BO arasında değişirken, güzergahtaki serbest akım hızı 51,53 km/sa, doymuş akım hızı 26,06 km/sa. olarak elde edilmektedir.

- iii- Tüm yollar zirve saat kent içi özel otomobil hızı modeli:

$$TAH=46,63-10,01*q/c-0,007*B-4,83*Tyi$$

olarak elde edilmiştir.

Bu modelde de şerit sayısı 2, bisiklet sayısı 100 BO eşdeğeri ve yol boyu ticari yoğunluk (Tyi) 2 kabul edilerek çözüldüğünde, trafik hacmi 150-3600 BO arasında

değişirken, güzergahtaki serbest akım hızı 46,63 km/sa, doymuş akım hızı 27,37 km/sa. olmaktadır.

Zirve saatte özel otomobil hızları için en yüksek serbest akım hızı 54,26km/sa. ile tüm bölgede, en düşük serbest akım hızı 46,63 km/sa ile tüm yollardadır. Zirve saatte özel otomobil hızları için en yüksek doymuş akım hızı ise 30,79 km/sa ile tüm yollarda, en düşük doymuş akım hızı 14,17 km/sa ile bölünmemiş yollardadır.

Bölünmüş yollar ve tüm yollar sınıflandırmasında elde edilen modellerde, trafik kompozisyonunda bulunan bisiklet sayısının, trafik akım hızına etkisi çok düşük çıkmıştır. Literatürde de benzer sonuçlara rastlanmıştır. Yukarıda açıklanmış ve Çin'de yapılmış olan çalışma buna iyi bir örnektir. Oldukça yoğun bisiklet trafiği olan Çin kentleri için yapılan çalışmaların sonucunda elde edilen matematik modellerde bisiklet değişkeninin katsayısı %1-4 arasında bulunduğu görülmektedir. [42] (Bk. Tablo 2.7). Çin'de bisiklet ve bisikletli araçların kullanım oranının yüksekliği göz önünde tutulursa, Konya için elde edilen katsayılar anlamlı gözükmemekte ve bisiklet trafiğinin motorlu taşıt trafiğine önemli bir etkisi olmadığı sonucunu vermektedir. Bu nedenle, bazen çok düşük değerle de olsa, akım hızını artırıcı yönde sonuçlar da verdiği için bisiklet değişkeninin katsayısının sıfır olması, diğer bir değişle motorlu taşıt trafiğinin hızına etkili olmayacağı kabul edilmiştir.

B- Zirve Saat Kent İçi Karma Trafik Akım Hızı Modelleri

Zirve saat kent içi trafik akım hızı modeli olarak ticari taşıt hızı=40km/sa. ve bisiklet hızı=15km/sa. varsayıldığı model benimsenmiştir.

i- Bölünmemiş yollar zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli:

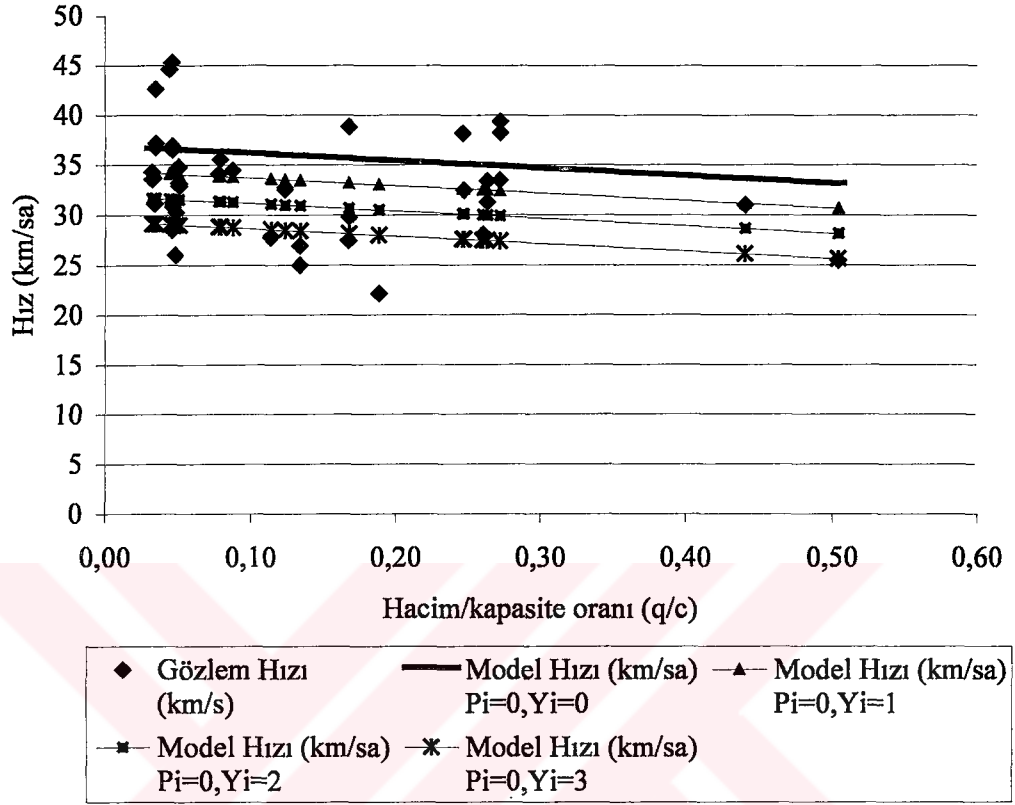
$$TAH=36,95-7,51q/c-2,52Y_i-0,84P_i$$

olarak elde edilmiştir.

Bu modelde, yol üzerindeki yaya yoğunluğu (Y_i)=3 ve yol boyu park yoğunluğu (P_i)=3 kabul edilerek, küçük ölçekli bir şehirde karma trafik ortamında, bölünmemiş bir yolda serbest akım hızı 36,95 km/sa, doymuş akım hızı 19,36 km/sa. olarak bulunmaktadır.

Bu modelde $Y_i=0,1,2,3$ ve $P_i=0$ kabulü yapılarak elde edilen değerler ile gözlem değerleri, q/c oranlarına göre Şekil 6.2'de verilmiştir. Şekil 6.2 incelendiğinde, Konya'da q/c oranı 0,5'ten büyük bir değer, diğer bir değişle, tıkanıklık durumunda

bir hacim/kapasite oranı gözlenmemiştir. Bu sebeple, elde edilen model, q/c oranı 0,5 değerinden küçük hacim/kapasite oranları için daha doğru sonuçlar verecektir.



Şekil 6.2 Konya'da bölünmemiş yollar için, gözlenen hız değerlerinin ve modelden elde edilen hız değerlerinin q/c oranlarına göre grafiği.

ii- Bölünmüş yollar zirve saat kent içi karma trafik akımı hızı modeli:

$$TAH=41,16-4,63q/c-2,72Tyi$$

olarak elde edilmiştir.

Bu modelde yol boyu ticari yoğunluk (Ty_i)=3 kabul edilerek, küçük ölçekli bir şehirde karma trafik ortamında, bölünmüş bir yolda serbest akım hızı 41,16 km/sa, doymun akım hızı 28,37 km/sa.'tır.

Bu model kullanılarak elde edilen değerler ile gözlem değerleri, q/c oranlarına göre grafik olarak Şekil 6.3'de verilmiştir. Şekil 6.3 incelendiğinde, Konya'da q/c oranı 1'e yakın sadece 3 gözlem değeri, diğer bir değişle, tıkanıklık durumunda sadece 3 hacim/kapasite oranı gözlenmiştir. Gözlem değerlerinin yoğun olduğu aralık 0,01 ile

0,5 değerleri arasındadır. Bu sebeple, elde edilen model, yine q/c oranı 0,5 değerinden küçük hacim/kapasite oranları için daha doğru sonuçlar verecektir.

iii- Tüm yollar zirve saat kent içi karma trafik akımı hızı modeli:

$$TAH=39,19-1,004q/c-2,65Tyi ,$$

olarak elde edilmiştir.

Beklenildiği gibi, karma trafik ortamında zirve saatte trafik akım hızları için en yüksek serbest akım hızı 41,16 km/sa. ile bölünmüş yollarda, en düşük serbest akım hızı 36,95 km/sa ile bölünmemiş yollardadır.

Karma trafik ortamında zirve saatte trafik akım hızları için en yüksek doymuş akım hızı 28,37 km/sa. ile bölünmüş yollarda, en düşük doymuş akım hızı 19,36 km/sa ile bölünmemiş yollardadır.

Bisiklet ve ticari taşıt sayısı değişkenleri modelde sırasıyla 15 km/sa. ve 40 km/sa. ortalama hızlarla hareket ettikleri kabullü yapılarak model araştırılmış olduğundan, dolaylı yoldan bisiklet etkisi gerçekte modele katılmıştır. Böylece, modelde ayrı değişken olarak gözükmeyen bisiklet ve ticari taşıt sayısı değişkenleri ağırlıklı olarak hesaplanan karma trafik akım hızının içinde bulunmaktadır.

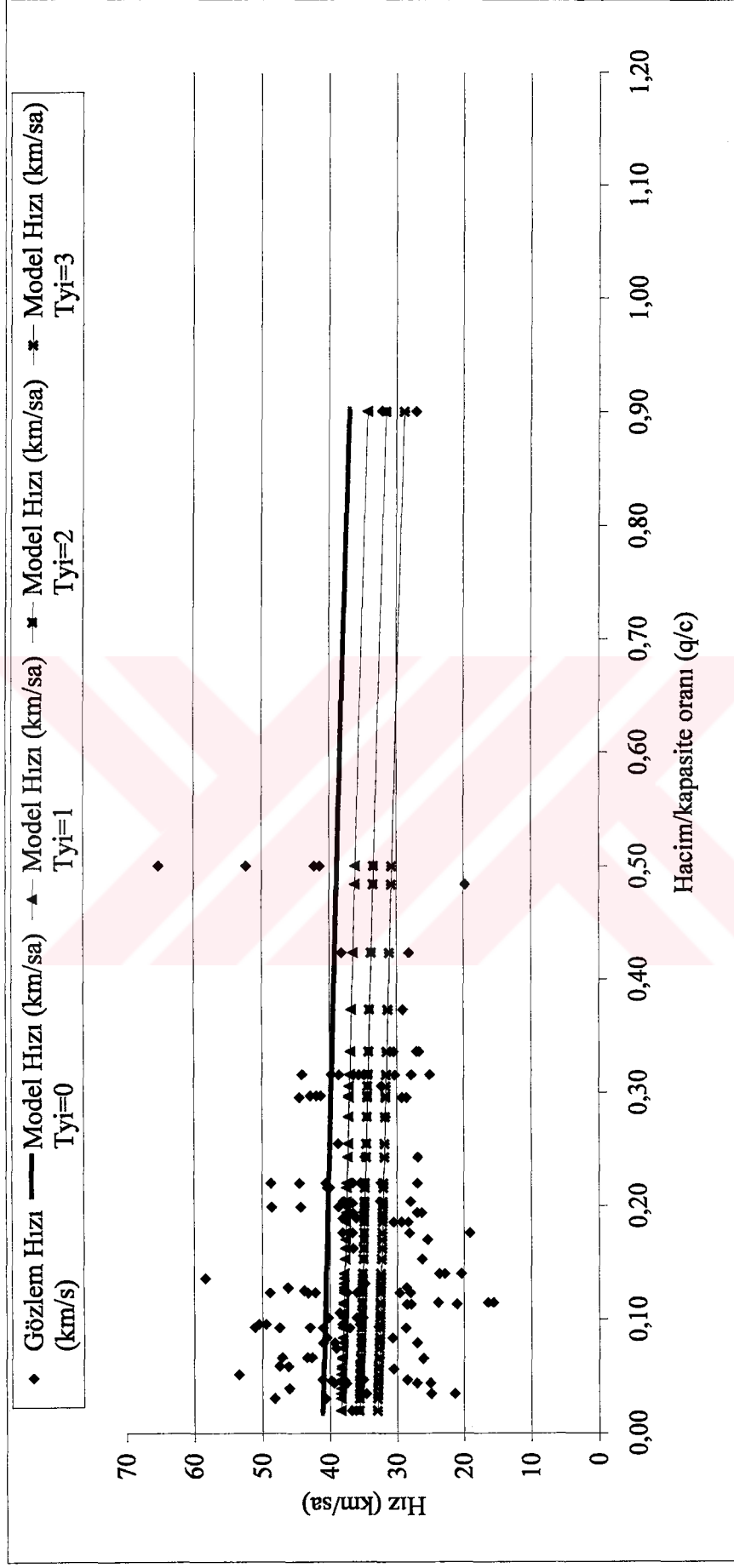
2-TÜM GÜN KENT İÇİ TRAFİK AKIM HIZI MODELLERİ

Tüm gün kent içi trafik akım hızı;

$$TAH=51,74-23,73q/c-5,64*Tyi$$

olarak elde edilmiştir. Bu modelde de yol boyu ticari yoğunluk(Ty_i)=3 kabul edilerek küçük ölçekli bir şehirde karma trafik ortamında, sınıflandırma yapılmadan herhangi bir yolda serbest akım hızı 51,74 km/sa, doymuş akım hızı 11,09 km/sa.'tır.

Tüm gün kent içi trafik akım hızı modelinin en önemli özelliği, trafik hacminin gün içinde gösterdiği değişikliklere duyarlı olmasıdır. Burada örnek olması amacı ile, tüm gün sayım yapılan 38 numaralı sayım noktasının trafik hacmi oranları veri olarak alınarak, model hızları hesaplanmış ve grafik olarak gösterilmiştir. (Şekil 6.4, Şekil 6.5) Grafiklerden görüldüğü gibi karma trafik ortamında tüm gün trafik akım hızı herhangi bir yol için hacim değişimlerine duyarlıdır.



Şekil 6.3 Konya'da bölünmüş yollar için, gözlenen hız değerlerinin ve modelden elde edilen hız değerlerinin q/c oranlarına göre grafiği.

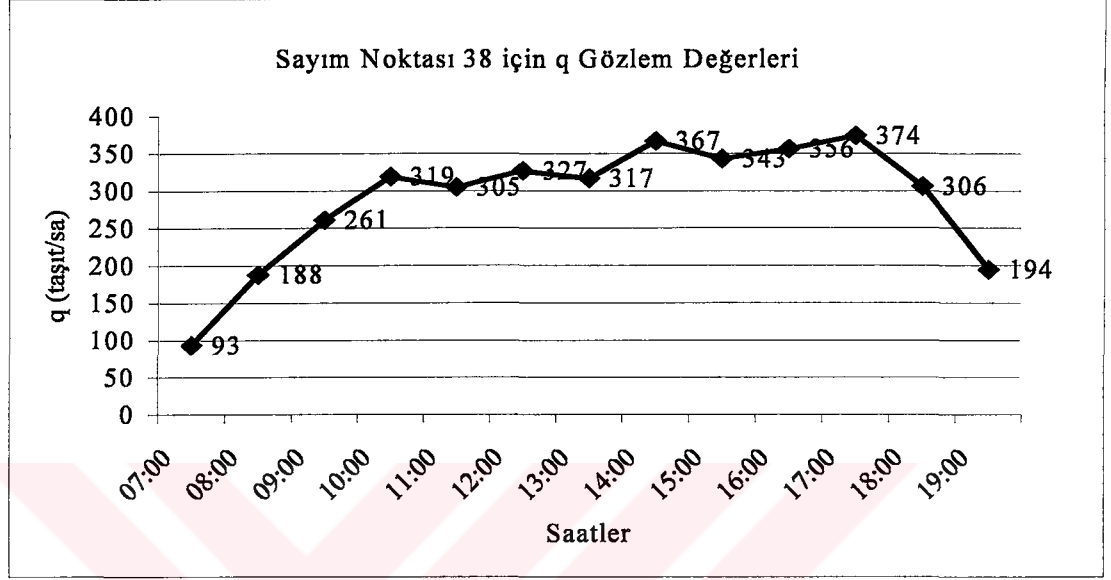
Diğer sayım noktaları trafik hacimleri için elde edilen model kullanılarak bulunan tüm gün trafik akım hızları Ek F’de grafik olarak gösterilmiştir.

Modelin belirttiği serbest akım hızı 51,74 km/sa. kent içi hız limiti olan 50 km/sa. hız ile tutarlılık göstermektedir. Bu model, hem istatistik olarak hem de trafik mühendisliği açısından tüm test ve değerlendirmelerden geçmiş ve küçük ölçekli kentler için tüm gün karma trafik akım hızının güvenilir bir tahmin edicisi olarak önerilmiştir.

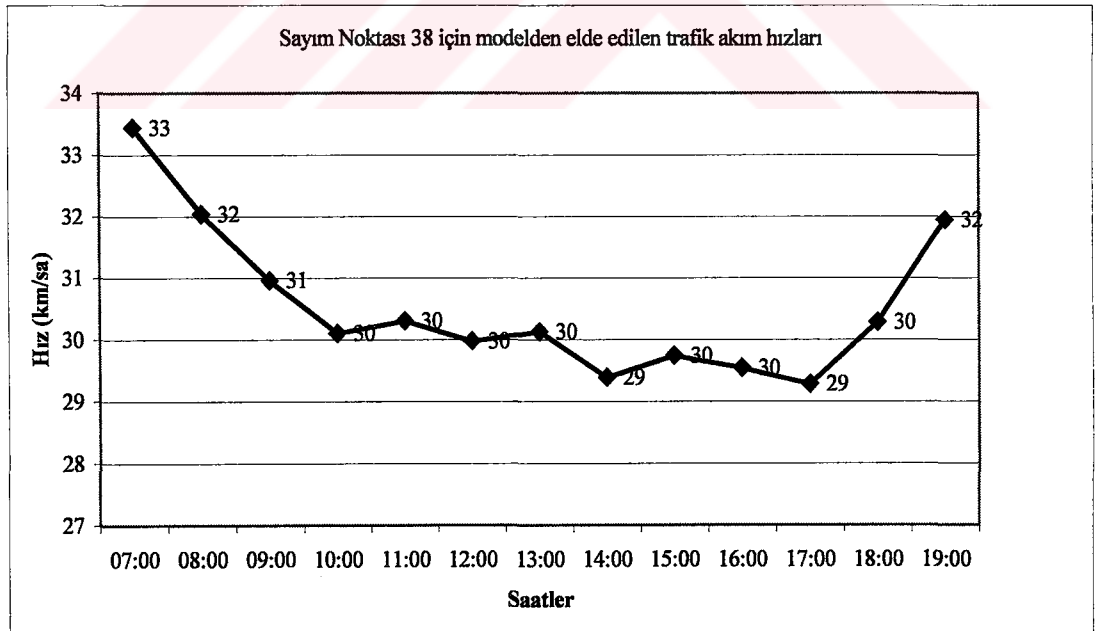
Konya için geliştirilen tüm modellerde kullanılan gözlem değerlerinde q/c oranı %50’yi aşmamaktadır. Ancak burada kullanılan kapasite c değerleri, önceki çalışmalara benzetilerek kabul edilen değerlerdir. Bu değerlerin Konya ölçeğindeki kentler için ne kadar geçerli olduğu ayrıca sınanmalıdır. Birkaç sıra dışı gözlenmiş veri dışında, hacim/kapasite oranı hep % 50’lerin altında kalmıştır. Bu gözlemler sırasında, gerçekte kısa süreli de olsa kuyruklanmalar ve gecikmeler dolayısıyla yüksek doygunluk dereceleri gözlenmiştir. Bu gözlemler, aslında gelişmekte olan ülkelerdeki küçük ölçekli kentler için geçerli kapasite değerlerinin, gelişmiş ülkelerde kabul edilen kapasite değerlerinden düşük olduğunu düşündürmektedir. Ancak, gelişmekte olan ülkelerde henüz geçerliliğini ispatlamış böyle bir kapasite değeri bulunmamaktadır. Böylece, gelişmekte olan ülkeler, özellik olarak kendi trafik akımlarına uymayan gelişmiş ülkelerdeki trafik akımları için geliştirilen kavramsal değerleri kullanmaktadırlar. Bu koşullar göz önünde bulundurularak, Konya’da gözlenen hacim/kapasite oranları değerlendirildiğinde, bu gözlem değerlerinin aslında % 50 seviyelerinden daha yüksek olduğu söylenebilir. Ancak yine de, daha yüksek hacim/kapasite değerleri için tahminlerde bulunabilmesi amacıyla tıkanıklık düzeyindeki değerler simülasyon kullanılarak türetilmelidir. Gelişmekte olan ülkelerde bu ölçekli kentler için tıkanıklık değerlerinin gözlenmesi simülasyon kullanılmadan mümkün olmayacaktır.

Trafik mühendisliği açısından çok önemli olan ve yapılması için çok fazla para, zaman ve kalifiye eleman gerektiren hız etütleri, küçük ölçekli kentler için önerilen bu modellerle tahmin edilebilecektir. Böylece trafik planlaması projelerinde önemli ölçüde zaman kazanılacak ve finansal açıdan da dikkate değecek derecede tasarruf sağlanabilecektir. Bu nedenle, özellikle acil çözüm gerektiren planlama çalışmaları için önemli olacaktır.

Çalışmanın ileri aşamaları ve geliştirilmesi için, kapasiteye yakın yollarda ve serbest akım şartlarında yapılacak olan yolculuk hızı veya yolculuk süresi arazi etütleri faydalı olacaktır.



Şekil 6.4 38 numaralı sayım noktasındaki trafik hacmi gözlem değerleri.



Şekil 6.5 38 numaralı sayım noktası trafik hacmi gözlem verileri kullanılarak, kent içi karma trafik hızı modeli ile elde edilen hız değerleri.

7. SONUÇLAR

Konya için, karma trafik akım hızının modellenmesi konusunda yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenerek sıralanmıştır:

- 1- Belirli bir güzergah boyunca zirve saat kent içi özel otomobil hızı modeli;
 $TAH=54,26-9,03*q/c+0,01*B-1,95*Tyi-5,77*KS/km$, olarak elde edilmiştir.
- 2- Bölünmüş yollar zirve saat kent içi özel otomobil hızı modeli;
 $TAH=51,53-14,18*q/c-0,03*B-4,94*Tyi$, olarak elde edilmiştir.
- 3- Tüm yollar zirve saat kent içi özel otomobil hızı modeli;
 $TAH=46,63-10,01*q/c-0,007*B-4,83*Tyi$, olarak elde edilmiştir.
- 4- Bölünmemiş yollar zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli;
 $TAH=36,95-7,51q/c-2,52Yi-0,84Pi$, olarak elde edilmiştir.
- 5- Bölünmüş yollar zirve saat kent içi karma trafik akım hızı modeli;
 $TAH=41,16-4,63q/c-2,72Tyi$, olarak elde edilmiştir.
- 6- Tüm yollar zirve saat kent içi karma trafik akımı hızı modeli;
 $TAH=39,19-1,004q/c-2,65Tyi$, olarak elde edilmiştir.
- 7- Tüm gün kent içi trafik akım hızı modeli;
 $TAH=51,74-23,73q/c-5,64*Tyi$, olarak elde edilmiştir.
- 8- Modellerden elde edilen serbest akım hızı kentin küçüklüğünden etkilenmektedir.
- 9- Trafik kompozisyonu içerisinde bulunan bisiklet sayısının trafik akım hızına bir etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.
- 10- Modellerdeki en etkili değişken beklenildiği gibi hacim/kapasite oranı olmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] **Hossain, Moazzem**, 2001. Estimation of saturation flow at signalized intersections of developing cities: A micro-simulation modelling approach, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v 35, n 2, p 123-141.
- [2] **Hossain, Moazzem**, 1999. Capacity estimation of traffic circles under mixed traffic conditions using micro-simulation technique, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v 33, 1999, p 47-61.
- [3] **Geetam Tiwari, Joseph Fazio, Sri Pavitravas**, 2000. Passenger car units for heterogeneous traffic using a modified density method, *Transportation Research Circular E-C018, 4th International Symposium on Highway Capacity, Proceedings, June 27-July 1, Transportation Research Board National Research Council*, p 246-257.
- [4] **Pawan Maini, Sarosh Khan**, 2000. Discharge Characteristics of heterogeneous traffic at signalized intersections, *Transportation Research Circular E-C018, 4th International Symposium on Highway Capacity, Proceedings, June 27-July 1, Transportation Research Board National Research Council*, p 258-270.
- [5] **B.R.Marwah, Bhuvanesh Singh**, 2000. Level of service classification for urban heterogeneous traffic: a case study for Kanapur metropolis, *Transportation Research Circular E-C018, 4th International Symposium on Highway Capacity, Proceedings, June 27-July 1, Transportation Research Board National Research Council*, p 271-286.
- [6] **Chandra,S.; Sikdar, P.K.**, 2000. Factors affecting PCU in mixed traffic situation on urban roads, *Road and Transport Research*, v 9, n 3, Sep, page: 40-50.

- [7] **Feng, Suwei**, 1998. Mathematical modeling, field calibration and numerical simulation of low-speed mixed traffic flow in cities, Journal of Shanghai University, v 2, n2, Jun, p 170-174.
- [8] **Duerr, P.A.**, 2000. Dynamic right-of-way for transit vehicles: Integrated modelling approach for optimizing signal control on mixed traffic arterials, Transportation research record, n 1731, page: 31-39
- [9] **Hossain, Moazzem; Hasan, Mir Zahid**, 2000. Simulation of bus operation under mixed traffic conditions, Proceedings of the Conference on Traffic and Transportation Studies, ICTTS, ICTTS 2000 "Traffic and Transportation Studies", July 31-Aug 2, p 441-448.
- [10] **Taylor, Dean B.**, 1993. Analysis of traffic signal clearance interval requirements for bicycle-automobile mixed traffic, Transportation Research Record, n 1405, p 13-20.
- [11] **Zhang, H.M.**, 1999. Link-journey-speed model for arterial traffic, Transportation research record, n 1676 page: 109-115.
- [12] **Helali, Khaled; Hutchinson, Bruce**, 1994. Improving road link speed estimates for air quality models, Transportation research record, n 1444, Oct, page: 71-78.
- [13] **Taylor, M.A.P.**, 2000. Network modelling of the traffic, environmental and energy effects of lower urban speed limits, Road and transport research, v 9, n 4, Dec, page: 49-56.
- [14] **Courage, Kenneth G.; Showers, Randall H.; Mcleod, Douglas S.**, 1995. Reconciling estimated and measured travel times on urban arterial streets, Transportation research record, n 1484, Jul, page: 40-49.
- [15] **Gao, Ziyou; Si, Bingfeng**, 1998. Equilibrium assignment model for mixed traffic network, Proceedings of the conference on Traffic and transportation studies, ICTTS 1998. ASCE, Reston, VA, USA. Page: 561-568.
- [16] **Waldo Yanaguaya**, 1994. The converaion of standart speed-flow curves into flow-delay relationships for use in SATURN, Frank Graham Transportation, June, p 385-389.

- [17] **Zhu, Zhong; Wang, Wei**, 2000. Travel time estimation model for route guidance systems, Proceedings of the conference on Traffic and Transportation Studies, ICTTS, 2000, ICTTS 2000 "Traffic and Transportation Studies", Jul 31-Aug 2, Beijing, China, p 547-552.
- [18] **Dowling, Richard G.; Cheng, Willis W.K.**, 1996. Evaluation of speed measurement and prediction techniques for signalized arterials, Transportation research record, n 1564, Nov, page: 20-29.
- [19] **Tavana, H.; Mahmassani, H.S.**, 2000. Estimation and application of dynamic speed-density relations by using transfer function models, Transportation Research Record, n 1710, p 47-57.
- [20] **Shimizu, H.; Kobayashi, M.; Yonezawa, Y.**, 2000. Analysis of mean link travel time for urban traffic networks, IEEE Vehicular Technology Conference, v1, 2000: 51st Vehicular Technology Conference "Shaping History Through Mobile Technologies", May15-May 18, Tokyo, Jpn, p 318-322.
- [21] **Kim, Hojung; Choi, Kyonghee; Ahn, Byungha**, 1999. Evaluation of estimated shortest travel time using traffic network simulation, Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics "Human communication and Cybernetics", Oct12-Oct 15, Tokyo, Jpn, p IV586-IV588.
- [22] **Sun, Carlos; Ritchie, Stephen G.**, 1999. Individual vehicle speed estimation using single loop inductive waveforms, Journal of Transportation Engineering, v 125, n6, p 531-538.
- [23] **Shao, Chunfu; Asai, Kazuhiko; Nakagawa, Shinji; Zhu, Mingxuan**, 2000. Approach to dynamic route travel time forecast on urban expressway network, Proceedings of the Conference on Traffic and Transportation Studies, ICTTS, ICTTS 2000 "Traffic and Transportation Studies", Jul 31- Aug 2 2000, Beijing, China, p 527-532.
- [24] **Shimizu, H.; Kobayashi, M.; Yonezawa, Y.**, 1999. Evaluation of mean link travel time for urban traffic networks, Proceeding of the SICE Annual Conference, 1999, Proceeding of the 1999 38th SICE Annual Conference, Jul 28-Jul 30, Morioka, Jpn, p 859-864.

- [33] **Fu, L.; Hellings, B.; Zhu, Y.**, 2001. An adaptive model for real-time estimation of overflow queues on congested arterials, IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Proceedings, ITSC, 2001 IEEE Intelligent Transportation Systems Proceedings, Aug25-29, Oakland, CA, p 219-226.
- [34] **Maloney, Mark; Boyle, Daniel**, 1999. Components of travel time on the Glendale Beeline bus network, Transportation Research Record, n 1666, p 23-27.
- [35] **Sirinivasan K.K.**, 1996. Determination of number of probe vehicles required for reliable travel time measurement in urban network, Transportation Research Record, n 1537, Nov, p 15-22.
- [37] **Petty, Karl F.; Bickel, Peter; Ostland, Michael; Rice, John; Schoenberg, Frederic; Jiang, Jiming; Ritov, Ya'acov**, 1998. Accurate estimation of travel times from single-loop detectors, Transportation Research A, vol 32, n 1, p 1-17
- [38] **Lindveld, C.D.R.; Thijs, R.; Bovy, P.H.L.; Van Der Zijpp, N.J.**, 2000. Evaluation of online travel time estimators and predictors, Transportation Research Record, n 1719, p 45-53.
- [39] **Chen, M.; Chien, S.J.**, 2000. Determining the number of probe vehicle for freeway travel time estimation by microscopic simulation, Transportation Research Record, n 1719, p 61-68.
- [40] **Kuwahara, Masao.; Iryo, Ohmi**, 1994. Effects of heavy vehicles on congested traffic flow on intercity motorways, Doboku Gakkai Rombun-Hokokushu/Proceedings of the Japan Society of Civil Engineers, n488 pt 4-23, p 41-48.
- [41] **Kisgyorgy, Lajos; Rilett, Laurence R.**, 2002. Travel time prediction by advanced neural network, Periodica Polytechnica: Civil Engineering, v 46, n 1, p 15-32.

- [42] **Suzuki, H.; Nakatsuji, T.; Tanaboriboon, Y.; Takahashi, K.**, 2000. Dynamic estimation of origin-destination travel time and flow on a long freeway corridor: Neural Kalman filter, *Transportation Research Record*, n 1739, p 67-75.
- [43] **Pan, Yuli; Kerali, H.R.**, 1999. Effect of nonmotorized transport on motorized vehicle speeds in China, *Transportation Research Record*, n 1695 Nov, p 34-41.
- [44] **Oketch, T.G.**, 2000. New modelling approach for mixed- traffic streams with non-motorized vehicles, *Transportation Research Record*, n 1705, p 61-69.
- [45] **Zahir, Uddin Md; Matsui, Hiroshi; Fujita, Motohino**, 2000. Analyzes of speed profiles, congestion and delays of transit vehicles of Dhaka Metropolitan area, *Proceedings of the Conference on Traffic and Transportation Studies, ICTTS 2000*. ASCE, Reston, VA, USA., p 561-568.
- [46] **Khan, Sarosh I.; Maini, Pawan**, 1999. Modelling heterogeneous traffic flow, *Transportation Research Record*, n 1678 Nov, p 234-241.
- [47] **Ramanayya, T.V.**, 1988. Highway capacity under mixed traffic conditions, *Traffic Engineering and Control*, v 29, n 5, May, p 284-285.
- [48] **Palaniswamy, S.P.**, 1998. Modelling and simulation of traffic flow on Indian Roads, *Congress on Computing in Civil Engineering, Proceeding, Proceeding of the 1998 International Computing Congress on Computing in Civil Engineering*, Oct 18-21, Boston, MA, USA, p 603-613.
- [49] **Marwah, B; Ramaseshan, S.**, 1978. Interaction between vehicles in mixed traffic flow using simulation, *Highway Research Bulletin (New Delhi)*, n 8, p 1-6.
- [50] **Marwah, B.; Ramaseshan, S.**, 1979. Simulation of mixed vehicular traffic on a two lane highway, *Proceedings of the Summer Computer Simulation Conference*, Jul 16-18, p 928-935.

- [51] **Olszewski, P.**, 2000. Comparison of the HCM and Singapore models of arterial capacity, Transportation Research Board, Transportation Circular E-C018, June, p 209-220.
- [52] **Tarko, A.; Rajaraman, G.; Boyce, D.**, 2000. Travel time prediction in intelligent transportation systems, ITS-IDEA Program Project Final Report May, Transportation Research Board.
- [53] **Hossain, Moazzem; Mc.Donald, M.**, 1998. Modelling the impacts of reducing non-motorised traffic in urban corridors of developing cities, Transportation Research A, vol 32, No4, p 247-260.
- [54] **DİE**, www.die.gov.tr
- [55] **Yüksel Proje-Ulaşım-Art Ortaklığı**, 2001. Konya Büyükşehir Alanı Kent İçi ve Yakın Çevre Ulaşım Planlaması Çalışması, Final Rapor-Bölüm1: Mevcut ve Yeni Bilgi Toplanması Çalışmaları, Ankara. (yayınlanmamış).
- [56] **Yüksel Proje-Ulaşım-Art Ortaklığı**, 2001. Konya Büyükşehir Alanı Kent İçi ve Yakın Çevre Ulaşım Planlaması Çalışması, Trafik Sayımları, Ankara. (yayınlanmamış).
- [57] **Yüksel Proje-Ulaşım-Art Ortaklığı**, 2001. Konya Büyükşehir Alanı Kent İçi ve Yakın Çevre Ulaşım Planlaması Çalışması, Final rapor-2, Mevcut Ulaşım Yapısı ve Sorunlarının Değerlendirilmesi, Ankara. (yayınlanmamış).
- [58] **Kemal Kutlu** , 1975. Trafik tekniği, 2. baskı, İTÜ matbaası, İstanbul.
- [59] **Highway Capacity Manual**, 1994. Transportation Research Board, National Research Council, Washington DC.
- [60] **Homburger, W. ve Kell, J.**, 1981. Fundamentals of traffic engineers, 10th edition, Berkeley, California 1981.
- [61] **Aziz Kutlar** , 1998. Bilgisayar uygulamalı ekonometriye giriş, Beta Basım Yayın Dağıtım AŞ.

EKLER



EK A: Yol Envanteri

Tablo A-1. YOL ENVANTERİ DÖKÜMLERİ (BÖLÜNMEMİŞ YOLLAR)

DÜĞÜM NOKTASI	CADDE ADI	YÖN	YOL KESİTİ						YOL KENARI YAYA YOĞUNLUĞU		YOL KENARI PARK DURUMU	
			SERVİS	KALDIRIM(m)	KAPLAMA(şft)	KALDIRIM(m)	SERVİS	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL	
1100-924	Adakale cad.	K>G	-	0,5	2	0,5	-	Orta	Orta	-	-	
1200-1230	Akabe cad.	G>K	-	1	2	1	-	Çok	Çok	Çok	Çok	
1182-1192	Akşemsettin	B>D	1	-	2	-	-	-	-	-	-	
948-1304	Cumhuriyet c.	D>B	1	1	2	1	1	Az	Az	Az	Az	
1150-1186	Erenköy	B>D	1	2	2	1	2	-	-	-	-	
1280-1282	İbni Sina cad.	G>K	1	2	2	2	1	Orta	Orta	Orta	Orta	
1234-A	İsmail Kaya c.	K>G	-	-	2	-	-	-	-	-	-	
1184-1236	Karlıbel	G>K	-	-	2	-	-	-	-	-	-	
1184-1148	Karlıbel cad.	K>G	1	1	2	1	1	-	-	-	-	
1146-1182	Kolukısa cad.	B>D	-	0,5	2	0,5	-	-	-	-	-	
1180-1242	Kutup cad.	G>K	1	1,5	2	1,5	1	-	-	-	-	
1152-1234	Lale cad.	B>D	-	-	2	-	-	-	-	-	-	
1154-1162	M. Sinan cad.	G>K	1	1	2	1	1	-	-	-	-	
1192-1190	M.Vehbi Efendi	K>G	1	1	3	1	1	Az	Az	Az	Az	
316-290	Mengüç cad.	D>B	-	0,5	2	0,5	-	Çok	Çok	Çok	Çok	
1250-1252	Mevsim cad.	B>D	1	1	2	1	1+2	Az	Az	-	-	
1152-1154	Sille cad.	G>K	-	-	2	-	-	-	-	-	-	
930-1180	Şehit Ahmet	G>K	-	1	2	1	-	-	-	-	-	
1196-1198	Tahran cad.	B>D	1	1	2	1	1	Orta	Orta	Orta	-	
312-314	Topraklık cad.	D>B	-	1	2	1	-	Orta	Orta	Orta	Orta	
314-288	Topraklık cad.	D>B	-	0,5	2	0,5	-	-	-	-	-	

YOL ENVANTERİ DÖKÜMLERİ (BÖLÜNMEMİŞ YOLLAR)

DÜĞÜM NOKTASI	CADDE ADI	YÖN	YOL KESİTİ						YOL KENARI YAYA YOĞUNLUĞU		YOL KENARI PARK DURUMU	
			SERVİS	KALDIRIM(m)	KAPLAMA(şft)	KALDIRIM(m)	SERVİS	SOL	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL
944-1302	Yalıdere cad.	D>B	1+2	1	3	1	1	Az	Az	Az	Az	Az
940-1198	Ziyaülhak cad.	D>B	1	2	2	2	1	Orta	Orta	Orta	Orta	Orta
1050-1054	Aşkan	B>D	-	-	2	-	-	-	-	-	Çok az	-
1034-1054	Aşkan cad.	D>B	1	3	3	3	1	Orta	Orta	Orta	Az	Az
894-1046	Dere cad.	B>D	-	0,5	2	0,5	-	-	-	-	Az	Az
1266-1284	Dilara cad.	B>D	1	2	2	2	1	Orta	Orta	Orta	Az	Az
1028-1030	Ekindere sok.	D>B	1	2	2	2	-	-	-	-	Az	Az
1026-884	Evliya Çelebi	K>G	1	3	2	3	1	Orta	Orta	Orta	Çok	Orta
1032-1034	Fatih cad.	D>B	1	2	2	2	1	Orta	Orta	Orta	Çok	Orta
1034-1040	Fatih cad.	G>K	1	4	2	4	1	Az	Az	Az	Az	Az
1034-1030	Günalan sok.	G>K	0,5	1,5	2	1,5	0,5	Orta	Orta	Orta	Orta	Orta
882-1032	Habacı sok.	D>B	-	1,5	2	1,5	-	Orta	Orta	Orta	Orta	Orta
1008-1028	Havuzlu sok.	B>D	1	2	2	2	1	Orta	Orta	Orta	Orta	Orta
1000-1004	Hocafaklı	D>B	1	2	2	2	1	Az	Az	-	-	-
1046-1048	Kasım Halife	B>D	0,5	0,5	1	0,5	0,5	-	-	-	-	-
906-900	Köyceğiz cad.	K>G	1	1	2	1	1	Çok az	Çok az	Çok az	Çok az	Çok az
900-894	Köyceğiz cad.	D>B	-	-	2	-	-	-	-	-	Az	Az
1048-1050	Kürden	G>K	0,5	0,5	2	0,5	0,5	-	-	-	-	-
1002-1008	Melikşah cad.	D>B	0,5	2	2	2	-	-	-	-	-	-
1008-1006	Molla sok.	B>D	2	2	4	-	-	Çok	Çok	Çok	Çok	Çok
1042-904	Sarami sok.	D>B	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
1001-880	Sevilay sok.	K>G	1	0,5	2	-	1	-	-	-	-	-
310-312	Topraklık cad.	D>B	-	2	2	0,5	-	-	-	-	Az	Az

YOL ENVANTERİ DÖKÜMLERİ (BÖLÜNMEMİŞ YOLLAR)

DÜĞÜM NOKTASI	CADDE ADI	YÖN	YOL KESİTİ						YOL KENARI YAYA YOĞUNLUĞU		YOL KENARI PARK DURUMU	
			SERVİS	KALDIRIM(m)	KAPLAMA(şft)	KALDIRIM(m)	SERVİS	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL	
1010-1042	Yaka cad.	D>B	1	2	2	2	1	-	-	-	-	
750-818	Anasultan	G>K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
772-758	Aslan Ali cad.	K>G	-	-	2	2	-	-	-	-	-	
758-808	Aslan Ali cad.	K>G	-	0,5	2	0,5	-	-	Az	Az	-	
786-888	Ayanbey sok.	G>K	0,5	0,5	2	0,5	0,5	-	Az	Az	Az	
678-720	Bodrum sok.	D>B	-	-	2	-	-	-	-	-	-	
690-680	Çakılharmanlar c.	G>K	-	-	2	-	-	-	-	-	-	
680-674	Çakılharmanlar c.	G>K	-	0,5	2	0,5	-	-	Az	-	-	
712-674	Çakılharmanlar c.	K>G	0,5	1	2	1	0,5	-	Az	-	-	
816-810	Çakılırmak sok.	B>D	-	-	1	-	-	-	-	-	-	
716-714	Çarşamba sok.	K>G	1	0,5	2	3	1	-	-	-	-	
822-792	Dörtokka	G>K	-	-	2	-	-	-	-	-	-	
826-830	Dutlu cad.	K>G	0,5	-	2	-	0,5	-	-	-	-	
736-606	Harnancık cad.	B>D	-	1	2	1	-	-	Az	-	-	
808-748	Harnancık sok.	K>G	-	-	1,5	-	-	-	Az	-	-	
748-736	Harnancık sok.	K>G	-	-	2	-	-	-	-	-	-	
810-808	Kazanbendi	G>K	-	-	1,5	-	-	-	-	-	-	
818-830	Kuyuluk sok.	D>B	-	-	2	-	-	-	-	-	-	
916-1102	M. Akif cad.	G>K	1	2	2	2	-	-	-	-	-	
1106-912	M. Dağıstanlı cad.	K>G	-	0,5	2	0,5	-	-	-	-	-	
720-716	Perhiskar sok.	G>K	-	0,5	2	0,5	-	-	Az	-	-	
750-742	Pirhasan	K>G	-	-	2	-	-	-	Az	Az	Az	
260-264	Taşca.-Uz.Har c.	K>G	1	1,5	2	1,5	-	-	Çok	Çok	Orta	

YOL ENVANTERİ DÖKÜMLERİ (BÖLÜNMEMİŞ YOLLAR)

DÜĞÜM NOKTASI	CADDE ADI	YÖN	YOL KESİTİ						YOL KENARI YAYA YOĞUNLUĞU		YOL KENARI PARK DURUMU	
			SERVİS	KALDIRIM(m)	KAPLAMA(ştl)	KALDIRIM(m)	SERVİS	SERVİS	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL
786-818	Yorgancı sok.	K>G	0,5	0,5	2	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-
254-256	26 Ağustos sok.	K>G	1	1	2	1	1	1	Az	Az	Az	Az
272-270	Abdürreşit cad.	K>G	1	4	2	4	1	1	Orta	Orta	Orta	Orta
270-622	Abdürreşit cad.	K>G	1	4	2	4	1	1	-	-	-	-
268-642	Aşağı kovanagzı	K>G	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-
642-632	Aşağı kovanagzı	K>G	0,5	1	2	1	0,5	0,5	Orta	Orta	Az	Az
560-574	Ayşe Kemerşah	G>K	0,5	0,5	2	0,5	0,5	0,5	Az	Az	Az	-
302-304	B.Kumköprü	G>K	1	4	2	4	1	1	Çok	Çok	Çok	Çok
300-512	Cezayir	K>G	-	2	2	-	-	-	Az	Az	-	-
512-516	Cezayir	K>G	-	0,5	2	0,5	-	-	-	-	Az	Az
522-516	Cezayir	G<K	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
548-502	Çancı	B>D	0,5	3	2	3	0,5	0,5	-	-	-	-
142-547	Gazanfer	K>G	-	0,5	2	0,5	-	-	Az	Az	-	-
624-600	Hasanköy cad.	K>G	1	0,5	2	0,5	1	1	-	-	-	-
572-270	K. Aymanas	G>K	-	-	2	2	-	-	Az	Az	Az	-
570-144	Kavaklı	G>K	-	0,5	2	1	-	-	-	-	Az	Az
548-564	Koçbeyaz	D>B	0,5	0,5	2	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-
628-642	M. Aytaç	G>K	0,5	0,5	2	1	0,5	0,5	Orta	Orta	-	-
642-628	M. Aytaç	G>K	0,5	0,5	2	1	0,5	0,5	Orta	Orta	-	Az
526-550	Ruh sok.	D>B	-	0,5	2	0,5	-	-	-	-	-	-
634-604	Safranbolu cad.	K>G	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
540-524	Selim Sultan cad.	K>G	0,5	1	2	1	0,5	0,5	-	-	-	-
256-252	Söylemez sok.	G>K	1	1	2	1	1	1	Çok	Çok	Orta	Orta
264-150	T.Uzunharmanlar	K>G	1	1,5	2	1,5	-	-	Az	Az	-	-

YOL ENVANTERİ DÖKÜMLERİ (BÖLÜNMEMİŞ YOLLAR)

DÜĞÜM NOKTASI	CADDE ADI	YÖN	YOL KESİTİ						YOL KENARI YAYA YOĞUNLUĞU		YOL KENARI PARK DURUMU	
			SERVİS	KALDIRIM(m)	KAPLAMA(şft)	KALDIRIM(m)	SERVİS	SERVİS	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL
150-624	T. Uzunharmanlar	K>G	1	3	3	3	1	1	Az	Az	Az	Az
602-630	Taşköprü cad.	G>K	1	1	2	1	1	1	Orta	Orta	Orta	Orta
852-850	45 Evler	G>K	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
856-854	45 Evler	G>K	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
354-360	Aşık Mehmet Yakıcı cad.	K>G	1	2	2	2	1	1	Az	Az	-	-
258-256	Ayaşlı sokak	B>D	-	1	2	1	-	-	Az	Az	-	-
436-430	Başak	G>K	0,5	0,5	2	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-
846-862	Beybes	G>K	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
856-860	Beybes	G>K	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
848-846	Çamlıca sok.	G>K	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
864-872	Çayırbağı	D>B	1	-	2	-	1	1	-	-	-	-
428-110	Dalyan sok.	K>G	0,5	1,5	2	1,5	0,5	0,5	-	-	-	-
110-358	Dalyan sok.	K>G	0,5	1,5	2	1,5	0,5	0,5	-	-	Az	Az
676-670	Demirsapan	B>D	-	0,5	2	0,5	-	-	Çok	Çok	-	-
446-450	Eski Ereğli Yolu	D>B	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
742-868	Hatup Yolu	K>G	1	-	2	-	1	1	-	-	-	-
438-112	Hilal cad.	D>B	0,5	0,5	2	0,5	0,5	0,5	Az	Az	Az	Az
526-538	İskender	G>K	-	0,5	2	0,5	-	-	-	-	-	-
330-362	Ovaloğlu	G>K	1	1	2	1	1	1	-	-	-	-
308-126	Saçlı Kasap	B>D	-	0,5	2	0,5	-	-	-	-	-	-
126-458	Saçlı Kasap	B>D	-	0,5	2	0,5	-	-	Az	Az	Az	Az
458-460	Saçlı Kasap	G<K	-	0,5	2	0,5	-	-	-	-	-	-

YOL ENVANTERİ DÖKÜMLERİ (BÖLÜNMEMİŞ YOLLAR)

DÜĞÜM NOKTASI	CADDE ADI	YÖN	YOL KESİTİ						YOL KENARI YAYA YOĞUNLUĞU		YOL KENARI PARK DURUMU	
			SERVİS	KALDIRIM(m)	KAPLAMA(şft)	KALDIRIM(m)	SERVİS	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL	
358-114	Sakyatan	K>G	0,5	0,5	2	0,5	-	-	-	-	-	-
114-440	Sakyatan	K>G	0,5	1	2	1	0,5	Az	Az	-	-	-
328-360	Sedirler	G>K	0,5	1	2	1	1+2	Az	Az	Az	-	-
136-506	Selçuk	B>D	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-
1148-1104	Anadolu	KD>GB	-	3	2	3	-	Az	Az	-	-	-
?	Anadolu(cihan tar)	G>K	-	0,5	2	0,5	-	Orta	-	-	-	-
1260-1268	Barış (inşahalinde)	K>G	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
914-1104	Cihan	G>K	-	1,5	2	1,5	-	Orta	Orta	Az	Az	-
Eksik	Doç.Dr.Halil Ürtin	D>B	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
	Eski Garaj(tekyön)	B>D	-	2	2,5	1	-	Yok	Orta	Yok	Yoğun	-
170-1144	Eski Sille	KB>GD	-	1	2	1	-	Orta	Orta	-	-	-
1016-920	Hocacıhan tekke	KB>GD	-	0,5	2	0,5	-	Orta	Orta	Orta	Orta	-
776-726	İkiçayarası	K>G	-	0,5	2	-	-	Yok	Yok	Yok	Yok	-
284-294	Karaman- Ulurmak(tekyön)	K>G	-	2,5	3	2	-	Orta	Orta	Yok	Yoğun	-
1152-1290	Lale	D>B	-	-	2	-	-	--	-	-	-	-
1234-?	Malas Yolu	G>K	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
	Mengüç	B>D	-	0,5	2,5	0,5	-	Az	Çok az	Yoğun	Yok	-
792-760	Meram Eski Yol *	B>D	6m	1	3	4myeşil	-	Orta	Orta	Yok	Orta	-
	Sahipata(tekyön)	B>D	-	1,5	2-2,5	1,5	-	Orta	Orta	yok	Yoğun	-
920-1108	Saray	KB>GD	-	1	2	1	-	Orta	Orta	Yok	Yok	-
338-282	Tevfikiye (tekyön)	K>G	-	1,5	2-2,5	1,5	-	Çok Yo.	Çok Yo.	Yoğun	Yok	-
1140-1196	TuzDeveYolu	GB>KD	-	-	2	-	-	Az	Az	-	-	-

YOL ENVANTERİ DÖKÜMLERİ (BÖLÜNMEMİŞ YOLLAR)

DÜĞÜM NOKTASI	CADDE ADI	YÖN	YOL KESİTİ						YOL KENARI YAYA YOĞUNLUĞU		YOL KENARI PARK DURUMU	
			SERVİS	KALDIRIM(m)	KAPLAMA(ş)	KALDIRIM(m)	SERVİS	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL	
Eksik	Türbe (tekyön)	K>G	-	1,5	2	2,5	-	Orta	Orta	Yok	Yoğun	
732-836	Yeni yol	KD>GB	-	0,5	2	0,5	-	-	-	-	-	
622-586	Abdülreşit	K>G	-	1	2	1	-	Az	Az	Az	Az	
580-546	Aşçı Hasan	B>D	-	0,5	2	1	-	-	-	-	-	
710-726	Azerbeycan	KD>GB	-	0,5	2	0,5	-	-	-	-	-	
724-680	B.Kovanağzı	KB>GD	-	-	2	-	-	-	-	-	-	
472-486	Balçelebi	KB>GD	-	1	2	1,5	-	-	-	-	-	
276-274	Baruthane	G>K	-	0,5	2	0,5	-	Orta	Orta	Orta	Orta	
156-296	Çaybaşı	D>B	-	0,5	2	-	-	-	-	-	-	
310-462	Çimenlik	KB>GD	1	6	2	3	1	-	-	Yoğun	Yoğun	
546-504	DamatMustafaPaşa	B>D	-	0,5	2	0,5	-	-	-	Az	Az	
312-454	Eski Ereğli I	B>D	-	1	2	2	1	Az	Az	-	-	
306-310	K.K.KöprüMengene	G>K	-	-	2	2	-	Az	Az	-	-	
680-580	K.Kovanağzı	KB>GD	-	-	2	-	-	-	-	-	-	
310-476	K.KumKöprül	K>G	1	2	2	2	1	Az	Az	Az	Az	
292-554	KaramanUlurmak	G>K	-	3	3	3	-	Orta	Orta	Orta	-	
314-310	Kerimler	B>D	-	1	2	1,5	-	Az	Az	Az	Az	
636-266	Kovanağzı	G>K	-	-	2	0,5	-	-	-	Az	-	
274-140	Maras	K>G	-	1,5	2	-	-	Az	Az	Az	Az	
140-306	Mengene	G>K	-	1	2	1	-	Az	Az	Az	Az	
	Mengüç	D>B	-	0,5	2	0,5	-	-	-	-	-	
130-464	Menzil	B>D	-	3	2	4	-	-	-	-	-	
304-130	Sarıyakup	KB>GD	-	2	2	4	-	Az	Az	Az	Az	
	Topraklık	D>B	-	2	2	1,5	-	Az	Az	Az	Az	

YOL ENVANTERİ DÖKÜMLERİ (BÖLÜNMEMİŞ YOLLAR)

DÜĞÜM NOKTASI	CADDE ADI	YÖN	YOL KESİTİ						YOL KENARI YAYA YOĞUNLUĞU		YOL KENARI PARK DURUMU	
			SERVİS	KALDIRIM(m)	KAPLAMA(şft)	KALDIRIM(m)	SERVİS	SERVİS	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL
	Topraklık	D>B	-	2	2	2	-	-	Orta	Orta	-	Yoğun
	Topraklık	GD>KB	-	2	2	2	-	-	Orta	Orta	-	Yoğun
	Aksaray	D>B	1	2	2	4	1	1	Az	Az	Az	Az
430-436	Başak I	K>G	1	0,5	2	1	-	-	-	-	-	-
378-346	Bulgurımam	KD>GB	-	2	2	-	-	-	Az	Az	Az	Az
374-220	Doğanlar ****	KD>GB	1/-	0,5	1,5-2	-	1/-	1/-	Orta	Orta	Az	Az
324-320	Dolapdere	K>G	-	0,5	1	0,5	-	-	Az	Az	Az	Az
350-358	HacıHasanBaşı	D>B	-	0,5	2	0,2	-	-	Az	Az	Az	Az
222-374	Kahraman	KB>GD	1	1	2	1	1	1	Orta	Orta	Az	Az
374-422	Karakayış	KD>GB	1	2	2	-	-	-	Az	Az	-	Az
352-432	Keçeciler ***	GB>KD	-	2/1	2	4/1	1	1	Orta	Orta	Orta	Orta
378-424	Kırbaşı	KD>GB	-	0,5	2	0,5	-	-	Orta	Orta	Az	Az
932-1126	Malas	K>G	1	3	2	3	1	1	Az	Orta	Az	Orta
348-102	NehriKafur	G>K	1	2	2	2	1	1	Orta	Orta	Orta	Orta
326-318	SarıHasan	G>K	-	0,5	1,5	0,5	-	-	Orta	Orta	-	-
328-112	Sedirler I **	GB>KD	-	0,5	2	1	6m	6m	Orta	Orta	Orta	-
350-332	SırçalıMescitKuzuncuk (tek yön)	K>G	-	0,5	2	0,5	-	-	Yoğun	Yoğun	Yoğun	-
212-334	Şerafettin	D>B	1	3	2	2	1	1	Yoğun	Yoğun	Yoğun	Yoğun
322-442	ŞeyhUlemaRecepAğ	D>B	-	1,5	2	1,5	-	-	Az	Az	Az	Az
322-444	ŞeyhUlemaYahşi	B>D	-	2	2	2	-	-	Az	Az	Az	Az
?	Üçbey Sok.	B>D	-	0,5	2	0,5	-	-	-	-	-	-

YOL ENVANTERİ DÖKÜMLERİ (BÖLÜNMEMİŞ YOLLAR)

DÜĞÜM NOKTASI	CADDE ADI	YÖN	YOL KESİTİ					YOL KENARI YAYA YOĞUNLUĞU		YOL KENARI PARK DURUMU	
			SERVİS	KALDIRIM(m)	KAPLAMA(şt)	KALDIRIM(m)	SERVİS	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL
214-218	ValizettinBey	D>B	-	2	2	2	-	Az(okul)	Orta	Yoğun	Yoğun
374-370	Vardar Sok.	KB>GD	1,5	1	2	1,5	1	Orta	Orta	Az	Az
456-478	Yenice Mezbaha	K>G	-	1	2	1	-	Az	-	Az	-
204-240	Abdülleziz Paşa (tekyön)	B>D	1	1,5	1	0,5	-	Orta	Yoğun	-	Yoğun
876-878	Alay	G>K	1	1	2	1	1	Çok az	Çok az	Orta	Orta
242-244	Amberreis	G>K	1	2	2	2	1	Çok yoğ.	Yoğun	Çokyoğ	Yoğ.
700-156	Araböldüren II	B>D	1	2	3-4	0,5	1	Orta	Orta	Orta	Orta
244-243	Atatürk (tekyön)	GB>KD	-	4	3	4	1	Yoğun	Yoğun	Yoğun	-
299-328	Durakfakih (tekyön)	G>K	-	0,5	1	0,5	-	-	-	-	-
292-284	Eski Garaj (tekyön)	G>K	-	1	2	1	1	Yoğun	Yoğun	Yoğun	-
Eksik	Hüsnü Aşk Sok.	B>D	1	0,5	1	0,5	-	Yoğun	Yoğun	Yoğun	Yoğun
334-384	İstanbul (tekyönlti)	K>G	1	1,5	1	1,5	1	Çok yoğ.	Çok yoğ.	Az	Yoğun
164-243	K. Karabekir(tekyön)	D>B	-	2	2	2	1	Yoğun	Yoğun	Yoğun	-
250-248	Larende I	KD>GB	-	5	2	5	1	Az	Az	-	-
207-?	Mimar Muzafer(t.yön)	B>D	1	2	1	2	1	Yoğun	Yoğun	Yoğun	Yoğun
876-710	Mücahid Asker	G>K	1	1	2	2	1	Çok az	Çok az	-	-
286-250	Sahipata (tekyön)	D>B	-	1,5	2	1,5	1	Yoğun	Yoğun	Yoğun	-
244-250	Sait Paşa	D>B	1	4	2	5	1	Orta	Orta	Orta	Bisiklet
286-288	Selimiye (tekyön)	G>K	-	1	1	1	1	Yoğun	Yoğun	Çift sıra	-
260-208	Sırçalı Medrese	K>G	1	0,5	1,5	0,5	1	Yoğun	Yoğun	Yoğun	Yoğun
242-234	Sultan Cem	G>K	1	2	2	2	1	Yoğun	Yoğun	Yoğun	Yoğun
342-346	Sultan Velet II	B>D	1	2	2	2	1	Orta	Az	-	-

YOL ENVANTERİ DÖKÜMLERİ (BÖLÜNMEMİŞ YOLLAR)

DÜĞÜM NOKTASI	CADDE ADI	YÖN	YOL KESİTİ					YOL KENARI		YOL KENARI	
			SERVİS	KALDIRIM(m)	KAPLAMA(ş)	KALDIRIM(m)	SERVİS	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL
298-299	Şehit Nazım Bey	GB>KD	1	2	2	4	1	Yoğun	Yoğun	Yoğun	-
342-340	Şems	G>K	-	1	2	1	1	Orta	Orta	Orta	Orta
1000-166	Yahya Çavuş *****	B>D	1	3	4 şerit=2şerit	3	1	Yoğun	Yoğun	Orta	Orta
1124-1128	Yeğenoğlu	D>B	1	2	2	2	1	Orta	Orta	Orta	Orta
1230-1200	Akabe	G>K	1	2	2	2	-	Yoğun	Yoğun	-	Yoğun
210-210	Alaaddin (tekyön)	Saat yönünün tersi	Tramvay	3	3	4	1	Yoğun	Orta	Yoğun	-
952-406	Bayrampaşa	KB>GD	1	-	2	-	1	-	-	-	-
1258-1230	Güzeldere	K>G	-	10	2	15	-	Az	Az	-	-
228-237	Hastane	D>B	-	4	2	4	1	Yoğun	Yoğun	Orta	Orta
708-252	Pirebi	B>D	1	1	2	2	1	Çok az	Çok az	-	-
228-?	Sultan Şah(tekyön)	B>D	-	4	2	4	-	Yoğun	Yoğun	-	-
224-222	Telgrafçı Hamdi Bey	D>B	1	6	2	5	1	Yoğun	Yoğun	Orta	Orta
1198-940	Ziyatllhak	KB>GD	1	4	3	4	1	Az	Az	Az	Az

* Meram Eski Yol Caddesindeki 6m. servis, servis şeridinin bulunmadığını ancak yol kenarında 6m. genişlik olduğunu; 4myeşil, kaldırım yerinde 4m. yeşil bant bulunduğunu göstermektedir.

** Sedirler Caddesindeki 6m., servis şeridi yerine 6m. Genişlik olduğunu göstermektedir.

*** Keçeciler Caddesindeki 4/1 ve 2/1, kaldırımın 4m.'den 1m.'ye düştüğünü göstermektedir.

***** Doğanlar Caddesinde servis şeridi yolun bir bölümünde var bir bölümünde yok.

*****Yahya Çavuş Caddesinde kaplama aslında 4 şerit genişliğinde, ancak yatay işaretleme olmadığından 2 şerit kapasitesinde kullanılmakta.

Tablo A-2. YOL ENVANTERİ DÖKÜMLERİ (BÖLÜNMÜŞ YOLLAR)

DÜĞÜM NOKTASI	CADDE ADI	YÖN	YOL KESİTİ										YOL KENARI YAYA YOĞUNLUĞU		YOL KENARI PARK DURUMU	
			SERVİS	KALDIRIM(m)	KAPLAMA(şerit)	REFUJ(m)	KAPLAMA(şerit)	KALDIRIM(m)	SERVİS	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL	
938-1060	Antalya K.yolu	D>B	-	3	3	4	3		10m	Az	Az	Orta	Orta	Orta		
908-1004	Aziz Mahmut Hüdai	B>D	-	5	2	2	2	5	-	Orta	Orta	Az	Az	Az		
336-348	Aziziye	G>K	-	2,5	2,5	0,2	2,5	2,5	-	Yoğun	Yoğun	Yoğun	Yoğun	Yoğun		
336-286	Aziziye II	G>K	-	2	3	1,5	3	2	-	Yoğun	Yoğun	Orta	Orta	Orta		
166-918	Beyşehir	B>D	-	2	2	1,5	2	2	-	Yoğun	Yoğun	Yoğun	Yoğun	Yoğun		
958-1264	Eyüp Sultan	B>D	20m	4	2	4	2	3	15m	Az	Az	-	-	-		
1196-934	Hadimi	K>G	-	-	2	4	2	-	-	Az	Az	-	-	-		
Eksik	Halil Ürdn	D>B	15m	4	3	2	3	6	-	Az	Az	-	-	-		
936-960	İstanbul Karayolu	G>K	Tramvay	3	3	8	3	5	-	-	-	-	-	-		
552-294	KaramanUlur mak II	K>G	-	2	3	0,8	3	2	-	Az	-	-	-	Az		
792-164	Meram Yeni yol	D>B	-	3	2	0,5	2	3	-	Orta	Orta	Orta	Orta	Orta		
210-288	Mevlana	B>D	1	4	3	1	3	4,5-5	1+7m	Yoğun	Yoğun	Az	Az	Az		
Eksik	Piri Esat	D>B	-	3	3	8	3	3	-	Az	Az	-	-	-		
928-1152	Sille	K>G	30m	2	3	2	3	2	20m	Az	Az	Orta	Orta	Orta		
1014-882	Sivaslı AliKemal	K>G	-	3	2	3	2	2	-	Az	Az	Az	Az	Az		
1142-1196	Tuz DeveYolu	B>D	-	2	2	2	2	2	-	Az	Az	Orta	Orta	Orta		
500-609	Yeni Konya- Antalya Karayolu	K>G	-	-	2	3	2	-	-	Orta	Orta	Yoğun	Yoğun	Yoğun		
200-100	Ankara	G>K	1	7	2	2	2	6	1	Az	Az	Orta	Orta	-		
288-452	Aslanlı Kışla	D>B	1	6	2	4	2	6	1	Orta	Orta	Orta	Orta	Orta		
304-500	B.Kumköprü	KB>G D	-	1,5	3	1,5	3	1	-	Az	Az	Az	Az	Az		

EK B : Trafik Sayımı Formları

Tablo B-1. Otomobil, Taksi, Motosiklet, Bisiklet, Kamyon-kamyonet, Şehirlerarası Otobüs ve diğer gruplarındaki araçlar için trafik sayım formu.

Form TS-3		Konya Büyükşehir Belediyesi		Tarih:		Sayım Görevlisi:		Sayım Saatleri					
Sayım Noktası:		Konya Büyükşehir Alanı Kentiçi ve Yakın Çevre Ulaşım Master Planı		Sayım Görevlisi:		Sayım Görevlisi:		Sayım Saatleri					
Sayım Yöntü: Merkez/Çevreye		TRAFİK SAYIMLARI		Sayım Görevlisi:		Sayım Görevlisi:		Sayım Saatleri					
Saat	Belediye ve Halk Otobüsü	Servis Aracı / Çevre Yerleşmeler	Normal	Midi	Minitüs	Hadı Minitüs Dolmuş	Otomobil	Ticari Taksi	Motosiklet	Bisiklet	Kamyon Kamyonet	Şehirlerarası Otobüs	Diğer

[illegible]

EK C : Hız Etüdü Formu

Tablo C-1. Hız Etüdü Örnek Form (Otomobil)

TARİH: 09/01/2000		HAVA DURUMU: açık			HAT NO: 2			
HAT ADI: Ankara caddesi.								
YÖN: Çevreye								
Yol kesimi	Hız Etüdü Verileri				HIZ (km/sa)			
	Variş Saati	Kalkış Saati	Gecikme Süresi ve Nedeni	Mesafe (km)	Toplam Mesafe (km)	Kalkıştan Duruşa Hız (A)	Kalkıştan Kalkışa Hız (B)	Ort. Seyir Hızı (C)
Atatürk Kız Lisesi	09:01:26	09:01:26	0	0,24	9,90	37,6	11,84	50,99
Sultanşah Cad.	09:01:49	09:02:39	44S	0,16		36,0	27,43	
Beşyol Kavşağı	09:02:55	09:03:00	0	0,90		47,6	43,78	
Telgrafçı Hamdi	09:04:08	09:04:14	0	1,20		54,7	41,94	
Belh Kavşağı	09:05:33	09:05:57	0	1,40		63,8	57,27	
TCK Kavşağı-1	09:07:16	09:07:25	0	0,80		56,5	54,34	
Mob.Sit. Katlı	09:08:16	09:08:18	0	0,80		54,3	33,10	
TCK Kavşağı-2	09:09:11	09:09:45	19S	4,40		79,2	79,20	
Aksaray Kavşağı	09:13:05	09:13:05	0					
YÖN: Merkeze								
Yol kesimi	Hız Etüdü Verileri				HIZ (km/sa)			
	Variş Saati	Kalkış Saati	Gecikme Süresi ve Nedeni	Mesafe (km)	Toplam Mesafe (km)	Kalkıştan Duruşa Hız (A)	Kalkıştan Kalkışa Hız (B)	Ort. Seyir Hızı (C)
Aksaray Kavşağı	09:14:02	09:14:02	0	4,40	9,90	86,1	68,9	47,97
TCK Kavşağı-2	09:17:06	09:17:52	29S	0,80		65,5	65,5	
Mob.Sit. Katlı	09:18:36	09:18:36	0	0,80		48,8	33,5	
TCK Kavşağı-1	09:19:35	09:20:02	11S	1,40		62,2	42,0	
Belh Kavşağı	09:21:23	09:22:02	6S	1,20		55,4	37,2	
Telgrafçı Hamdi	09:23:20	09:23:25	0	0,90		45,6	39,0	
Beşyol Kavşağı	09:24:36	09:25:21	28S	0,16		28,8	22,2	
Sultanşah Cad.	09:25:41	09:25:47	0	0,24		24,7	22,7	
Atatürk Kız Lisesi	09:26:22	09:26:25	0					
(A) Kalkıştan duruşa Hız (Duraklamalardaki süreler hariç)								
(B) Kalkıştan Kalkışa Hız (Duraklamalardaki süreler dahil)								
(C) Hatta Ortalama Ticari Hız								
GEÇİKME NEDENLERİ:								
D = Dur levhası				S = Trafik sinyalleri				
PK = Park eden araçlar				SD = Sola dönüşler				
T = Genel trafik				ISP = İkinci sıra park etme				
				Y = Yayalar				

EK D: Trafik sayım noktalarındaki trafik hacim verileri.

Tablo D-1. Trafik sayım noktalarındaki trafik hacim verileri. (Merkeze 08.00 - 09.00 Taşıt)

MERKEZE 08.00 - 09.00 TAŞIT													
Sayım Noktası	Otomobil ve Taksit	Bisiklet Motosiklet	Bisiklet Motosiklet (BO=0,5)	Ticari	Ticari (BO=2)	Otobüs	Otobüs (BO=2,5)	Servis Araçları	Servis Araçları (BO=2)	Minibüs	Minibüs (BO=1,5)	Toplam	Toplam BO
1	357	338	169	183	366	1	2,5	11	22	1	1,5	891	918
2	24	10	5	13	26	1	2,5	8	16	9	13,5	65	87
3	17	11	5,5	8	16	2	5	1	2	0	0	39	45,5
4	23	24	12	13	26	3	7,5	6	12	7	10,5	76	91
5	16	12	6	6	12	0	0	3	6	0	0	37	40
6	37	42	21	38	76	1	2,5	5	10	7	10,5	130	157
7	20	30	15	11	22	0	0	2	4	0	0	63	61
8	7	11	5,5	7	14	2	5	4	8	1	1,5	32	41
9	66	25	12,5	90	180	9	22,5	23	46	4	6	217	333
10	23	6	3	15	30	0	0	4	8	0	0	48	64
11	19	20	10	20	40	0	0	3	6	3	4,5	65	79,5
12	62	73	36,5	28	56	4	10	2	4	4	6	173	174,5
13	28	24	12	18	36	1	2,5	2	4	0	0	73	82,5
14	132	150	75	52	104	5	12,5	29	58	14	21	382	402,5
15	174	43	21,5	70	140	10	25	23	46	15	22,5	335	429
16	252	213	106,5	96	192	5	12,5	69	138	21	31,5	656	732,5
17	113	27	13,5	49	98	1	2,5	11	22	0	0	201	249
18	331	124	62	10	20	10	25	18	36	10	15	503	489
19	341	32	16	110	220	5	12,5	15	30	17	25,5	520	645
20	273	158	79	201	402	11	27,5	29	58	0	0	672	839,5
21	514	25	12,5	39	78	7	17,5	27	54	27	40,5	639	716,5
22	566	69	34,5	106	212	11	27,5	20	40	18	27	790	907
23	354	178	89	109	218	8	20	28	56	37	55,5	714	792,5
24	253	220	110	100	200	1	2,5	39	78	0	0	613	643,5
25	611	42	21	134	268	21	52,5	50	100	32	48	890	1100,5
26	241	240	120	206	412	1	2,5	17	34	44	66	749	875,5
27	549	119	59,5	171	342	3	7,5	40	80	18	27	900	1065
28	399	33	16,5	190	380	6	15	124	248	10	15	762	1073,5

MERKEZE 08.00 - 09.00 TAŞIT													
29	209	62	31	84	168	3	7,5	13	26	91	136,5	462	578
30	368	101	50,5	78	156	1	2,5	32	64	18	27	598	668
31	574	40	20	99	198	36	90	41	82	26	39	816	1003
32	307	115	57,5	103	206	0	0	5	10	5	7,5	535	588
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	117	40	20	79	158	16	40	77	154	0	0	329	489
35	27	57	28,5	8	16	0	0	13	26	0	0	105	97,5
36	154	130	65	52	104	71	177,5	16	32	58	87	481	619,5
37	223	71	35,5	99	198	0	0	19	38	83	124,5	495	619
38	117	68	34	34	68	0	0	10	20	0	0	229	239
39	514	43	21,5	121	242	13	32,5	43	86	36	54	770	950
40	452	60	30	90	180	24	60	46	92	142	213	868	1027
41	280	36	18	90	180	2	5	37	74	18	27	463	584
42	327	49	24,5	136	272	1	2,5	37	74	0	0	550	700
43	80	22	11	68	136	0	0	6	12	0	0	176	239
44	78	89	44,5	38	76	1	2,5	6	12	6	9	218	222
45	852	110	55	250	500	2	5	58	116	118	177	1447	1705
46	265	60	30	202	404	4	10	11	22	21	31,5	563	762,5
47	637	64	32	258	516	2	5	16	32	21	31,5	998	1253,5
48	248	17	8,5	99	198	9	22,5	18	36	32	48	423	561
49	424	35	17,5	125	250	0	0	26	52	23	34,5	633	778
50	940	26	13	202	404	0	0	84	168	53	79,5	1356	1604,5
51	47	9	4,5	92	184	0	0	2	4	0	0	150	239,5
52	156	2	1	119	238	6	15	51	102	3	4,5	337	516,5
53	247	23	11,5	145	290	1	2,5	26	52	14	21	456	624
54	36	1	0,5	145	290	0	0	16	32	0	0	198	358,5
55	75	0	0	54	108	0	0	15	30	0	0	144	213
56	83	0	0	133	266	4	10	44	88	0	0	264	447
57	45	1	0,5	102	204	4	10	15	30	1	1,5	168	291
58	258	75	37,5	57	114	113	282,5	26	52	54	81	583	825
59	103	23	11,5	47	94	0	0	14	28	0	0	187	236,5
60	104	154	77	31	62	7	17,5	3	6	25	37,5	324	304
TOPLAM	14149	3882	1941	5333	10666	449	1122,5	1439	2878	1147	1720,5	26561	32477

Tablo D-2. Trafik sayım noktalarındaki trafik hacim verileri. (Çevreye 08.00 - 09.00 Taşıt)

ÇEVREYE 08.00 - 09.00 TAŞIT													
Sayım Noktası	Otomobil ve Taksı	Bisiklet Motosiklet	Bisiklet Motosiklet (BO=0,5)	Ticari	Ticari (BO=2)	Otobüs	Otobüs (BO=2,5)	Servis Araçları	Servis Araçları (BO=2)	Minibüs	Minibüs (BO=1,5)	Toplam	Toplam BO
1	176	45	22,5	110	220	1	2,5	15	30	0	0	347	451
2	75	106	53	42	84	1	2,5	5	10	11	16,5	240	241
3	31	24	12	24	48	1	2,5	1	2	0	0	81	95,5
4	55	32	16	19	38	4	10	6	12	6	9	122	140
5	45	78	39	12	24	0	0	2	4	0	0	137	112
6	20	25	12,5	38	76	1	2,5	13	26	45	67,5	142	204,5
7	35	14	7	17	34	2	5	1	2	0	0	69	83
8	19	13	6,5	11	22	0	0	3	6	0	0	46	53,5
9	168	62	31	104	208	4	10	17	34	6	9	361	460
10	29	20	10	10	20	0	0	3	6	0	0	62	65
11	34	14	7	21	42	0	0	4	8	0	0	73	91
12	20	13	6,5	14	28	3	7,5	4	8	4	6	58	76
13	11	7	3,5	22	44	0	0	2	4	0	0	42	62,5
14	31	12	6	10	20	5	12,5	9	18	14	21	81	108,5
15	70	24	12	51	102	9	22,5	11	22	17	25,5	182	254
16	35	17	8,5	13	26	7	17,5	14	28	18	27	104	142
17	63	10	5	43	86	0	0	6	12	0	0	122	166
18	124	112	56	21	42	12	30	15	30	13	19,5	297	301,5
19	202	44	22	76	152	10	25	22	44	15	22,5	369	467,5
20	263	33	16,5	57	114	5	12,5	63	126	16	24	437	556
21	211	6	3	14	28	8	20	17	34	26	39	282	335
22	179	40	20	70	140	10	25	22	44	23	34,5	344	442,5
23	206	46	23	49	98	12	30	18	36	34	51	365	444
24	64	32	16	28	56	0	0	27	54	0	0	151	190
25	222	8	4	83	166	16	40	65	130	33	49,5	427	611,5
26	128	121	60,5	82	164	1	2,5	17	34	56	84	405	473
27	197	29	14,5	28	56	13	32,5	10	20	30	45	307	365
28	906	92	46	292	584	3	7,5	99	198	13	19,5	1405	1761
29	137	25	12,5	35	70	27	67,5	26	52	0	0	250	339

ÇEVREYE 08.00 - 09.00 TAŞIT

30	624	41	20,5	127	254	17	42,5	48	96	116	174	973	1211
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	28	14	7	20	40	0	0	3	6	0	0	65	81
33	103	10	5	32	64	0	0	0	0	0	0	145	172
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	41	38	19	10	20	0	0	10	20	1	1,5	100	101,5
36	176	22	11	58	116	52	130	29	58	177	265,5	514	756,5
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	88	31	15,5	35	70	0	0	7	14	0	0	161	187,5
39	612	120	60	108	216	18	45	36	72	28	42	922	1047
40	2234	50	25	74	148	14	35	27	54	78	117	2524	2613
41	658	121	60,5	252	504	3	7,5	57	114	0	0	1091	1344
42	265	89	44,5	125	250	4	10	26	52	0	0	509	621,5
43	47	12	6	50	100	0	0	10	20	0	0	119	173
44	14	10	5	13	26	1	2,5	0	0	7	10,5	45	58
45	751	72	36	258	516	5	12,5	68	136	138	207	1358	1658,5
46	765	404	202	392	784	6	15	21	42	31	46,5	1619	1854,5
47	245	61	30,5	236	472	1	2,5	25	50	10	15	578	815
48	117	11	5,5	63	126	9	22,5	12	24	35	52,5	247	347,5
49	79	6	3	26	52	0	0	13	26	35	52,5	159	212,5
50	998	46	23	195	390	2	5	89	178	75	112,5	1459	1706,5
51	255	58	29	178	356	0	0	20	40	0	0	511	680
52	753	37	18,5	516	1032	14	35	422	844	12	18	1754	2700,5
53	245	44	22	120	240	0	0	18	36	9	13,5	436	556,5
54	61	0	0	91	182	0	0	18	36	0	0	170	279
55	45	1	0,5	40	80	0	0	47	94	0	0	133	219,5
56	249	0	0	151	302	1	2,5	58	116	1	1,5	460	671
57	54	0	0	99	198	3	7,5	4	8	0	0	160	267,5
58	488	14	7	49	98	101	252,5	33	66	120	180	805	1091,5
59	145	115	57,5	73	146	0	0	16	32	0	0	349	380,5
60	8	18	9	5	10	6	15	0	0	11	16,5	48	58,5
TOPLAM	13904	2549	1274,5	4792	9584	412	1030	1634	3268	1264	1896	24722	30956,5

EK E: Gözlem Verileri

Tablo E-1. 1.+2.Bölgede güzergah sınıflandırmasına göre kurulan model için kullanılan veriler.

Sıra No	Sayım Noktası	Güzergah uzunluğu	yol tipi	Hacim (BO)	şerit sayısı	OYH (km/s.)	Hacim/ Kapasite	Bisiklet	Park endeksi	Yaya endeksi	KS/km
1	39	0,4	d	987	3	22,45	0,182778	60	0	1	7,5
2	39	0,4	d	928,5	3	36,8	0,171944	21,5	2	1	7,5
3	38	0,78	s	205	2	10,75	0,056944	34	3	3	3,846154
4	38	0,78	s	172	2	18	0,047778	15,5	3	3	3,846154
5	37	0,26	t	583,5	3	17,02	0,108056	35,5	2	3	7,692308
6	36	0,42	d	554,5	3	15,16	0,102685	65	2	3	7,142857
7	36	0,42	d	745,5	3	29,79	0,138056	11	2	3	7,142857
8	34	0,3	t	469	3	29,19	0,086852	20	3	3	6,666667
9	33	0,4	t	167	2	28,24	0,046389	5	3	3	5
10	31	0,76	t	983	3	31,09	0,182037	20	3	3	2,631579
11	58	0,52	d	787,5	3	32,27	0,145833	37,5	2	3	3,846154
12	58	0,52	d	1084,5	3	43,53	0,200833	7	2	3	3,846154
13	1	4,1	d	428,5	2	49,2	0,119028	22,5	0	0	1,95122
14	1	4,1	d	749	2	55,91	0,208056	169	0	0	1,95122
15	2	2,64	s	69	1	54,62	0,038333	5	0	1	1,136364
16	2	2,64	s	219	1	65,09	0,121667	53	1	1	1,136364
17	4	2,1	s	124	1	40,43	0,068889	16	1	1	1,428571
18	4	2,1	s	79	1	45,27	0,043889	12	1	1	1,428571
19	6	2,18	s	192	1	40,2	0,106667	12,5	1	1	1,834862
20	6	2,18	s	136	1	42,65	0,075556	21	1	1	1,834862
21	7	2,44	s	76	1	33,4	0,042222	7	1	1	3,278689
22	7	2,44	s	46	1	26,78	0,025556	15	1	1	3,278689
23	9	2,12	d	320,5	2	40,6	0,089028	12,5	1	1	2,358491
24	9	0,66	d	429	2	27,95	0,119167	31	1	1	7,575758
25	11	0,56	s	69,5	1	74,67	0,038611	10	1	1	7,142857
26	11	0,56	s	84	1	36	0,046667	7	1	1	7,142857
27	13	2,16	s	70,5	1	31,23	0,039167	12	1	1	2,314815
28	13	2,16	s	59	1	36,51	0,032778	3,5	1	1	2,314815
29	15	2,1	d	242	3	34,52	0,044815	12	1	1	1,904762
30	15	2,1	d	407,5	3	27,89	0,075463	21,5	1	1	1,904762
31	16	1,6	d	133,5	2	37,4	0,037083	8,5	2	3	3,125
32	16	1,6	d	626	2	43,3	0,173889	106,5	2	3	3,125
33	17	3,18	d	161	3	51,8	0,029815	5	1	1	1,886792
34	17	3,18	d	235,5	3	43,2	0,043611	13,5	1	1	1,886792
35	30	1,28	d	1190,5	2	34,38	0,330694	20,5	1	2	3,125
36	30	1,28	d	617,5	2	30,12	0,171528	50,5	1	2	3,125
37	41	0,9	d	566	2	37,67	0,157222	18	3	3	3,333333
38	41	0,9	d	1283,5	2	22,98	0,356528	60,5	3	3	3,333333
39	40	2,1	d	997	3	28	0,18463	30	2	3	1,904762
40	40	2,1	d	2588	3	23,77	0,479259	25	2	3	1,904762
41	27	1,54	d	1005,5	2	22,45	0,279306	59,5	3	3	1,298701
42	27	1,54	d	350,5	2	33	0,097361	14,5	3	3	1,298701
43	59	1,36	d	323	3	18,27	0,059815	57,5	2	3	3,676471
44	59	1,36	d	225	3	17,3	0,041667	11,5	2	3	3,676471

Tablo E-2. 3.Bölgede güzergah sınıflandırmasına göre kurulan model için kullanılan veriler.

Sıra No	Sayım Noktası	Güzergah uzunluğu	Yol tipi	Şerit sayısı	Hacim (BO)	OYH (km/s)	Hacim/ Kapasite	Bisiklet	Park endeksi	Yaya endeksi	KS/km
1	44	3,62	s	1	53	36,6	0,029444	5	0	0	1,381215
2	44	3,62	s	1	177,5	40,47	0,098611	44,5	0	0	1,381215
3	18	3,76	s	1	245,5	42,3	0,136389	56	0	0	1,329787
4	18	2,3	s	1	427	25,26	0,237222	62	0	0	2,173913
5	19	5,28	s	2	445,5	43,1	0,12375	22	1	1	1,325758
6	19	5,28	s	2	629	43	0,174722	16	0	1	1,325758
7	21	5,46	d	2	332	41,29	0,092222	3	2	2	1,098901
8	21	5,46	d	2	704	47,8	0,195556	12,5	2	2	1,098901
9	22	6,18	s	2	422,5	40,3	0,117361	20	2	3	1,294498
10	22	6,18	s	2	872,5	43,03	0,242361	34,5	2	3	1,294498
11	23	4,3	d	2	421	48,53	0,116944	23	1	2	2,093023
12	23	4,3	d	2	703,5	41,06	0,195417	89	1	2	2,093023
13	23	2,26	d	2	421	25,03	0,116944	23	1	2	1,769912
14	23	2,26	d	2	703,5	29,69	0,195417	89	1	2	1,769912
15	25	1,3	d	3	607,5	21,97	0,1125	4	1	2	3,076923
16	25	1,3	d	3	1079,5	26	0,199907	21	1	2	3,076923
17	26	0,9	s	2	412,5	32,08	0,114583	60,5	1	2	3,333333
18	26	0,9	s	2	755,5	43,2	0,209861	120	1	2	3,333333
19	45	1,1	d	3	1650	26,94	0,305556	55	0	0	1,818182
20	45	1,1	d	3	1622,5	40	0,300463	36	0	0	1,818182
21	46	0,9	d	1	1652,5	27,23	0,918056	202	2	2	3,333333
22	46	0,9	d	1	732,5	24,36	0,406944	30	2	2	3,333333
23	28	2,2	d	3	1057	38,45	0,195741	16,5	0	0	1,363636
24	28	2,2	d	3	1715	56,17	0,317593	46	0	0	1,363636
25	48	2,92	s	1	552,5	47,8	0,306944	8,5	0	0	2,054795
26	48	2,92	s	1	342	54,47	0,19	5,5	0	0	2,054795
27	49	2,22	d	2	760,5	39,18	0,21125	17,5	2	2	1,351351
28	49	2,22	d	2	209,5	44,2	0,058194	3	2	2	1,351351
29	50	3,46	d	3	1683,5	46,3	0,311759	23	0	0	1,445087
30	50	3,46	d	3	1591,5	46,48	0,294722	13	0	0	1,445087
31	51	4,1	d	2	651	37,56	0,180833	29	0	0	0,97561
32	51	4,1	d	2	235	58,11	0,065278	4,5	0	0	0,97561
33	52	5,2	d	3	515,5	68,32	0,095463	1	0	0	0,576923
34	52	5,2	d	3	2682	65,23	0,496667	18,5	0	0	0,576923
35	54	8,74	d	3	358	73,86	0,066296	0,5	0	0	0,228833
36	54	8,74	d	3	279	74,38	0,051667	0	0	0	0,228833

Tablo E-3. Tüm Yollar Gözlem Verileri.

Sayım No	Yol Tipi	Yön	Node A	Node B	Mesafe (km.)	Özel Otomo bil Hızı (km/s)	otobüs hız (km/s)	minibüs hız (km/s)	bisiklet hız (km/s)	ticari araç hızı (km/s)	ortalama hız (km/s)	Tyi	Pi	Şerit sayısı/ yön
1	D	m	1520	1500	4,10	49,20	25,27	27,07	15,00	40,00	38,70	0	0	2
1	D	ç	1500	1520	4,10	55,91	26,30	19,20	15,00	40,00	43,76	0	0	2
2	S	m	422	104	1,96	41,50	0,00	16,90	15,00	40,00	30,27	1	0	1
2	S	m	104	380	0,90	24,70	21,81	16,28	15,00	40,00	26,01	1	0	1
2	S	m	380	374	0,98	36,40	21,81	16,28	15,00	40,00	29,28	1	0	1
2	S	ç	380	104	0,90	24,65	19,17	16,24	15,00	40,00	26,92	1	1	1
2	S	ç	104	422	1,96	17,80	0,00	19,62	15,00	40,00	24,98	1	1	1
4	S	ç	350	108	2,10	40,43	48,67	16,24	15,00	40,00	34,06	1	1	1
4	S	ç	108	430	1,10	48,29	61,40	28,26	15,00	40,00	39,82	1	1	1
4	S	ç	430	432	0,86	48,38	46,29	19,62	15,00	40,00	37,50	1	1	1
4	S	m	432	430	0,86	53,38	25,80	16,90	15,00	40,00	33,18	1	1	1
4	S	m	430	108	1,10	48,29	20,64	22,42	15,00	40,00	32,88	1	1	1
4	S	m	108	352	2,10	45,27	52,45	16,28	15,00	40,00	33,13	1	1	1
6	S	ç	328	1512	2,18	40,20	54,64	16,24	15,00	40,00	27,74	1	1	1
6	D	ç	1512	434	1,38	51,80	57,86	19,62	15,00	40,00	30,48	2	1	2
6	D	m	434	1512	1,38	54,59	52,41	16,90	15,00	40,00	37,50	2	1	2
6	S	m	1512	328	2,18	42,65	45,69	16,28	15,00	40,00	34,42	1	1	1
7	S	ç	334	328	0,68	27,50	21,08	20,55	15,00	40,00	30,83	1	1	1
7	S	ç	328	116	1,76	36,40	54,64	16,24	15,00	40,00	36,49	1	1	1
7	S	ç	116	442	1,80	22,70	57,86	19,62	15,00	40,00	31,00	1	1	1
7	S	m	442	116	1,80	35,80	52,41	16,90	15,00	40,00	31,15	1	1	1
7	S	m	116	328	1,76	32,33	45,69	16,28	15,00	40,00	29,96	1	1	1
7	S	m	328	334	0,68	18,55	32,97	17,36	15,00	40,00	25,49	1	1	1
9	D	m	452	1520	2,04	80,70	37,56	40,33	15,00	40,00	47,42	1	1	2
9	D	m	1520	318	1,56	55,60	37,56	31,48	15,00	40,00	40,99	1	1	2
9	D	m	318	288	0,44	36,00	37,56	31,48	15,00	40,00	37,07	1	1	2
9	D	m	288	298	0,12	10,00	28,93	15,43	15,00	40,00	28,69	1	1	2
9	D	ç	298	288	0,12	20,57	18,98	16,94	15,00	40,00	28,57	1	1	2
9	D	ç	288	318	0,44	63,36	34,94	33,20	15,00	40,00	46,18	1	1	2
9	D	ç	318	452	3,60	63,22	34,94	33,20	15,00	40,00	46,13	1	1	2
11	S	m	462	310	3,70	58,40	0,00	30,51	15,00	40,00	39,93	0	3	1
11	S	m	310	288	0,56	74,70	0,00	36,00	15,00	40,00	44,56	1	1	1
11	S	ç	288	310	0,56	36,00	0,00	20,57	15,00	40,00	34,77	1	1	1
11	S	ç	310	462	3,70	63,43	0,00	24,39	15,00	40,00	45,26	0	3	1
13	S	m	464	468	2,30	67,90	32,74	27,36	15,00	40,00	45,29	0	0	1
13	S	m	468	304	1,64	41,90	39,76	31,88	15,00	40,00	36,88	0	0	1
13	S	m	304	292	0,52	17,30	32,05	36,00	15,00	40,00	28,49	1	1	1
13	S	ç	292	304	0,52	39,00	29,28	20,57	15,00	40,00	37,15	1	1	1
13	S	ç	304	468	1,64	35,78	46,73	23,49	15,00	40,00	36,75	0	0	1
13	S	ç	468	464	2,30	68,43	46,73	22,90	15,00	40,00	42,59	0	0	1

14	D	ç	302	500	3,90	53,60	29,12	26,77	15,00	40,00	36,78	1	1	3
14	D	m	500	302	3,90	54,21	51,70	31,81	15,00	40,00	39,05	1	1	3
15	D	ç	292	296	0,70	25,45	24,95	12,26	15,00	40,00	28,45	2	3	3
15	D	ç	296	138	1,40	42,00	24,92	22,31	15,00	40,00	34,99	1	1	3
15	D	ç	138	524	2,30	52,08	29,12	37,30	15,00	40,00	41,04	1	0	3
15	D	m	524	138	2,30	46,00	51,70	31,85	15,00	40,00	41,01	1	1	3
15	D	m	138	296	1,40	46,24	22,04	31,76	15,00	40,00	39,31	1	1	3
15	D	m	296	292	0,70	25,20	25,20	7,58	15,00	40,00	27,01	2	3	3
16	D	ç	262	150	1,60	37,40	25,46	65,33	15,00	40,00	45,98	3	2	2
16	S	ç	150	582	2,60	56,70	34,41	23,44	15,00	40,00	35,55	1	1	1
16	S	m	582	150	2,60	56,00	19,58	16,39	15,00	40,00	35,85	1	1	1
16	D	m	150	262	1,60	43,30	12,60	44,10	15,00	40,00	37,77	3	2	2
17	D	ç	160	150	1,78	44,80	26,30	33,16	15,00	40,00	40,60	1	1	3
17	D	ç	150	138	1,40	64,60	26,30	33,16	15,00	40,00	48,12	1	1	3
17	D	m	138	150	1,40	45,82	27,46	28,06	15,00	40,00	39,77	1	1	3
17	D	m	150	160	1,78	41,34	27,46	28,06	15,00	40,00	37,75	1	1	3
18	S	ç	158	708	0,54	38,10	26,30	19,20	15,00	40,00	29,77	0	0	1
18	S	ç	708	18	0,30	30,90	18,95	27,61	15,00	40,00	27,43	0	0	1
18	S	ç	18	726	1,46	46,50	19,43	58,40	15,00	40,00	38,80	0	0	1
18	D	ç	726	732	1,46	43,40	11,62	20,57	15,00	40,00	30,70	0	0	2
18	D	ç	732	848	4,40	51,10	35,92	46,49	15,00	40,00	40,43	0	0	2
18	D	m	848	726	5,90	74,27	22,47	31,43	15,00	40,00	58,32	0	0	2
18	S	m	726	18	1,46	42,73	34,83	49,85	15,00	40,00	39,33	0	0	1
18	S	m	18	708	0,30	45,98	13,45	27,07	15,00	40,00	38,20	0	0	1
18	S	m	708	158	0,54	38,12	25,27	27,07	15,00	40,00	33,44	0	0	1
19	S	ç	160	762	0,74	24,90	14,07	19,20	15,00	40,00	28,05	1	1	1
19	S	ç	762	770	0,84	57,10	20,63	24,39	15,00	40,00	42,95	1	1	2
19	S	ç	770	776	1,60	48,40	35,01	35,63	15,00	40,00	41,50	1	1	2
19	S	ç	776	790	2,10	46,70	35,01	37,06	15,00	40,00	40,97	1	1	2
19	S	ç	790	792	0,70	45,80	35,01	37,06	15,00	40,00	40,58	1	1	2
19	S	ç	792	830	0,70	45,80	35,01	37,06	15,00	40,00	40,58	1	1	2
19	S	m	830	792	2,30	36,80	28,89	25,95	15,00	40,00	36,32	1	0	2
19	S	m	792	790	0,70	42,00	28,89	40,16	15,00	40,00	40,35	1	0	2
19	S	m	790	776	2,10	41,00	28,89	40,16	15,00	40,00	39,82	1	0	2
19	S	m	776	770	1,60	25,15	28,89	32,30	15,00	40,00	30,71	1	0	2
19	S	m	770	762	0,84	54,98	23,53	21,36	15,00	40,00	45,43	1	0	2
19	S	m	762	160	0,74	23,79	26,01	27,07	15,00	40,00	29,47	1	0	2
21	T	ç	206	242	0,56	19,20	20,66	24,69	15,00	40,00	22,12	3	3	2
21	T	ç	242	164	0,40	10,60	32,74	24,69	15,00	40,00	17,42	3	3	2
21	D	ç	164	21	0,36	68,20	32,74	12,67	15,00	40,00	51,07	2	2	2
21	D	ç	21	882	1,50	31,80	38,45	32,18	15,00	40,00	32,77	2	2	2
21	D	ç	882	792	3,60	45,20	33,06	41,47	15,00	40,00	42,93	2	2	2
21	D	m	792	882	3,60	46,60	32,40	41,21	15,00	40,00	44,26	2	2	2
21	D	m	882	21	1,50	52,43	35,79	41,21	15,00	40,00	48,52	2	2	2
21	D	m	21	164	0,36	39,27	43,75	37,03	15,00	40,00	38,66	2	2	2

22	S	ç	166	22	0,46	15,80	20,36	21,69	15,00	40,00	25,00	3	2	2
22	S	ç	22	1010	1,64	36,00	60,00	36,58	15,00	40,00	38,13	1	1	1
22	S	ç	1010	888	4,08	52,80	70,36	57,60	15,00	40,00	49,26	1	1	1
22	S	m	888	1010	4,08	48,16	68,79	35,52	15,00	40,00	44,21	1	1	1
22	S	m	1010	22	1,64	44,39	68,21	30,53	15,00	40,00	41,51	1	1	1
22	S	m	22	166	0,46	22,68	19,20	14,69	15,00	40,00	25,47	1	1	1
23	D	ç	23	1016	0,50	40,00	24,63	31,58	15,00	40,00	35,99	3	3	2
23	D	ç	1016	920	1,76	22,60	24,63	31,58	15,00	40,00	27,99	3	3	2
23	S	ç	920	1104	1,10	27,50	55,80	31,58	15,00	40,00	32,42	2	0	1
23	S	m	1104	920	1,10	29,55	38,09	26,40	15,00	40,00	30,99	2	0	1
23	D	m	920	1016	1,76	60,26	24,27	26,40	15,00	40,00	44,39	3	3	2
23	D	m	1016	23	0,50	38,30	24,27	32,58	15,00	40,00	35,37	3	3	2
23	D	ç	228	234	0,34	34,30	6,14	19,26	15,00	40,00	29,61	3	3	2
23	D	ç	234	23	0,76	47,20	19,86	23,82	15,00	40,00	37,42	3	3	2
23	D	ç	23	1016	0,50	40,90	9,84	65,45	15,00	40,00	42,14	3	3	2
23	D	ç	1016	908	3,80	49,70	69,28	57,75	15,00	40,00	48,81	3	3	2
23	D	ç	908	906	1,26	37,50	69,28	57,75	15,00	40,00	43,20	3	3	2
23	D	m	906	908	1,26	58,91	34,26	58,70	15,00	40,00	48,61	3	3	2
23	D	m	908	1016	0,70	40,96	34,26	58,70	15,00	40,00	40,53	3	3	2
23	D	m	1016	23	2,10	41,86	8,58	32,58	15,00	40,00	36,51	3	3	2
23	D	m	23	234	1,60	22,06	36,42	21,50	15,00	40,00	26,88	3	3	2
23	D	m	234	228	0,84	36,00	20,70	18,82	15,00	40,00	32,31	3	3	2
25	D	ç	348	220	0,56	21,45	9,60	21,00	15,00	40,00	25,43	3	1	2
25	D	ç	220	226	0,50	15,79	9,60	36,48	15,00	40,00	27,89	1	2	3
25	D	ç	226	25	0,30	12,56	6,29	17,70	15,00	40,00	21,04	1	2	3
25	D	ç	25	928	1,30	21,97	38,66	24,00	15,00	40,00	28,53	3	1	3
25	D	m	928	25	1,30	26,00	17,85	19,86	15,00	40,00	27,93	3	1	3
25	D	m	25	226	0,30	42,17	8,96	30,78	15,00	40,00	37,96	2	0	3
25	D	m	226	220	0,50	30,51	29,19	30,78	15,00	40,00	32,45	2	0	3
25	D	m	220	348	0,56	30,09	29,19	30,78	15,00	40,00	32,21	3	1	2
26	S	ç	1126	932	0,90	32,08	0,00	26,43	15,00	40,00	31,22	2	1	1
26	S	ç	932	934	0,66	39,05	0,00	27,43	15,00	40,00	33,35	2	1	1
26	D	ç	934	1234	2,20	43,28	0,00	28,43	15,00	40,00	34,74	1	0	2
26	D	m	1234	934	2,20	40,00	0,00	24,38	15,00	40,00	34,78	1	0	2
26	D	m	934	932	0,20	11,80	0,00	24,38	15,00	40,00	26,89	1	0	2
26	S	m	932	1126	0,90	43,20	0,00	24,38	15,00	40,00	35,68	2	1	1
27	D	ç	172	176	1,54	33,00	56,60	30,86	15,00	40,00	35,07	3	3	2
27	D	ç	176	400	1,10	43,90	56,60	26,81	15,00	40,00	40,23	3	3	2
27	D	ç	400	402	0,46	40,00	30,95	28,09	15,00	40,00	36,04	3	3	2
27	D	m	402	400	0,46	25,09	23,65	22,30	15,00	40,00	29,21	3	3	2
27	D	m	400	176	1,10	51,43	40,91	35,35	15,00	40,00	44,39	3	3	2
27	D	m	176	172	1,54	22,45	41,54	27,00	15,00	40,00	28,49	3	3	2
29	S	m	250	244	0,25	13,85	27,46	34,29	15,00	40,00	27,21	2	2	2
29	S	m	244	242	0,25	15,65	27,46	13,79	15,00	40,00	22,12	3	3	1
29	T	m	242	234	0,60	65,45	13,17	17,93	15,00	40,00	41,06	3	3	3

30	D	ç	166	164	0,40	27,20	0,00	18,51	15,00	40,00	26,64	2	1	2
30	D	ç	164	162	0,42	34,40	0,00	19,20	15,00	40,00	30,47	2	1	2
30	D	ç	162	160	0,46	28,60	0,00	16,90	15,00	40,00	27,00	2	1	2
30	D	m	160	162	0,46	27,60	0,00	19,44	15,00	40,00	28,30	2	1	2
30	D	m	162	164	0,42	30,86	0,00	13,79	15,00	40,00	29,30	2	1	2
30	D	m	164	166	0,40	32,73	0,00	14,93	15,00	40,00	30,49	2	1	2
31	D	m	162	244	0,46	32,47	28,80	18,82	15,00	40,00	31,66	3	0	2
31	T	m	244	206	0,76	31,09	23,31	20,97	15,00	40,00	30,64	3	3	3
33	T	ç	338	282	0,40	28,24	0,00	0,00	15,00	40,00	32,19	3	3	2
34	T	m	337	284	0,30	29,19	9,16	19,12	15,00	40,00	27,07	3	2	2
36	D	m	298	336	0,18	10,50	9,53	14,09	15,00	40,00	16,37	3	2	3
36	D	m	336	337	0,08	8,20	14,69	5,08	15,00	40,00	15,58	3	2	3
36	D	m	337	338	0,16	41,10	14,69	5,08	15,00	40,00	23,80	3	2	3
36	D	ç	338	337	0,16	36,00	17,22	12,71	15,00	40,00	22,82	3	2	3
36	D	ç	337	336	0,08	32,00	8,08	12,71	15,00	40,00	20,35	3	2	3
36	D	ç	336	298	0,18	46,29	8,00	12,67	15,00	40,00	23,60	3	2	3
37	T	m	334	337	0,26	17,02	0,00	12,67	15,00	40,00	23,12	3	2	1
38	D	ç	348	334	0,36	44,69	0,00	33,37	15,00	40,00	39,34	3	3	3
38	D	ç	334	336	0,22	16,50	0,00	17,66	15,00	40,00	24,99	3	3	3
38	D	ç	336	286	0,20	20,57	0,00	19,12	15,00	40,00	27,01	3	3	3
38	D	m	286	336	0,20	21,82	0,00	11,12	15,00	40,00	24,88	3	3	3
38	D	m	336	334	0,22	14,94	0,00	8,92	15,00	40,00	21,33	3	3	3
38	D	m	334	348	0,36	41,81	0,00	9,84	15,00	40,00	34,57	3	3	3
39	D	m	1500	222	1,20	37,20	25,56	36,00	15,00	40,00	36,55	1	0	3
39	D	m	222	220	0,90	39,00	32,73	18,00	15,00	40,00	35,04	1	0	3
39	D	m	220	216	0,16	22,20	22,38	26,71	15,00	40,00	26,97	1	0	3
39	D	ç	216	200	0,24	22,70	22,38	26,71	15,00	40,00	26,30	1	0	3
39	D	ç	200	216	0,24	11,84	33,46	14,40	15,00	40,00	19,09	1	2	3
39	D	ç	216	220	0,16	27,43	33,46	14,40	15,00	40,00	28,13	1	2	3
39	D	ç	220	222	0,90	43,78	16,04	11,74	15,00	40,00	36,63	1	2	3
39	D	ç	222	1500	1,20	41,94	17,70	34,29	15,00	40,00	38,11	1	2	3
40	D	m	226	228	0,66	41,70	24,48	28,80	15,00	40,00	36,11	3	2	3
40	D	ç	228	226	0,66	18,00	34,97	22,25	15,00	40,00	19,76	3	2	3
41	D	m	4	172	0,90	22,98	24,48	28,80	15,00	40,00	29,02	3	3	2
41	D	ç	172	4	0,90	37,67	34,97	22,25	15,00	40,00	36,54	3	3	2
44	S	ç	154	44	5,40	31,60	34,41	33,16	15,00	40,00	34,28	0	0	1
44	S	ç	44	604	12,70	39,20	34,41	19,06	15,00	40,00	33,57	0	0	1
44	S	m	604	44	12,70	41,75	19,58	14,40	15,00	40,00	32,70	0	1	1
44	S	m	44	154	5,40	37,75	19,58	28,06	15,00	40,00	32,53	0	1	1
45	D	m	936	178	1,10	21,20	0,00	30,53	15,00	40,00	27,84	0	0	3
45	D	m	178	224	0,60	37,90	0,00	22,63	15,00	40,00	34,85	0	0	3
45	D	m	224	226	0,84	19,40	0,00	19,51	15,00	40,00	25,07	0	0	3
45	D	ç	226	224	0,84	23,44	0,00	33,60	15,00	40,00	30,30	0	0	3
45	D	ç	224	178	0,60	37,89	0,00	27,95	15,00	40,00	35,62	0	0	3
45	D	ç	178	936	1,10	40,00	0,00	27,26	15,00	40,00	36,42	0	0	3

45	D	ç	936	946	2,60	41,97	0,00	33,29	15,00	40,00	38,58	0	0	3
46	D	ç	400	46	0,24	41,14	23,65	22,30	15,00	40,00	32,14	2	2	1
46	D	ç	46	938	0,66	24,24	23,65	22,30	15,00	40,00	27,07	2	2	1
46	D	m	938	46	0,66	40,27	30,95	28,09	15,00	40,00	38,17	2	2	1
46	D	m	46	400	0,24	11,68	30,95	28,09	15,00	40,00	28,16	2	2	1
48	S	m	1268	1260	2,92	47,80	31,34	53,50	15,00	40,00	44,61	0	0	1
48	S	ç	1260	1268	2,92	54,47	29,38	55,02	15,00	40,00	47,09	0	0	1
49	D	m	1284	1282	1,26	39,40	0,00	53,50	15,00	40,00	40,26	2	2	2
49	D	m	1282	1280	0,96	38,80	0,00	53,50	15,00	40,00	39,94	2	2	2
49	D	ç	1280	1282	0,96	43,20	0,00	55,02	15,00	40,00	46,09	2	2	2
49	D	ç	1282	1284	1,26	46,76	0,00	55,02	15,00	40,00	47,41	2	2	2
50	D	m	2	954	2,26	47,00	0,00	32,73	15,00	40,00	42,79	0	0	3
50	D	m	954	946	1,20	45,50	0,00	32,73	15,00	40,00	41,90	0	0	3
50	D	m	946	936	2,60	46,10	0,00	25,92	15,00	40,00	41,24	0	0	3
50	D	ç	946	954	1,20	51,43	0,00	28,47	15,00	40,00	44,02	0	0	3
50	D	ç	954	2	2,26	43,98	0,00	28,47	15,00	40,00	39,70	0	0	3
51	D	ç	1406	1410	1,30	34,20	0,00	28,02	15,00	40,00	36,08	0	0	2
51	D	ç	1410	1416	2,80	39,40	0,00	28,02	15,00	40,00	38,05	0	0	2
51	D	m	1416	1410	2,80	59,29	0,00	20,17	15,00	40,00	43,36	0	0	2
51	D	m	1410	1406	1,30	55,71	0,00	20,17	15,00	40,00	42,65	0	0	2
52	D	m	410	406	4,40	68,90	41,19	48,46	15,00	40,00	50,48	0	0	3
52	D	m	406	404	0,80	65,50	41,19	48,46	15,00	40,00	49,46	0	0	3
52	D	m	404	3	0,80	33,50	24,00	30,60	15,00	40,00	35,60	0	0	3
52	D	m	3	1500	1,40	42,00	24,00	30,60	15,00	40,00	38,15	0	0	3
52	D	ç	1500	3	1,40	57,27	27,07	32,90	15,00	40,00	42,18	0	0	3
52	D	ç	3	404	0,80	54,34	27,07	32,90	15,00	40,00	41,36	0	0	3
52	D	ç	404	406	0,80	33,10	74,31	84,00	15,00	40,00	52,24	0	0	3
52	D	ç	406	410	4,40	79,20	74,31	84,00	15,00	40,00	65,15	0	0	3
54	D	m	1	2	8,74	73,90	0,00	80,90	15,00	40,00	47,07	0	0	3
54	D	ç	2	1	8,74	74,38	0,00	84,71	15,00	40,00	53,38	0	0	3
58	D	m	338	210	0,52	34,70	21,00	12,71	15,00	40,00	26,28	3	2	3
58	D	ç	210	338	0,52	43,53	25,20	32,40	15,00	40,00	36,59	3	2	3
59	D	m	A	B	0,66	41,70	0,00	28,80	15,00	40,00	38,55	2	0	2
59	D	ç	B	A	0,66	18,00	0,00	22,25	15,00	40,00	26,07	2	3	2

D: Bölünmüş Yol.

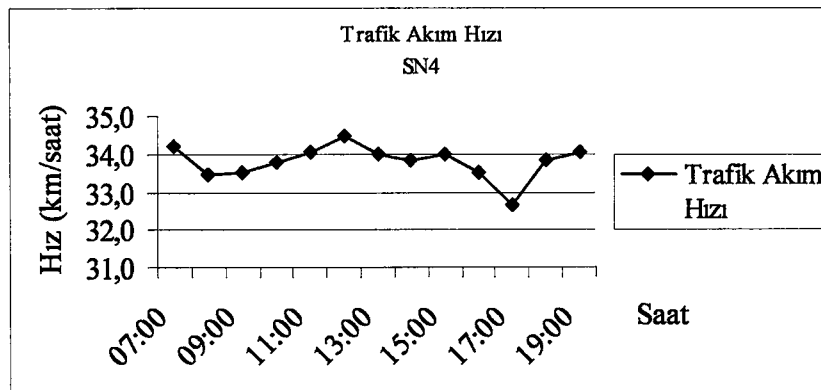
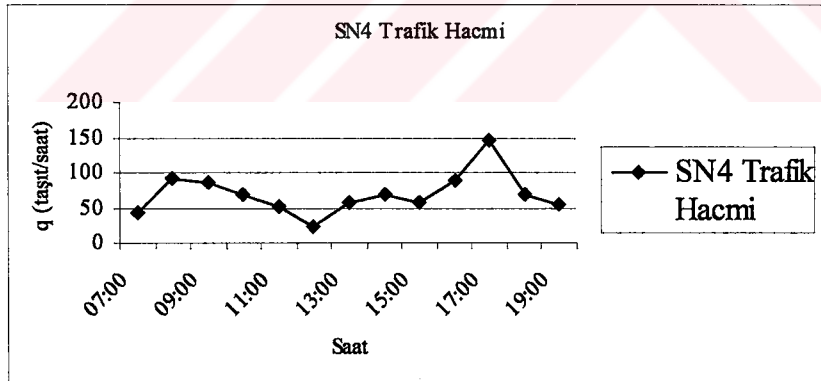
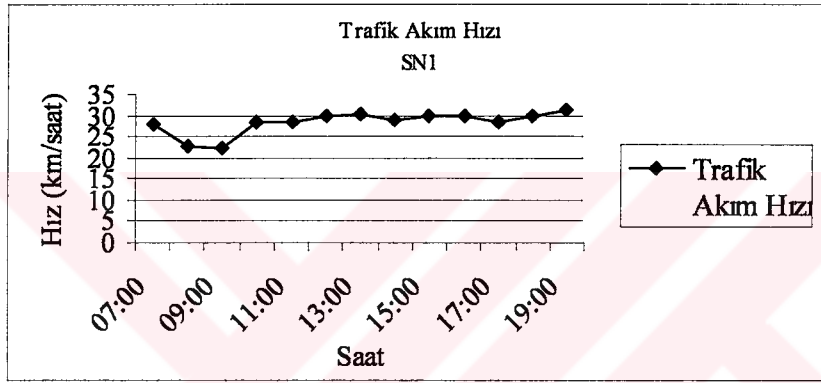
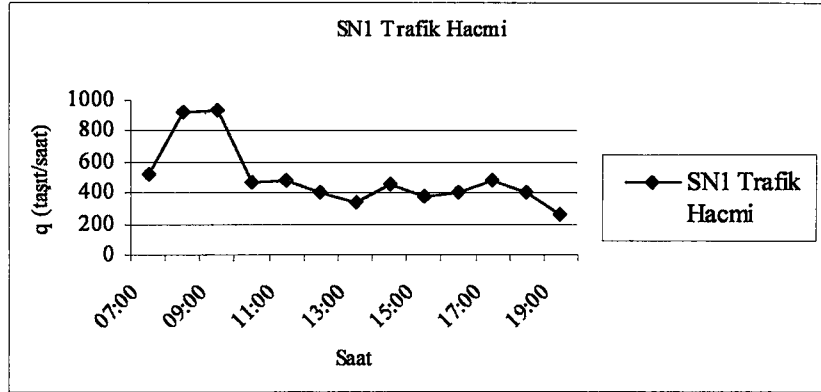
S: Bölünmemiş Yol.

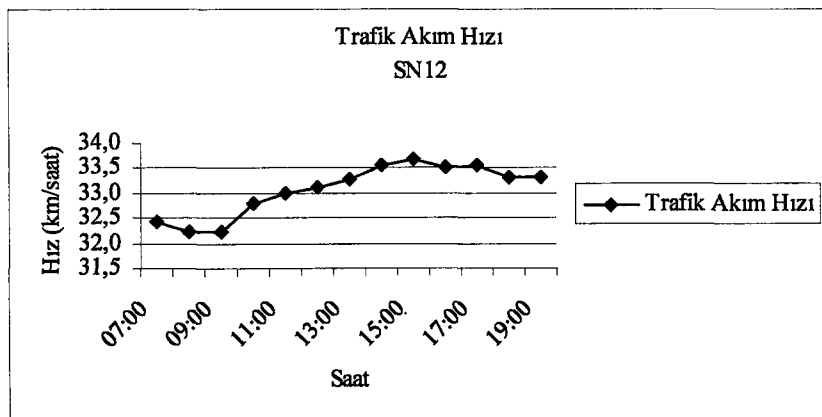
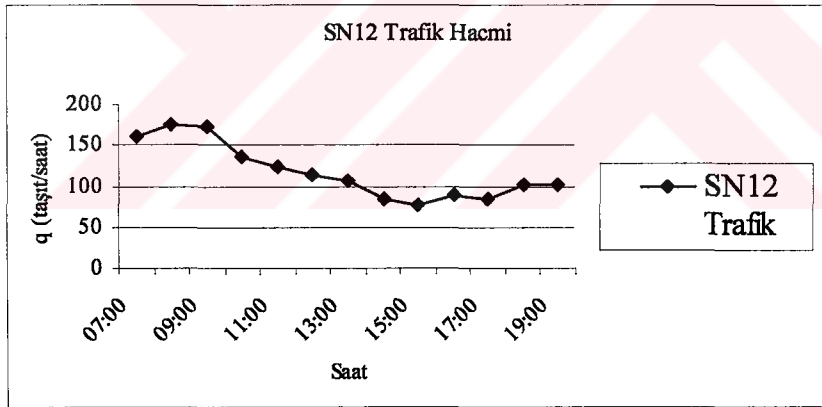
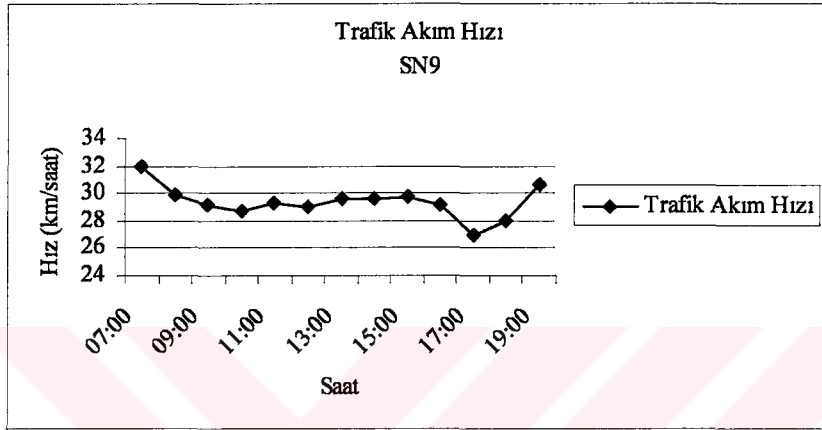
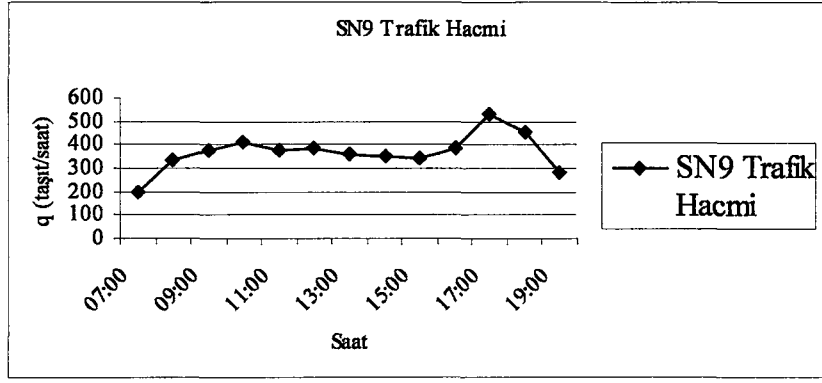
T: Tek Yönlü Yol.

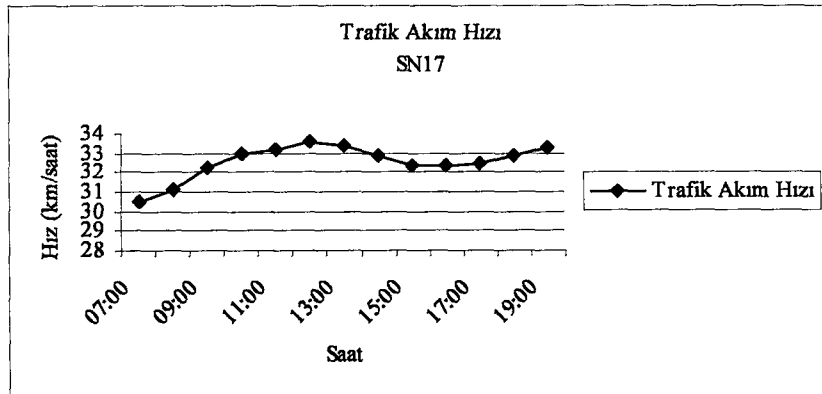
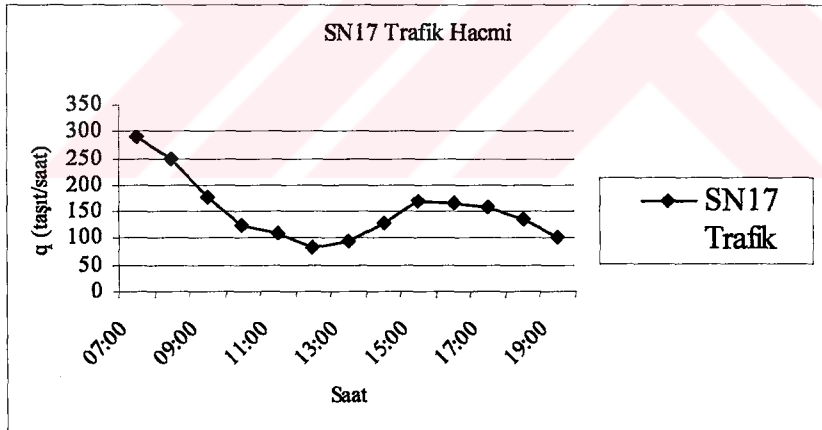
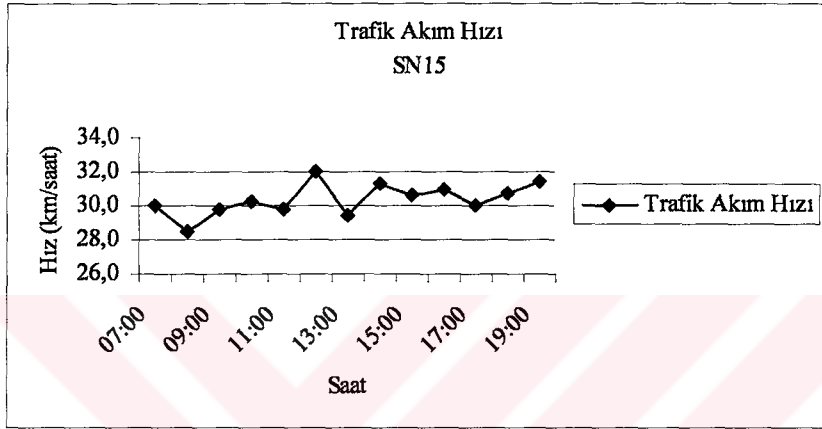
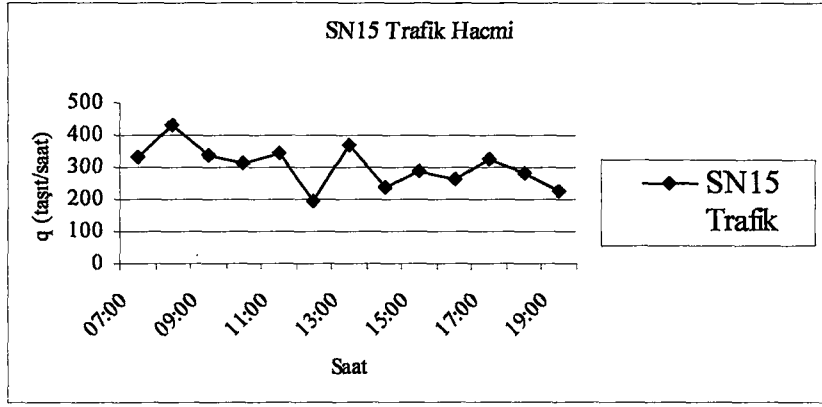
Tyi: Ticari yoğunluk indeksi ve Yaya yoğunluk indeksi.

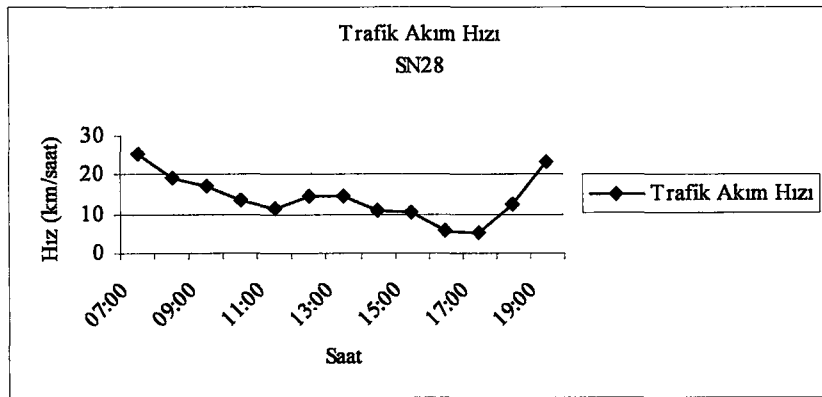
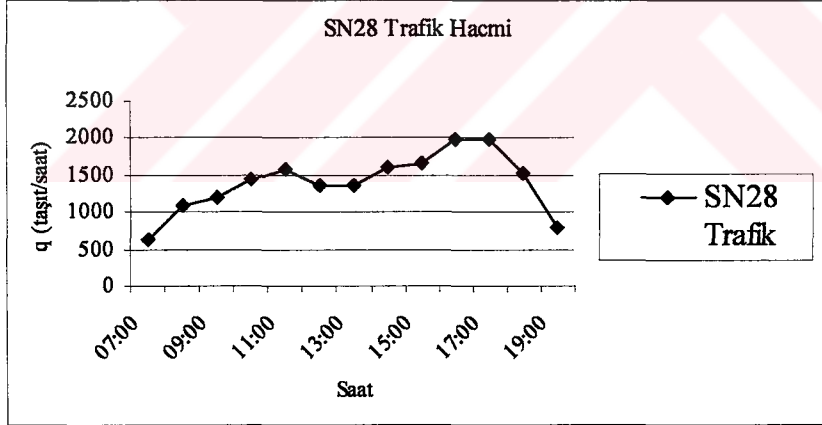
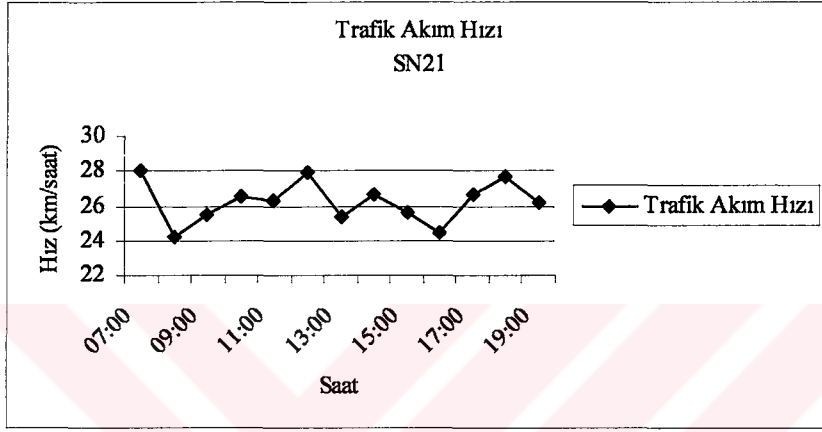
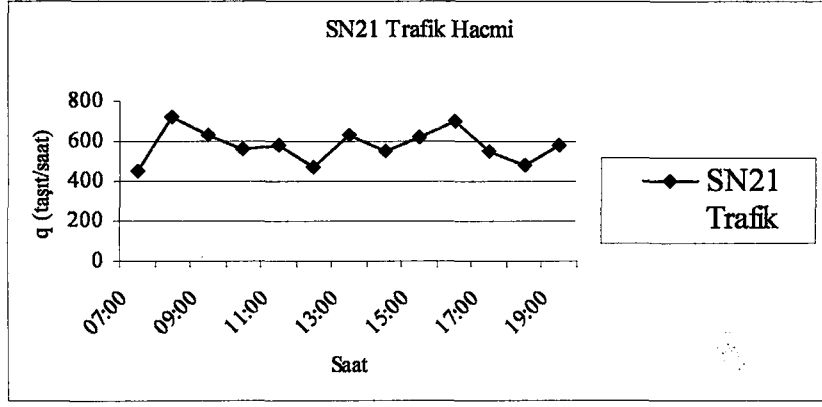
Pi: Park yoğunluğu indeksi.

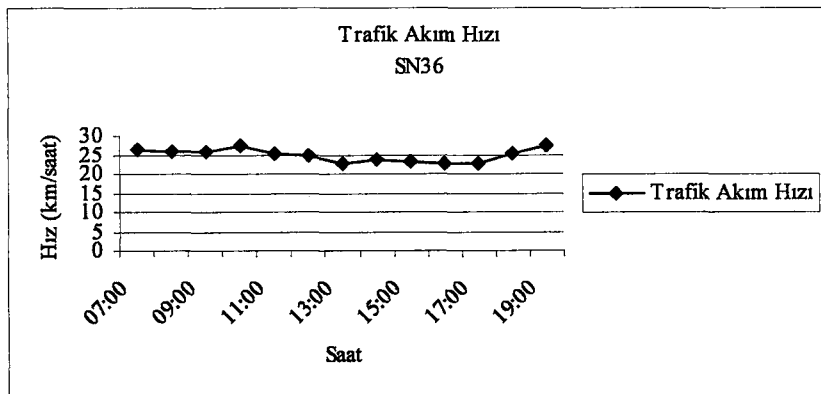
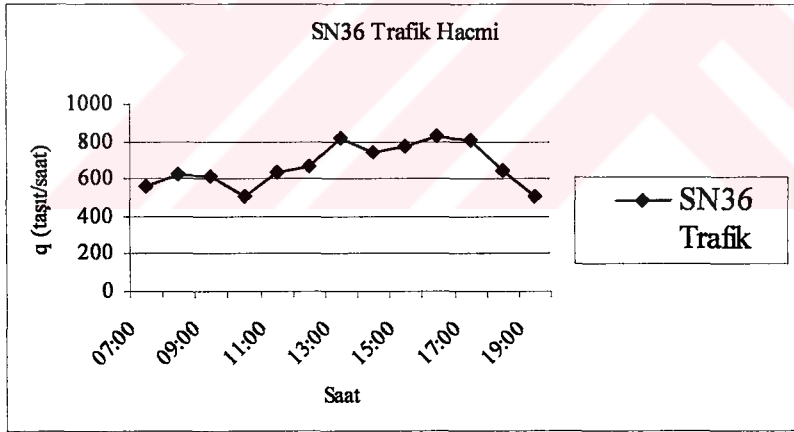
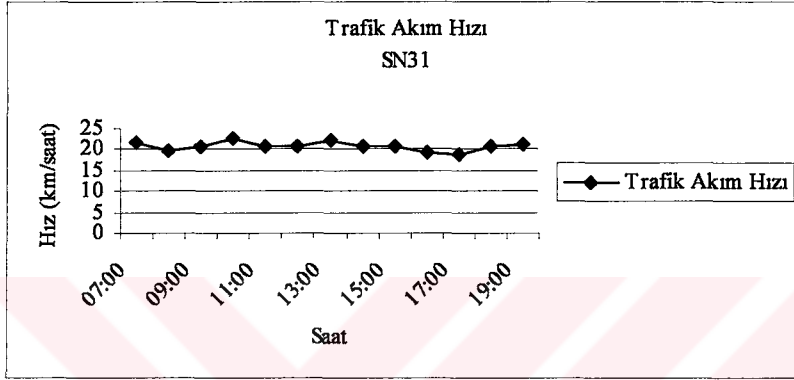
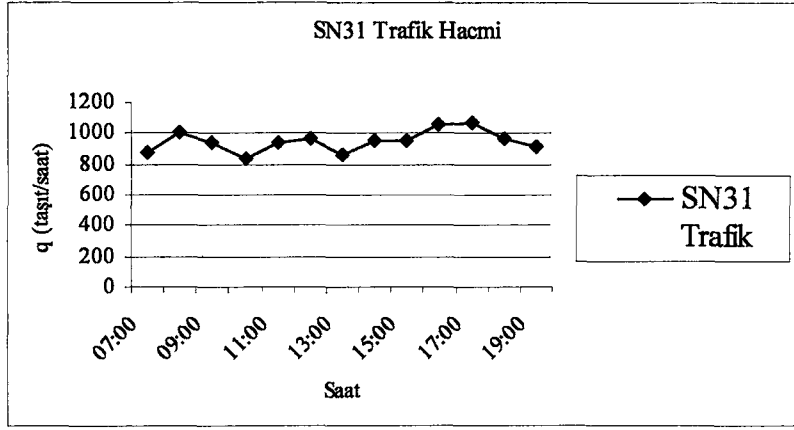
Ek G: (A) Sayım Noktaları Trafik Hacimleri ve Modelden Elde Edilen Trafik Akım Hızları (Merkeze).

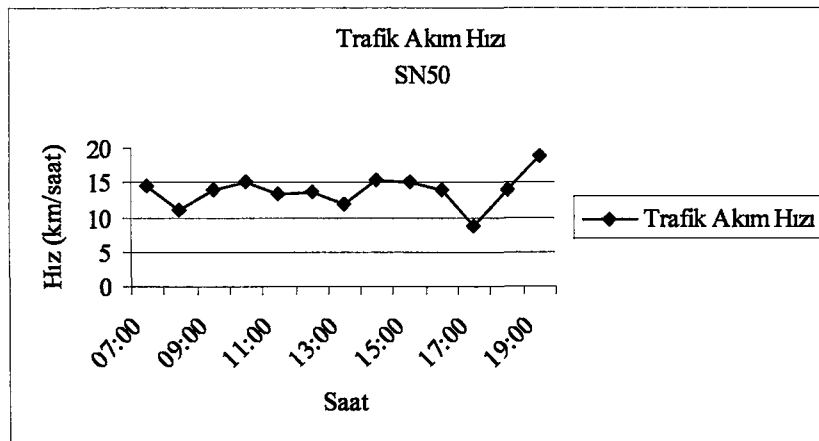
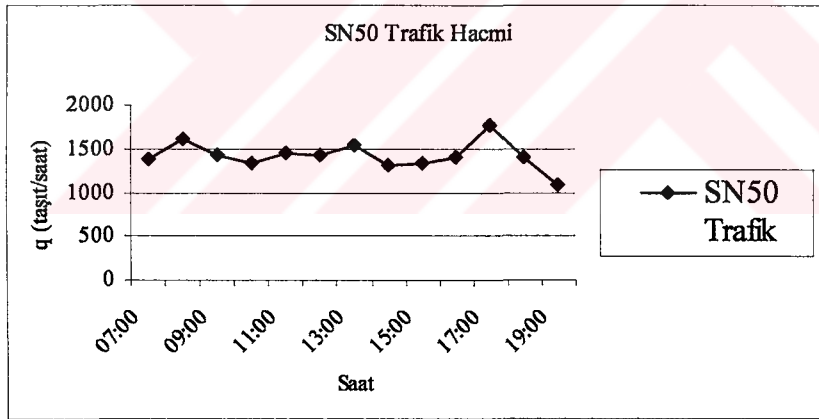
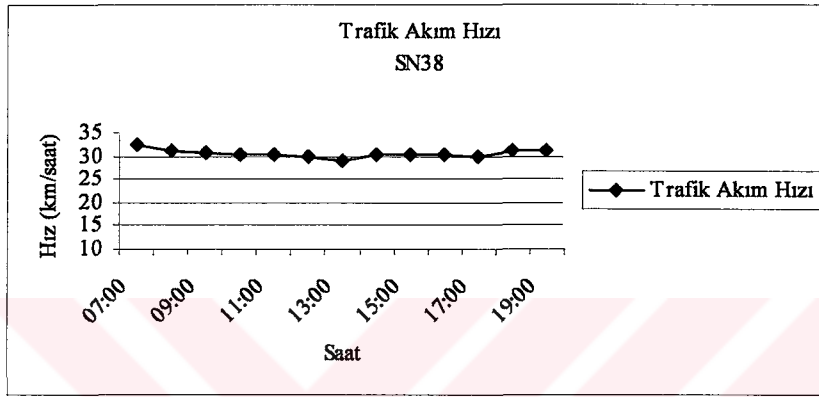
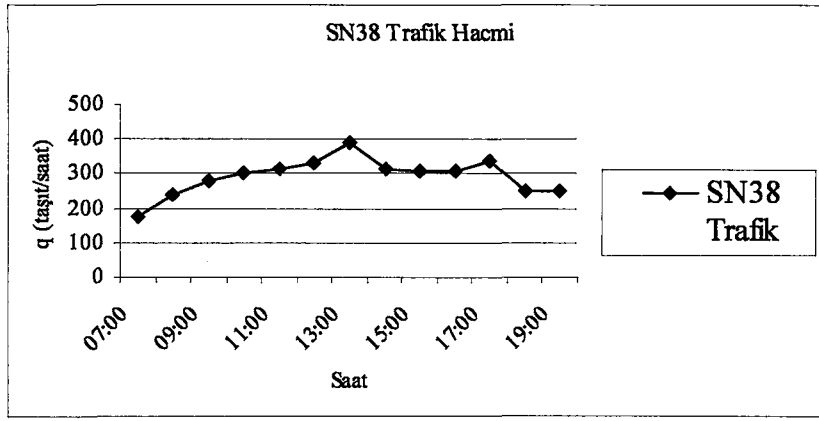


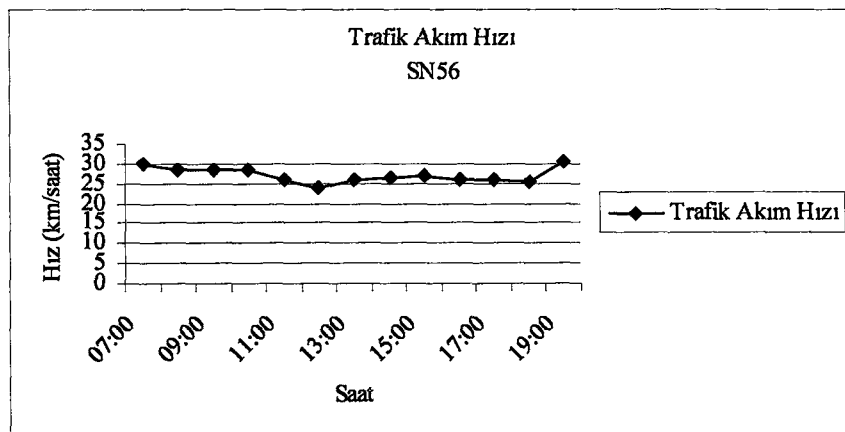
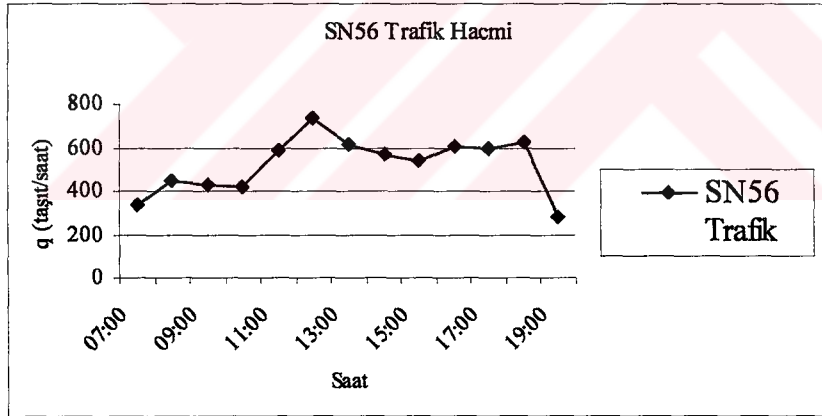
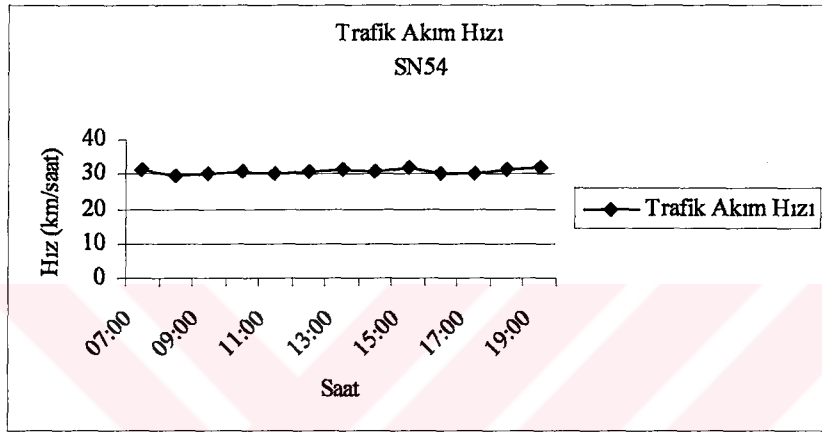
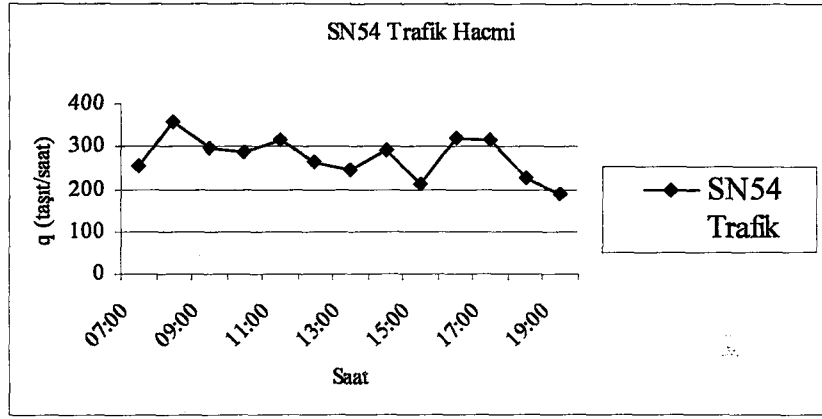


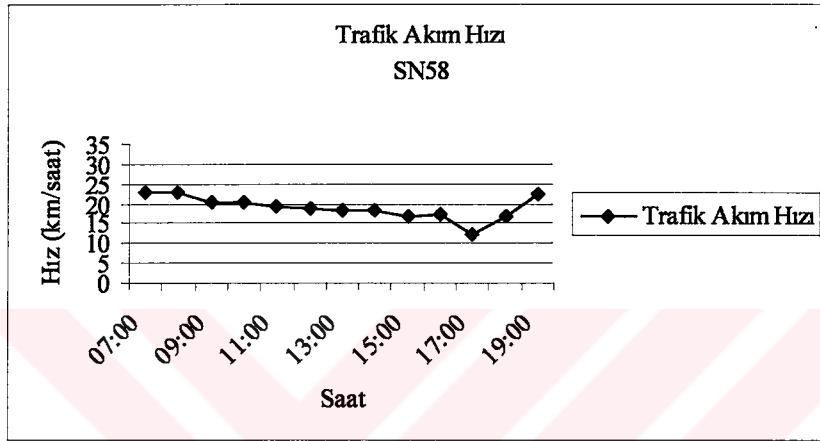
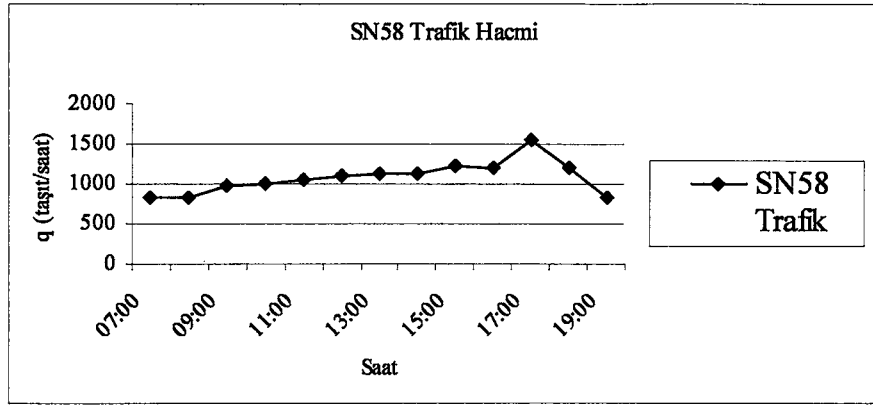




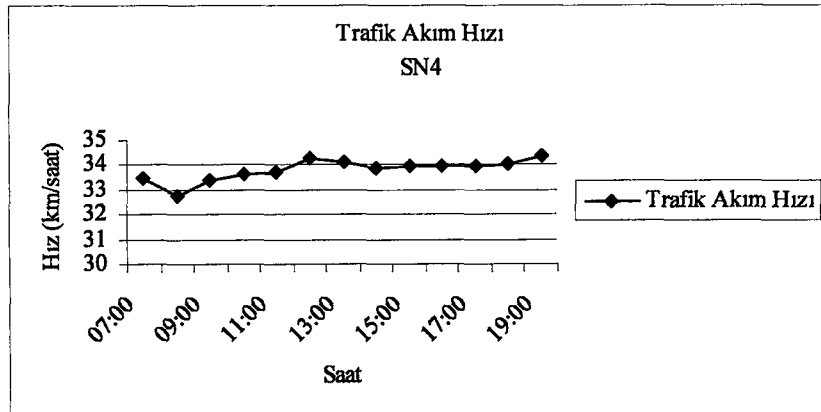
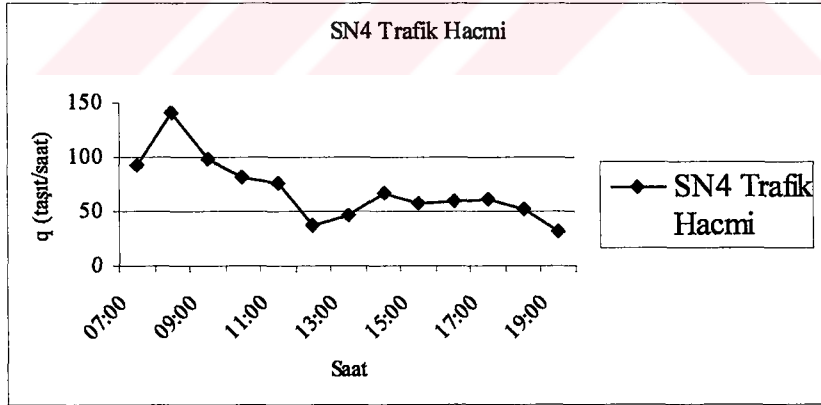
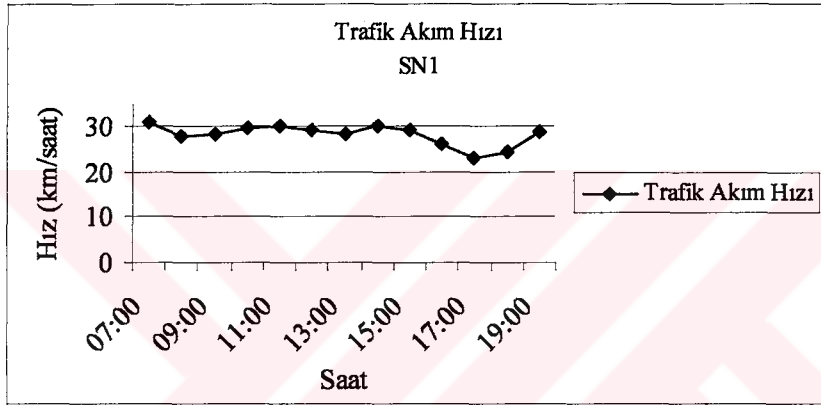
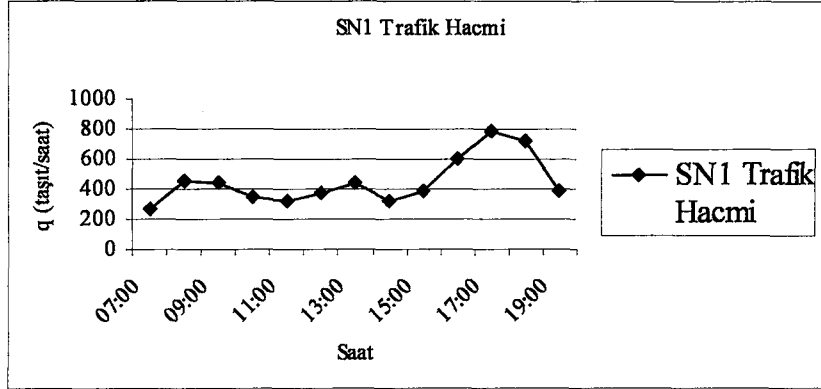


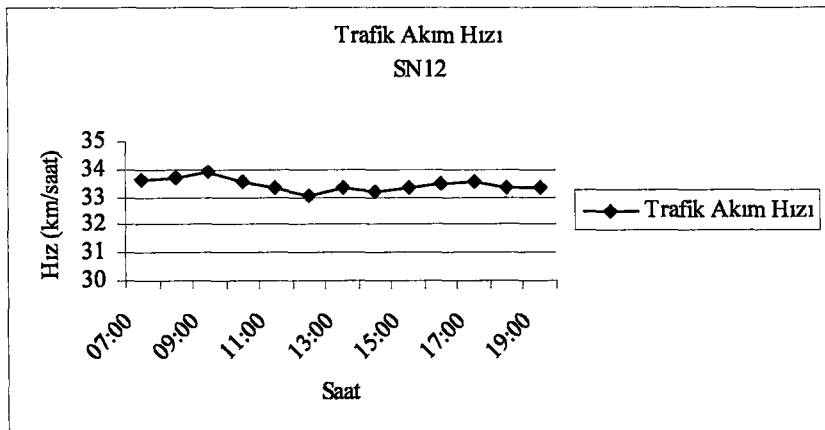
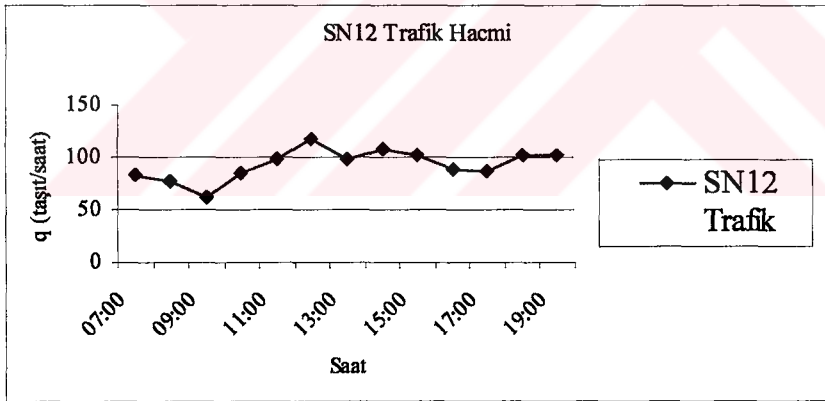
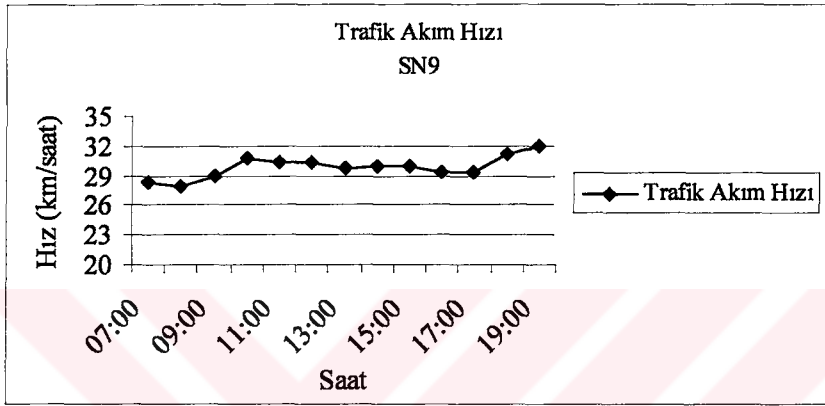
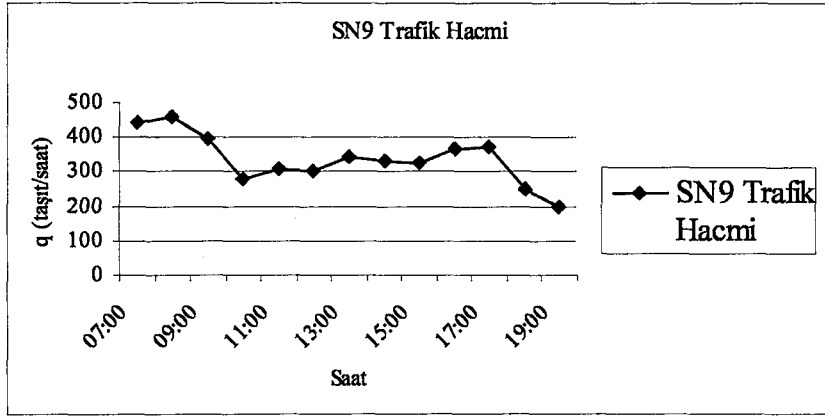


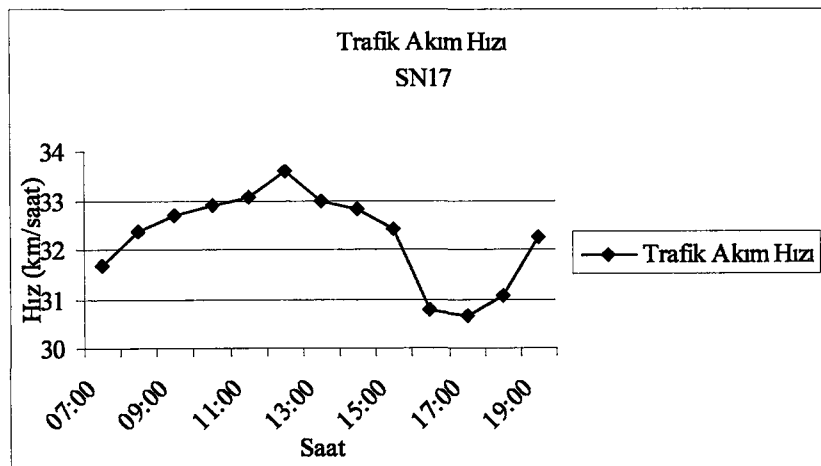
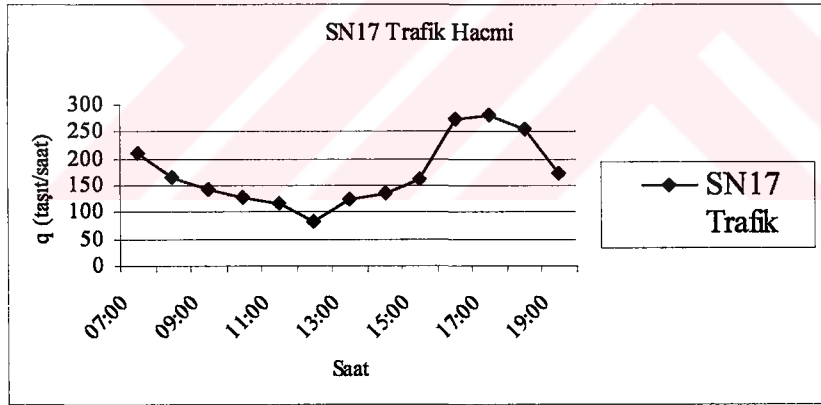
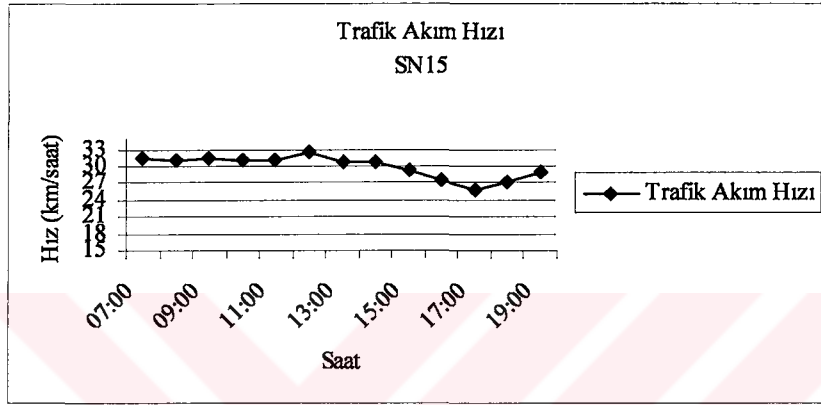
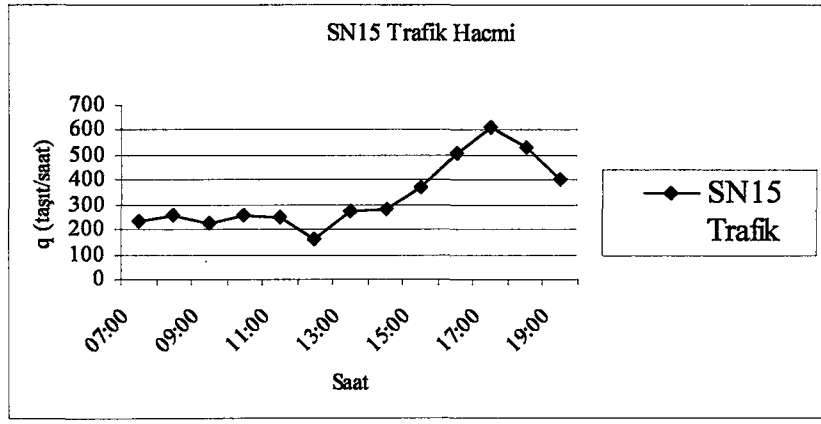


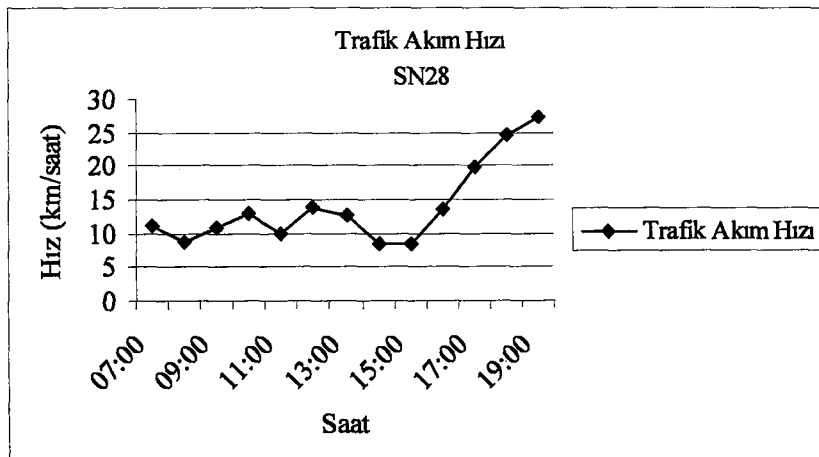
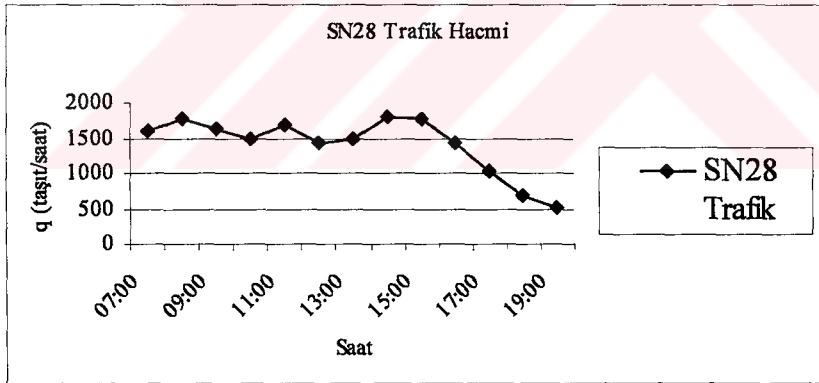
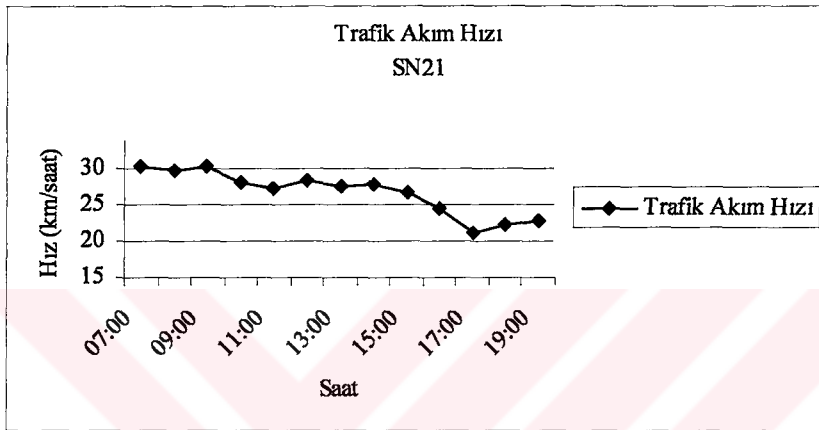
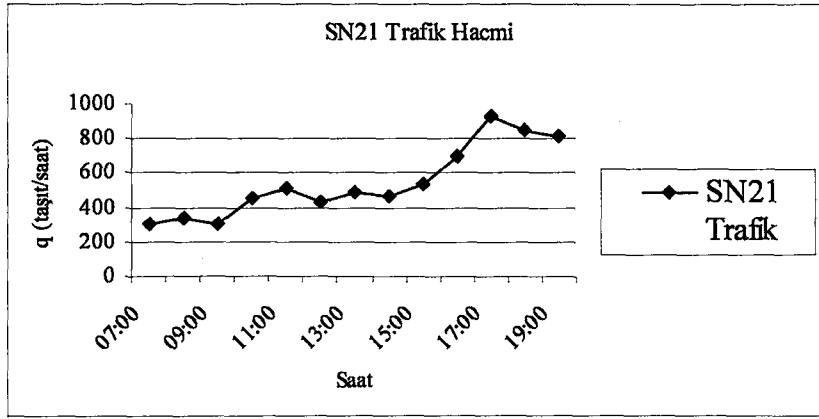


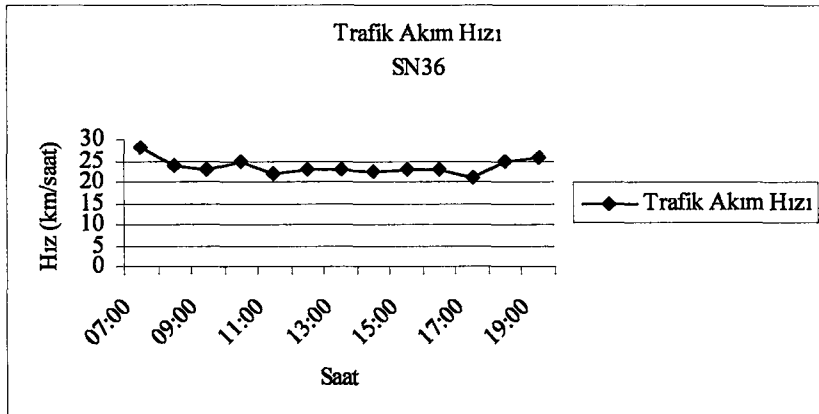
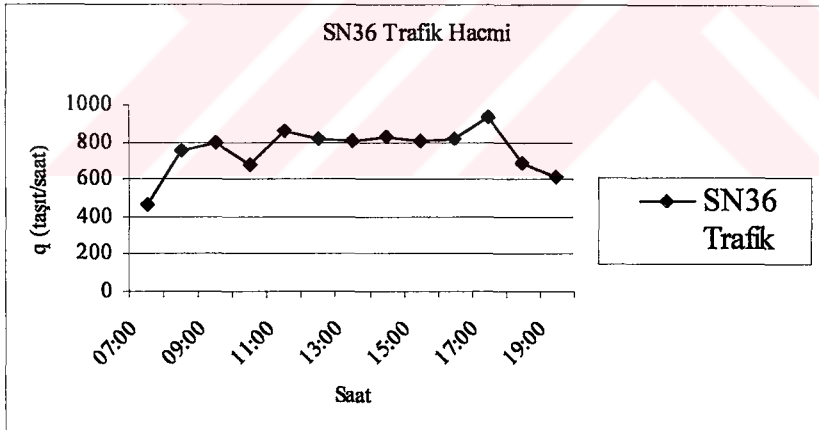
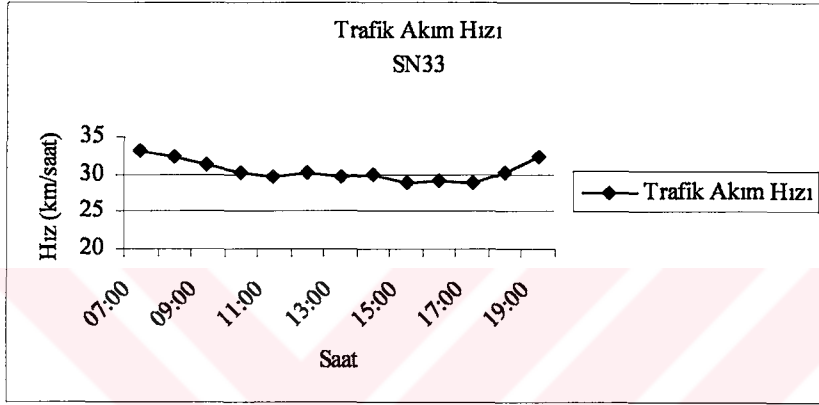
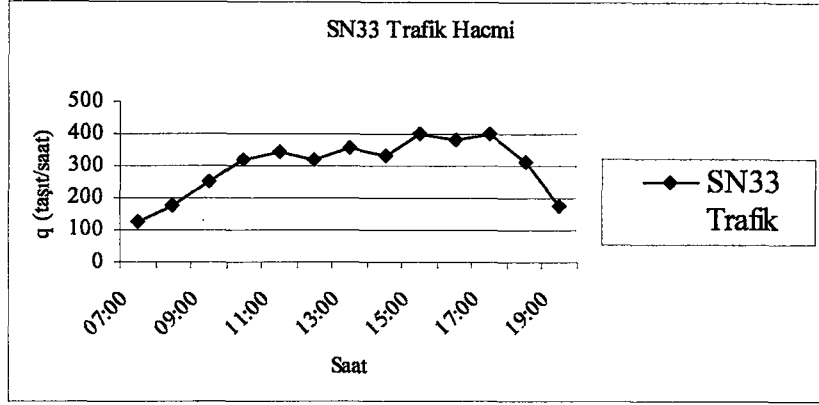
Ek G: (B) Sayım Noktaları Trafik Hacimleri ve Modelden Elde Edilen Trafik Akım Hızları (Çevreye).

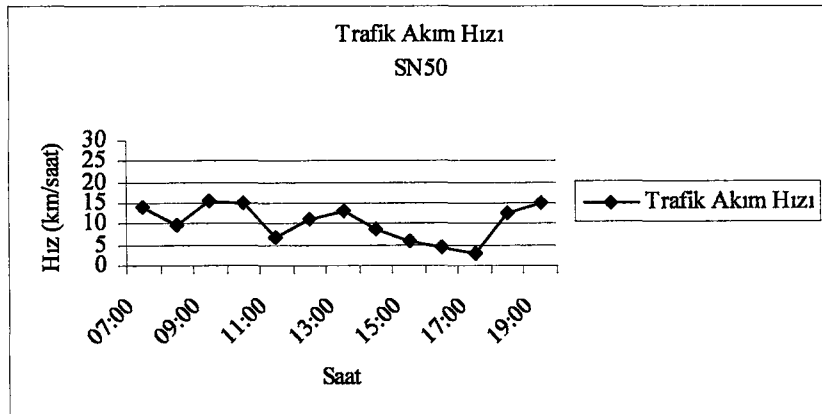
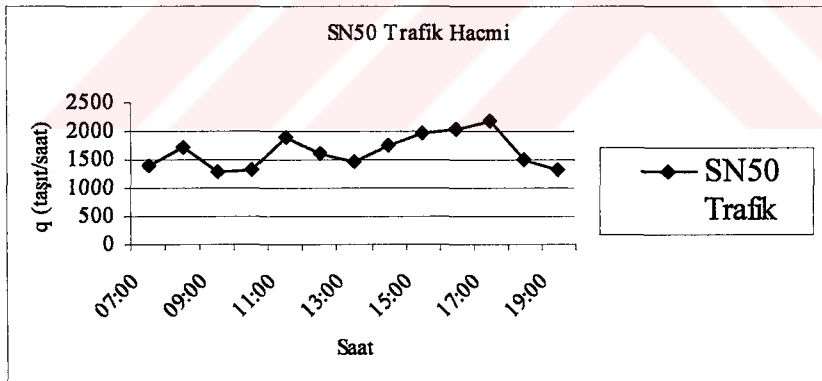
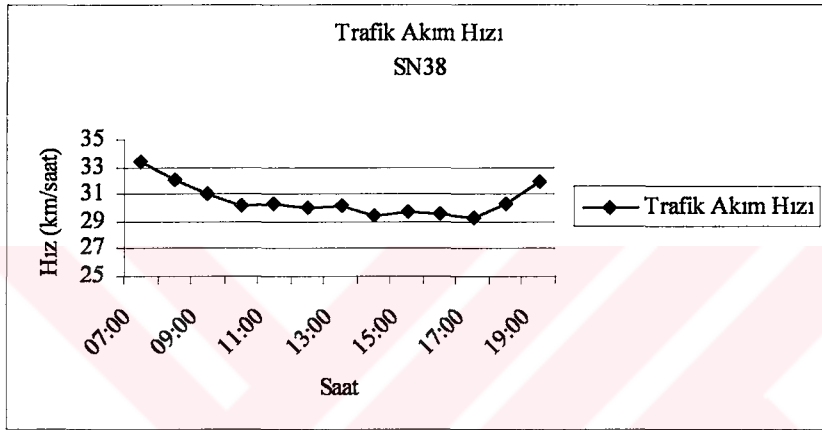
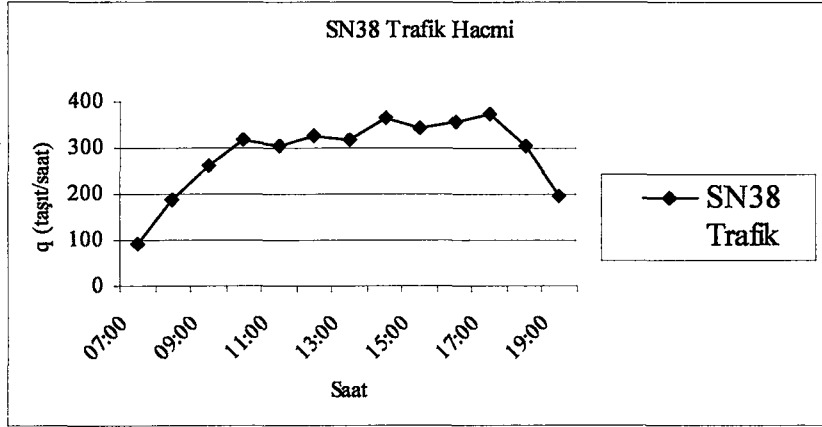


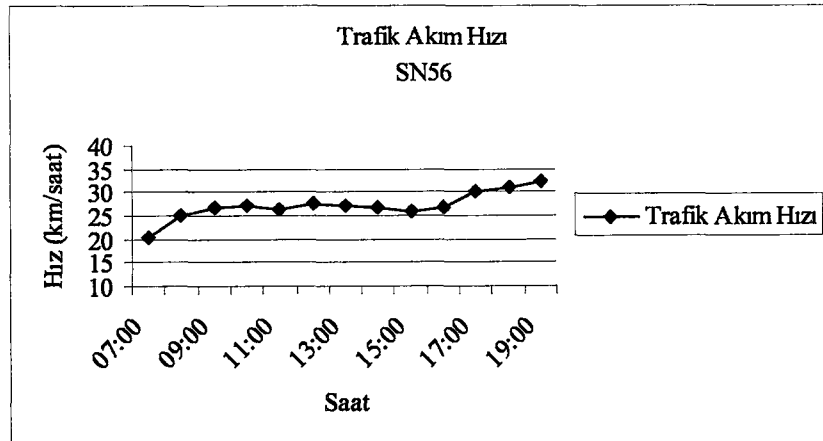
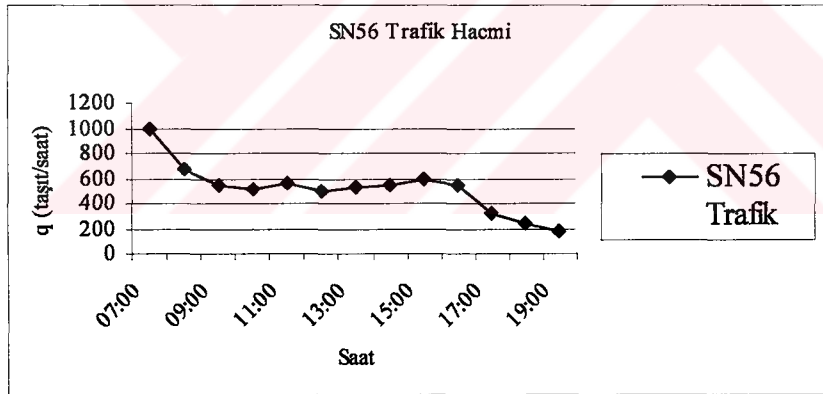
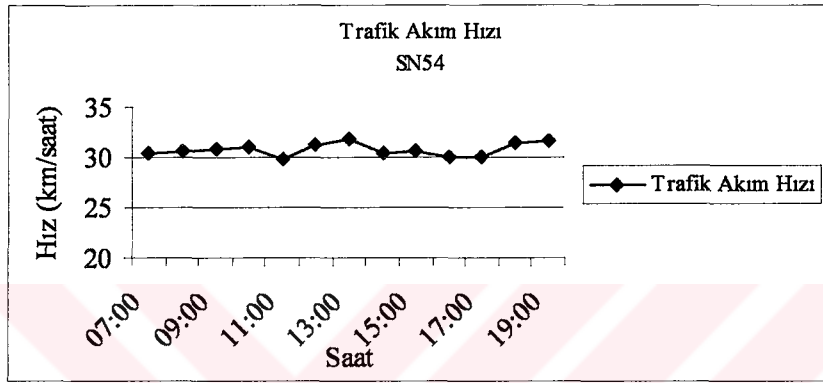
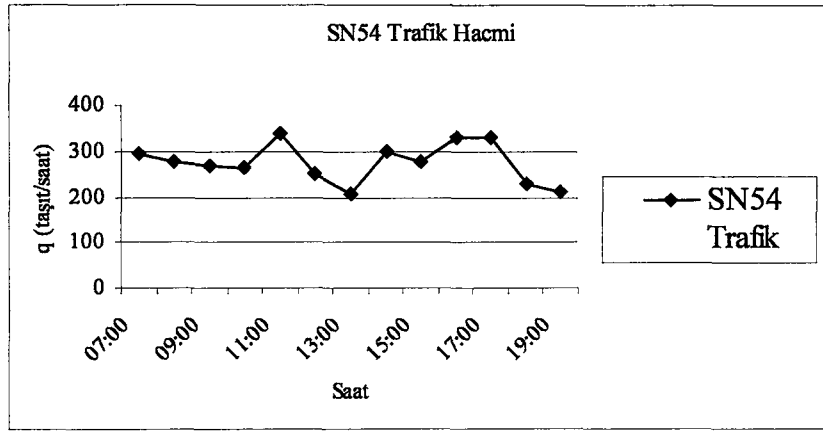


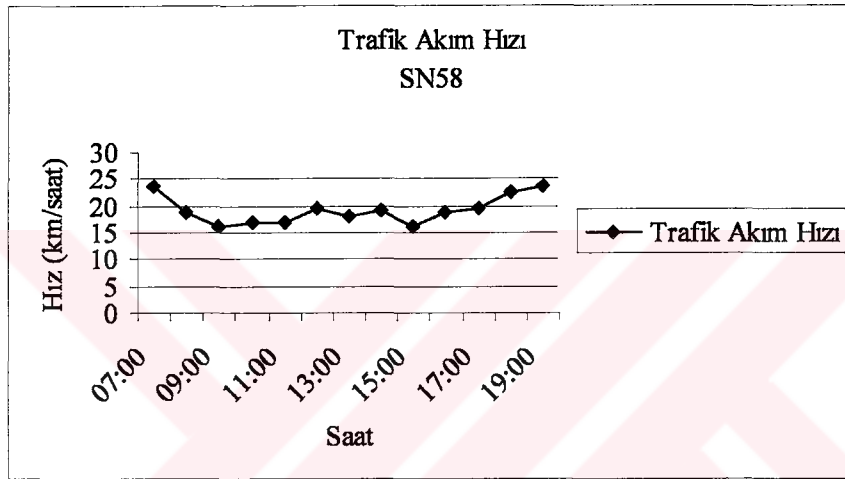
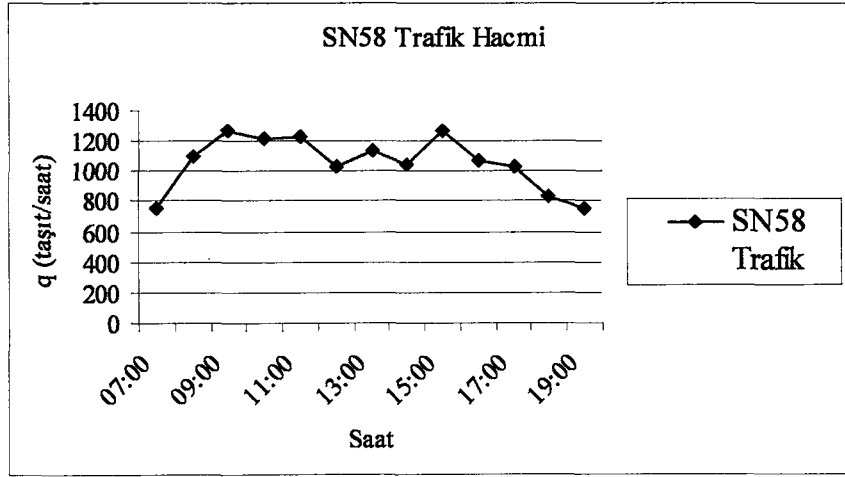












ÖZGEÇMİŞ

Şafak Hengirmen Tercan 1970 yılında Gaziantep'te doğdu. İlk okulu Gaziantep Akyol İlkokulunda okudu. Ortaokul ve liseyi Gaziantep Anadolu Lisesinde bitirdi. 1988 yılında Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümüne girdi. 1992 yılında 2. olarak mezun oldu. Aynı yıl Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Ulaştırma Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 1995 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Ulaştırma Programında Yüksek Lisans eğitimini tamamladı. Aynı yıl yine İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Ulaştırma Programında Doktora eğitimine başladı. 1999 yılında, Hollanda hükümetinin desteklediği bir araştırma projesinde Hollanda Delft Teknik Üniversitesinde ve 2000 yılında Ulaşım-Art Ltd. ve Yüksel Proje ortaklığı tarafından yapılan “Konya Büyükşehir Belediyesi Kent İçi ve Yakın Çevre Ulaşım Master Planı Çalışması” projesinde trafik mühendisi olarak görev aldı. Halen Gaziantep Büyükşehir Belediyesinde Trafik Mühendisliği yapan Şafak Hengirmen Tercan, iyi derecede İngilizce ve az derecede Almanca bilmektedir.